



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

"Proyecto para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo. Arquitectura, sostenibilidad ambiental y eficiencia hídrica"

T E S I S

Para obtener el título de:

LICENCIADA EN ARQUITECTURA

Presenta:

Lozano Díaz Suseth

Director:

Mtro. Christopher Contreras López

Codirector:

Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Pachuca de Soto, Hidalgo.

Diciembre 2025.



Mineral de la Reforma, Hgo., a 14 de enero de 2026

Número de control: ICBI-D/039/2026
 Asunto: Autorización de impresión.

**MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
 DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH**

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado a la egresada de la Licenciatura en Arquitectura **Suseth Lozano Díaz**, quien presenta el trabajo de titulación **“Proyecto para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo. Arquitectura, sostenibilidad ambiental y eficiencia hídrica”**, ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Secretario: Mtro. Christopher Contreras López

Vocal: Dr. Marco Antonio Escamilla García

Suplente: Dr. Omar Salvador Areu Rangel

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
 “Amor, Orden y Progreso”

Mtro. Gabriel Vergara Rodríguez
 Director de ICBI

GVR/MMM

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184
 Teléfono: 771 71 720 00 Ext. 40001
 direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergarar@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”





AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A:

Mis padres: mi madre **Marcelina** y mi padre **Jesús**, por ser mi raíz y mi fuerza. Su amor, apoyo incondicional y ejemplo de vida me han guiado hasta aquí. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudé.

Mis hermanas: **Aranzazú** y **Tania**, por ser luz en el camino. Gracias por sus palabras de aliento, por recordarme que rendirse no es opción, y por acompañarme con amor y paciencia en cada paso de este proceso.

Mi pareja: **Silver**, por estar a mi lado con amor inquebrantable. Tu presencia ha sido un refugio y tu compañía, un impulso constante. Gracias por sostenerme, por inspirarme y por caminar conmigo.

Y a **los verdaderos amigos**, aquellos que se quedaron cuando más los necesité. Ustedes me enseñaron el valor real de la amistad y le dieron sentido, alegría y apoyo a esta etapa tan importante de mi vida.

A los arquitectos **Boris Vladimir Tapia Peralta**, **Christopher Contreras López** y **Eunise Saraí Flores Lozano**, gracias por brindarme su confianza, apoyo y guía a lo largo de este proyecto. Agradezco profundamente cada consejo, cada enseñanza y el tiempo compartido. Ha sido un privilegio aprender de ustedes; su sabiduría y generosidad dejaron una huella valiosa en mi formación y en este camino que hoy concluye.

S
L
D



RESUMEN

El presente proyecto plantea la repotenciación de las áreas verdes del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) Hidalgo, mediante la recuperación y diseño de un jardín existente que funciona tanto como espacio de descanso como sala de espera al aire libre. Este espacio, actualmente subutilizado, se convierte en un elemento estratégico para mejorar la experiencia de los usuarios, fortalecer la imagen institucional del centro y generar un entorno más agradable, accesible y terapéutico. A partir de esta necesidad espacial y paisajística, el proyecto integra un segundo eje fundamental: la optimización del manejo del agua dentro del CRIT. El centro presenta un uso elevado de agua potable y carece de un sistema eficiente para el tratamiento y reúso de aguas residuales, lo que incrementa costos operativos y limita su sostenibilidad. Para atender este problema, la investigación propone el rediseño de la red sanitaria y la implementación de biodigestores autolimpiables, cuya incorporación no solo resuelve una demanda técnica y ambiental, sino que se articula de forma armónica con la propuesta del nuevo paisaje. El diseño paisajístico permite ocultar, integrar y mejorar la percepción visual de los biodigestores, evitando impactos negativos en el entorno y convirtiendo la infraestructura hidráulica en parte del lenguaje espacial del centro. Gracias a este sistema, los desechos se transforman en recursos útiles: agua tratada para el riego de las áreas verdes y lodos estabilizados como abono orgánico, reforzando la autosuficiencia hídrica e impulsando el mantenimiento continuo del paisaje renovado. La metodología inició con la caracterización del sitio y la selección de dos edificios que cumplieran con los criterios adecuados para la intervención. Posteriormente, se realizó la evaluación técnica y económica de distintos sistemas de tratamiento, determinando que los biodigestores eran la alternativa más eficiente. Con base en ello, se desarrollaron los cálculos hidráulicos necesarios, el diseño de la nueva red sanitaria y la propuesta paisajística final. El resultado es una solución integral viable, sostenible y visualmente coherente con la identidad del CRIT Hidalgo, donde infraestructura y espacio arquitectónico se complementan para mejorar el funcionamiento y la calidad ambiental del centro.

ABSTRACT

This project proposes the enhancement of the green areas at the Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) Hidalgo through the restoration and redesign of an existing garden that functions both as a resting space and an outdoor waiting area. This space, currently underutilized, becomes a strategic element to improve user experience, strengthen the center's institutional image, and create a more pleasant, accessible, and therapeutic environment. Based on this spatial and landscape need, the project incorporates a second fundamental axis: the optimization of water management within the CRIT. The center presents high potable water consumption and lacks an efficient system for wastewater treatment and reuse, which increases operating costs and limits its sustainability. To address this issue, the research proposes the redesign of the sanitary network and the implementation of self-cleaning biodigesters, whose integration not only resolves a technical and environmental requirement but also harmonizes with the proposed landscape design. The landscape intervention allows the biodigesters to be concealed, integrated, and visually improved, preventing negative impacts on the surroundings and turning the hydraulic infrastructure into part of the center's spatial language. Through this system, waste is transformed into valuable resources: treated water for irrigating the green areas and stabilized sludge as organic fertilizer, strengthening water self-sufficiency and supporting the continuous maintenance of the renewed landscape. The methodology began with the characterization of the site and the selection of two buildings that met the appropriate criteria for intervention. Subsequently, a technical and economic evaluation of different treatment systems was conducted, determining that biodigesters were the most efficient alternative. Based on this, the necessary hydraulic calculations, the design of the new sanitary network, and the final landscape proposal were developed. The result is an integral solution that is viable, sustainable, and visually coherent with the identity of CRIT Hidalgo, where infrastructure and architectural space complement each other to improve the center's performance and environmental quality.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. Introducción.....	13
I.I Planteamiento del problema.....	14
I.II Objetivo (General y particulares).....	17
I.III Justificación.....	18
II. Las áreas verdes y su mantenimiento.....	20
II.I Antecedentes.....	21
II.II Tratamiento de las áreas verdes con aguas residuales.....	23
II.III Tratamiento del agua para áreas verdes con biodigestores.....	41
II.IV Casos análogos.....	47
III. Metodología.....	51
IV. Caso de estudio.....	54
IV.I Análisis.....	55
IV.I.I Factores naturales.....	55
IV.I.I.I Localización.....	55
IV.I.I.II Climatología.....	56
IV.I.I.III Topografía.....	56
IV.I.I.IV Suelos.....	56
IV.I.I.V Hidrología.....	57
IV.II Factores Sociales.....	57

IV.II.I Expansión demográfica de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo.....	57
IV.II.II Antecedentes del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo.....	59
IV.II.III Plan de sustentabilidad para las instalaciones del CRIT Hidalgo.....	59
IV.II.IV Usuarios.....	60
IV.III Factores perceptuales.....	60
IV.III.I Uso del suelo.....	60
IV.III.II Elementos arquitectónicos existentes.....	61
IV.III.III Infraestructura de servicios.....	61
IV.III.IV Infraestructura espacial.....	61
IV.IV Factores adicionales.....	61
IV.IV.I Identidad.....	61
IV.V Diagnóstico.....	63
IV.VI Mapa potencial.....	66
IV.VII Concepto.....	68
IV.VIII Imágenes objetivo.....	70
IV.IX Anteproyecto.....	72
IV.IX.I Sistema hidrosanitario del CRIT Hidalgo.....	72
IV.IX.II Propuesta de diseño de biodigestores	74
IV.IX.III Cálculo de la capacidad óptima del biodigestor.....	75
V. Resultados y discusión.....	80
V.I. Diseño de paisaje y repotenciación de áreas verdes.....	81
V.II Diseño de la red de tratamiento de agua (propuesta integral de diseño para el sistema de tratamiento de aguas residuales).....	115

VI. Conclusiones y recomendaciones.....139

VII. Referencias bibliográficas.....141



I. INTRODUCCIÓN

I.I Planteamiento del problema

El diseño de los espacios abiertos en instituciones de carácter social, como el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) Hidalgo, debe responder no solo a criterios estéticos, sino también a necesidades funcionales y ambientales. En este caso, surge la necesidad de rediseñar el espacio abierto, ya que actualmente presenta problemáticas que afectan su aprovechamiento y sostenibilidad. La intervención arquitectónica busca repotenciar estas áreas con un enfoque integral, donde la incorporación de nueva infraestructura no implique un deterioro visual ni una pérdida en la calidad del entorno.

Uno de los retos principales está en la integración de sistemas hidráulicos y sanitarios dentro de estos espacios. La adaptación de nuevas infraestructuras hidráulicas para el tratamiento de aguas residuales no debe romper con la armonía paisajística o arquitectónica, por lo que el rediseño planteado se orienta a integrar de manera coherente el sistema sanitario dentro del paisaje existente.

Las aguas residuales son efluentes líquidos con una composición diversa, originados a partir de descargas municipales, industriales, comerciales, de servicios y domésticas, lo que da lugar a una mezcla de distintos contaminantes (Romero Aguilar et al., 2009). Dado su impacto en el medio ambiente, su tratamiento es una estrategia clave para reducir la contaminación en cuerpos de agua y facilitar su reutilización de manera segura. Para lograr eficiencia en estos procesos, es fundamental contar con infraestructura e instalaciones diseñadas específicamente para la naturaleza de las aguas que serán tratadas (Corona Lisboa, 2011).

En términos generales, el tratamiento de aguas residuales busca:

1. Prevenir la contaminación de fuentes de abastecimiento públicas, privadas e industriales.
2. Proteger cuerpos de agua destinados al esparcimiento y recreación.
3. Evitar la degradación de ríos, mares y otros ecosistemas acuáticos.
4. Reducir impactos negativos en la agricultura y prevenir la depreciación del suelo.
5. Disminuir los efectos adversos en el entorno ambiental.

El desarrollo de la civilización ha impulsado la necesidad de tratar las aguas residuales, siendo este un proceso vinculado al crecimiento de la densidad poblacional y a la expansión de las actividades industriales, domésticas y agrícolas (Alcantar Dominguez, 2021).

Tal es el caso de Pachuca de Soto que ha crecido de manera desmesurada a partir del año de 1985 a consecuencia de los sismos de la Ciudad de México y entre 1970 a 1990 aumenta la población de Pachuca de Soto considerablemente (Contreras López y López de Juambelz, 2015).

Durante este período, la ciudad de Pachuca experimentó una expansión significativa de sus límites urbanos, especialmente hacia el sur en dirección a la Ciudad de México (Contreras López y López de Juambelz, 2015).

En este contexto, el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) de Pachuca genera aguas residuales de tipo doméstico, similares a las producidas en asentamientos urbanos, escuelas, edificios públicos y centros comerciales. Estas aguas están compuestas principalmente por desechos humanos y requieren tratamiento adecuado para evitar impactos negativos en el medioambiente (Barrachina Álvarez, 2014).

Dado lo anterior, resulta fundamental implementar estrategias eficientes para el tratamiento y reutilización del agua residual en el CRIT Teletón, promoviendo un modelo de gestión sostenible que no solo mitigue la contaminación, sino que también genere beneficios económicos y operativos para la institución. Esto permitiría optimizar el uso del recurso hídrico, reducir costos y contribuir a la sostenibilidad ambiental del edificio.

No obstante, uno de los desafíos más relevantes al momento de integrar sistemas de tratamiento en espacios existentes, como lo es el espacio abierto del CRIT, es su impacto visual y funcional dentro del entorno. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias, aunque necesarias, suelen romper con la armonía del diseño paisajístico o arquitectónico si no se integran adecuadamente. Por ello, es indispensable una propuesta de reconfiguración del espacio abierto que permita albergar dichas instalaciones sin provocar una alteración drástica del entorno.

Esto implica no sólo una adaptación técnica y funcional del sistema sanitario, sino también un enfoque sensible al diseño y percepción espacial que mantenga la identidad y funcionalidad del lugar.

En consecuencia, la presente investigación aborda la necesidad de reconfigurar el espacio abierto del CRIT Hidalgo para incorporar una red de tratamiento de aguas sanitarias que responda tanto a las demandas técnicas como estéticas, proponiendo una solución sustentable, eficiente y respetuosa con el entorno.

I.II Objetivo

I.II.I Objetivo general

Proponer alternativas de diseño arquitectónico para repotenciar las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo que aporten a la sostenibilidad ambiental y eficiencia hídrica mediante el diseño de los espacios abiertos y la incorporación de soluciones para la gestión del agua

I.II.II Objetivos particulares

- Analizar el espacio a partir de los factores: Factores físico-ambientales, Factores humanísticos, Factores artificiales y Factores adicionales; para su aprovechamiento e incorporación de soluciones para la gestión del agua.
- Realizar un diagnóstico del espacio abierto que promueva el correcto diseño de áreas abiertas a partir de la incorporación de los diferentes sistemas de biodigestores analizados mediante su adaptación al espacio, capacidad, durabilidad, mantenimiento, sistema de construcción y costo más adecuado a la región.
- Diseñar las áreas abiertas que promuevan una sostenibilidad ambiental además del adecuado tratamiento de las aguas.

I.III Justificación

El presente proyecto parte de la necesidad de una intervención arquitectónica sostenible, en la cual el diseño no solo responde a un problema técnico de tratamiento de aguas residuales, sino que también plantea una propuesta espacial y paisajística que fortalece la imagen, funcionalidad y coherencia del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) de Pachuca. El diseño arquitectónico se concibe como un recurso integral que transforma la infraestructura hidráulica en un elemento armónico con los espacios exteriores, aportando valor estético, ambiental y social al inmueble.

La gestión eficiente del agua es un desafío ambiental y económico en instituciones de salud y rehabilitación, como el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) de Pachuca. A nivel global, la contaminación del agua es una de las principales problemáticas ambientales, y en México, la creciente demanda hídrica hace indispensable la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas residuales (CONAGUA C. N., 2025).

Actualmente el CRIT Pachuca no cuenta con un sistema adecuado para el tratamiento y reaprovechamiento del agua residual que genera diariamente. Esta situación genera dos problemas principales: un impacto ambiental negativo debido a la descarga inadecuada de aguas residuales y costos elevados en el consumo de agua potable y el servicio de alcantarillado.

El anteproyecto responde a la necesidad de implementar una solución arquitectónica funcional y sostenible que mejore la eficiencia hídrica del CRIT Hidalgo, que permita el correcto mantenimiento de las áreas verdes. En este sentido, el diseño busca integrar armónicamente los elementos técnicos en el paisaje y la arquitectura existentes, promoviendo un enfoque respetuoso con el entorno.

Desde el punto de vista técnico y ambiental, los biodigestores permiten transformar los desechos orgánicos contenidos en las aguas residuales en recursos útiles: agua tratada para riego subterráneo y abono orgánico, lo cual mejora la calidad de las áreas verdes. Esto reduce la dependencia del agua potable, incrementa la autosuficiencia del inmueble, y fortalece el compromiso institucional con la sostenibilidad ambiental.

Para garantizar el éxito del proyecto, es fundamental realizar un análisis detallado de las condiciones del sitio, considerando aspectos como las pendientes del terreno, el tipo de suelo y las características específicas del agua residual generada. Este análisis permitirá definir adecuadamente los criterios técnicos del sistema propuesto, asegurando su funcionalidad, eficiencia y viabilidad.

Asimismo, el diseño de la red sanitaria será clave para optimizar el flujo de aguas residuales hacia el sistema de tratamiento. Se tomarán como base las especificaciones establecidas en la normativa vigente y se calculará el volumen de agua a tratar para dimensionar correctamente los biodigestores, garantizando una propuesta coherente, eficiente y sustentable que responda a las necesidades específicas del CRIT Pachuca.

Finalmente, este proyecto propone una intervención arquitectónica que no solo busca mejorar el funcionamiento del inmueble en términos hidráulicos y económicos, sino también aportar de manera positiva en los aspectos visuales, espaciales, sociales y ambientales del entorno. Esto reafirma el papel del arquitecto como generador de soluciones integrales, funcionales y responsables con el medio ambiente.

II. Las áreas verdes y su mantenimiento

II.I Antecedentes

El espacio público puede afirmarse que es el lugar o sitio que da identidad a la ciudad, diferenciándola de un mero conjunto de construcciones aisladas como casas o edificios (Gamboa Samper, 2003).

La incorporación de edificaciones aisladas dentro del paisaje representa un reto importante tanto para su gestión como para la planificación territorial. En este contexto, uno de los temas clave es cómo lograr una adecuada integración de las intervenciones humanas, especialmente en lo que respecta a infraestructuras como las de transporte o las instalaciones hidráulicas (Mérida Rodríguez y Lobón Martín, 2011).

Para lograr una integración paisajística adecuada, se han propuesto cinco estrategias que consideran factores como la ubicación del proyecto, su forma y tipo, así como el uso de elementos externos que ayuden a su incorporación visual. Estas estrategias son:

1. Adaptar la intervención al paisaje tal como se presenta.
2. Ajustarse a componentes específicos del entorno.
3. Tomar como referencia la imagen general del paisaje.
4. Hacer referencia a elementos particulares del entorno.
5. Vincularse visualmente con paisajes o elementos de valor histórico o patrimonial (Mérida Rodríguez y Lobón Martín, 2011).



Figura 1. Parque Houtan en Shanghai / Turenscape (Fuente: Archdaily)

La gestión inadecuada de las aguas residuales puede generar afectaciones tanto en la salud pública como en los diversos ecosistemas. Aunque la recolección y el tratamiento de estas aguas es una práctica relativamente reciente, existen evidencias de sistemas de alcantarillado en antiguas civilizaciones, como las ciudades prehistóricas de Creta y los asentamientos de la antigua Asiria (César Valdez y Vázquez González, 2001).

Sus inicios se remontan a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, coincidiendo con el auge del Higienismo en las principales ciudades latinoamericanas (Sánchez Ruiz, 2020).



Figura 2. La historia del drenaje profundo en CDMX (Fuente: Silver Tubos)

Su desarrollo surgió como respuesta a la relación identificada entre la contaminación de cuerpos y cursos de agua y la propagación de enfermedades de origen hídrico. En sus primeras etapas, el método utilizado consistía en el vertido de aguas residuales en el suelo; sin embargo, con el aumento del volumen de estas, la capacidad de absorción del terreno resultó insuficiente (Rojas, 2002). En Inglaterra, tras la epidemia de cólera a mediados del siglo XIX, se inició la construcción de sistemas de alcantarillado, idea de Edwin Chadwick, aunque en ese momento el tratamiento de las aguas residuales recibió poca atención y debido a la limitada extensión y caudal de sus ríos, la contaminación del agua pronto se convirtió en un problema significativo (Glick, 1994).

En un principio, los esfuerzos de tratamiento se enfocaron más en mitigar los impactos en la industria y la agricultura que en abordar los problemas de salud pública (Rojas, 2002). Para mitigar estos problemas, se desarrollaron y aplicaron nuevos métodos de tratamiento intensivo. En este contexto, se investigaron diversas técnicas como la precipitación química, la digestión de lodos, la filtración intermitente en arena, la filtración en lechos de contacto y la aeración de aguas residuales. Finalmente, en 1912, se logró el desarrollo del proceso de lodos activados (Rojas, 2002).

II.II Tratamiento de las áreas verdes con aguas residuales

Las aguas residuales se generan cuando el ser humano introduce contaminantes, formas de energía o modifica las condiciones del agua, ya sea de manera directa o indirecta. Estas alteraciones afectan su calidad en relación con sus posibles usos futuros y su función ecológica (Díaz Cuenca et al., 2012). El tratamiento de aguas residuales es una medida esencial para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud pública. Su objetivo no es lograr un agua completamente estéril, libre de microorganismos, sino reducir la presencia de agentes patógenos hasta niveles seguros, permitiendo su reutilización en actividades como el riego o ciertos procesos industriales (Reynolds, 2002).

De acuerdo con (Muñoz Cruz, 2008), el tratamiento de aguas residuales abarca un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para reducir o eliminar los contaminantes y características indeseables presentes en aguas naturales, residuales o negras. Dada su complejidad, requiere un análisis detallado de las necesidades específicas de depuración. El nivel de tratamiento necesario para un agua residual está determinado principalmente por los límites de vertido establecidos para el efluente.

1. Tratamiento primario (físico) o pretratamiento: El propósito principal de esta etapa es remover los sólidos gruesos o visibles presentes en el agua residual. Además, si no son eliminados en esta fase inicial y alcanzan etapas posteriores del tratamiento, pueden provocar fallos operativos y afectar negativamente la eficiencia de los procesos de depuración (Chávez Vera, 2017).

2. Tratamiento secundario: Consiste en la aplicación de procesos biológicos convencionales para la eliminación de materia orgánica biodegradable (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015).

3. Tratamiento terciario: Se trata de un conjunto de procesos diseñados para elevar la calidad del efluente más allá de lo alcanzado en las etapas previas del tratamiento. Este tipo de tratamiento suele enfocarse en la eliminación de compuestos como el fósforo e incorpora operaciones adicionales que optimizan las características finales del agua tratada (Muñoz Cruz, 2008).

A continuación se muestra la clasificación convencional de los procesos de tratamiento de aguas residuales:

A) Tratamiento primario

-Cribado o desbrozo: De acuerdo con (Sierra Mesa y Sepulveda Mancipe, 2017), este proceso consiste en el uso de un dispositivo con aberturas de tamaño uniforme, diseñado para retener sólidos de gran tamaño presentes en el agua residual. A través de esta red, se separan materiales como piedras, plásticos y otros residuos voluminosos que podrían afectar el correcto funcionamiento de las etapas posteriores del tratamiento y comprometer la eficacia de los procesos biológicos. Su propósito principal es evitar la acumulación de estos elementos en el sistema, reduciendo el riesgo de obstrucciones en los equipos. (Ver figura 1 y 2)



Figura 3. Tratamiento Cribado o desbrozo
(Fuente: WesTech Engineering, Inc.)

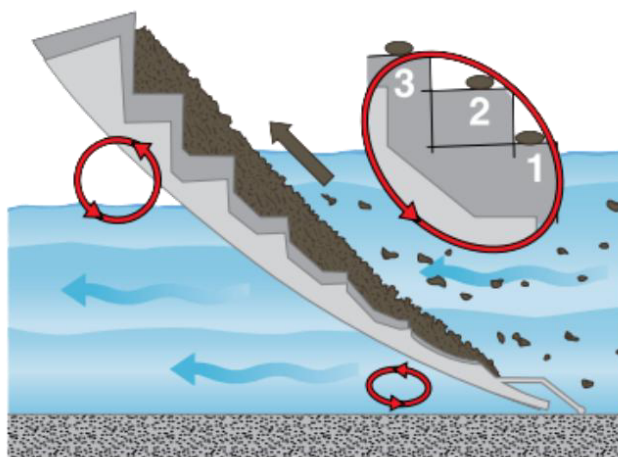


Figura 4. Tratamiento Cribado o desbrozo
(Fuente: WesTech Engineering, Inc.)

-Sedimentación: Se trata de un proceso puramente físico en el que los sólidos en suspensión se separan debido a la diferencia de densidad. Las partículas con una densidad mayor que la del agua son eliminadas mediante la acción de la gravedad (Fernández, 2015).

Sin embargo, este método no permite la remoción de partículas muy finas, aquellas en estado coloidal o las que poseen una densidad similar o inferior a la del agua tratada (Fernández, 2015).

También conocido como decantación, este proceso tiene como finalidad la reducción de los sólidos en suspensión únicamente mediante la fuerza gravitatoria. Como resultado, se obtiene un líquido claro en la parte superior del equipo, mientras que los sólidos se acumulan en el fondo en forma de lodos o fangos con diferentes niveles de concentración (Fernández, 2015). (Ver figura 3)

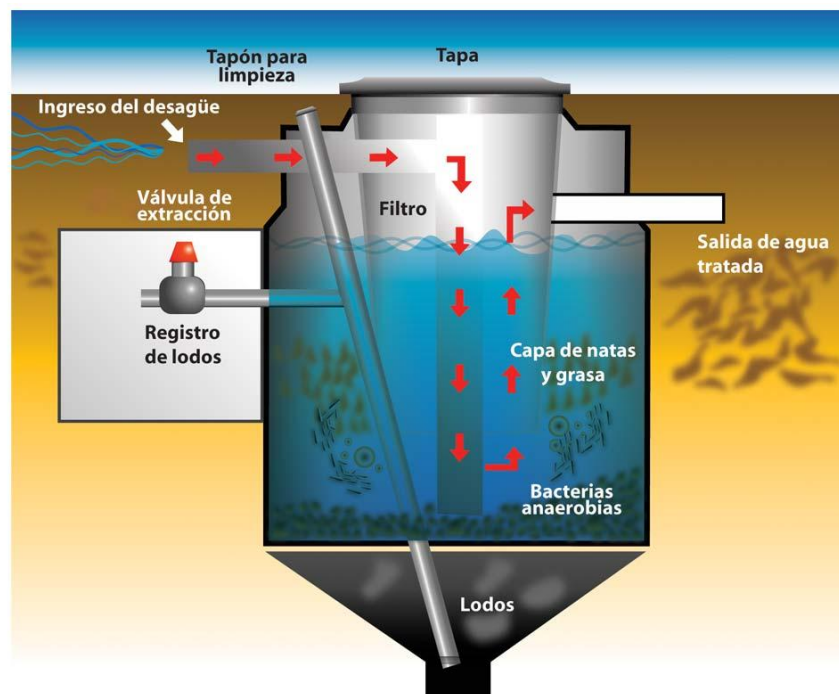


Figura 5. Tratamiento de sedimentación con biodigestor autolimpiable (Fuente: Rotoplas)

Flotación: Este proceso se emplea para separar partículas sólidas y líquidas en aguas residuales, basándose en el principio de que aquellas con menor densidad que el agua tenderán a flotar, lo que facilita su recolección en la superficie (Moscoso Yulán et al., 2019).

Para mejorar esta separación, se inyectan burbujas de aire en el agua, las cuales se adhieren a las partículas en suspensión y las hacen ascender, permitiendo la eliminación de algunas con mayor densidad que la del agua (Moscoso Yulán et al., 2019).

Además, este método favorece la separación de líquidos con densidad inferior a la del agua. Algunas partículas demasiado pequeñas tardarían demasiado en eliminarse por sedimentación, pero gracias a la flotación, su remoción es más eficiente (Moscoso Yulán et al., 2019). (Ver figura 4)

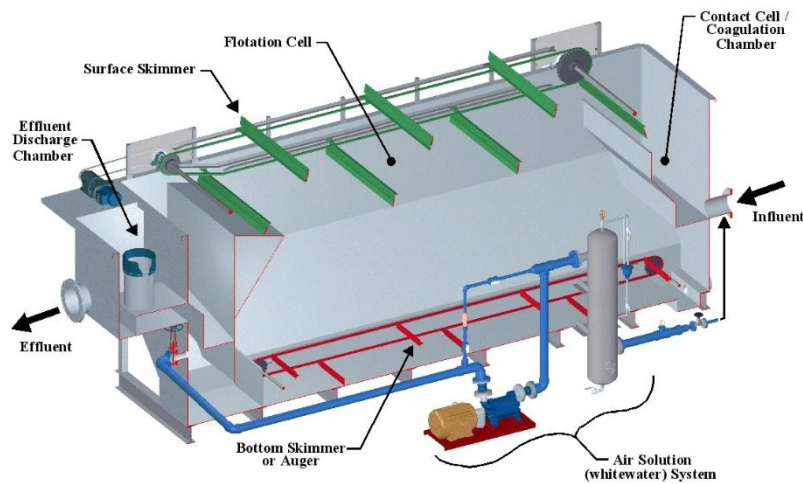


Figura 6. Tratamiento por flotación (Fuente: SPENA GROUP.)

-Separación de aceites: También denominada **trampa de grasas** o **desengrasado**, esta técnica se basa en la flotación natural para remover grasas y aceites de las aguas residuales. Se trata de un pretratamiento cuyo diseño considera un tiempo de retención hidráulico adecuado, permitiendo que estos compuestos asciendan y sean eliminados. La capacidad del sistema se ajusta en función del caudal máximo horario generado por la fuente emisora (Chinchilla Paniagua, 2016). (Ver figura 5)

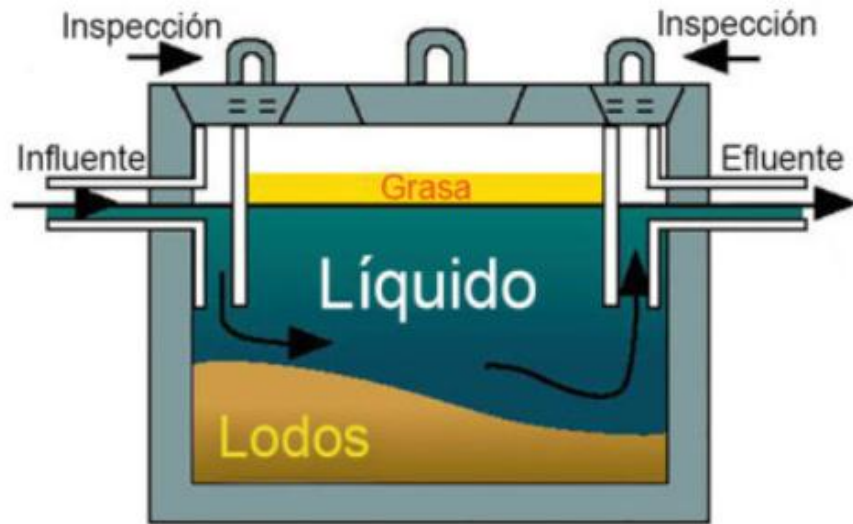


Figura 7. Tratamiento por separación de aceites (Fuente: Saneamiento Ambiental S.A.S.)

-Homogeneización: Este proceso consiste en mezclar los distintos efluentes generados durante la producción para reducir tanto el caudal como las concentraciones de las diversas características del vertido, logrando una composición más uniforme a lo largo del tiempo. La homogeneización facilita el tratamiento de las aguas residuales, estabiliza el pH, disminuye los requerimientos de área y las cargas para etapas de tratamiento posteriores. Además, simplifica la dosificación de los reactivos y mejora la confiabilidad y eficiencia del proceso (Alfonso Correa y Vargas Guerrero, 2018). (Ver figura 6)

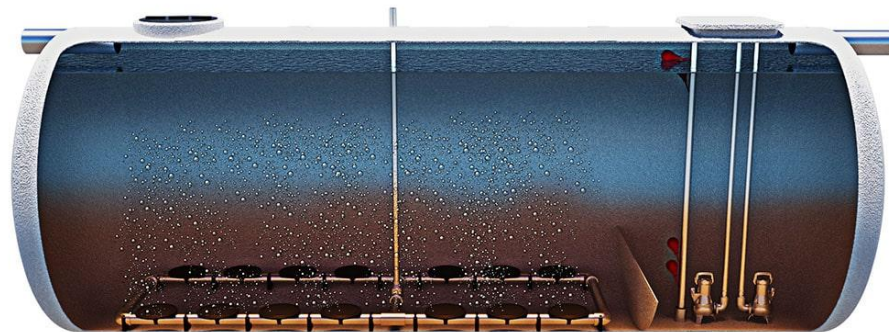


Figura 8. Tratamiento por Homogeneización (Fuente: ACO REMOSA.)

-Neutralización: Este proceso químico tiene como objetivo ajustar el pH del agua para alcanzar niveles neutros, facilitando la precipitación y posterior eliminación de contaminantes, en particular los metales pesados. Investigaciones han demostrado que este tratamiento ayuda a reducir la acidez, mejorando notablemente la calidad del agua (Alegre Jara et al., 2023).
(Ver figura 7)



Figura 9. Tratamiento por Neutralización (Fuente: Aquadynamics.)

B) Tratamiento secundario

-Lodos activos/Aireación: Este proceso biológico de contacto involucra la interacción de organismos vivos aerobios con los sólidos orgánicos presentes en las aguas negras, favoreciendo su descomposición aeróbica. La efectividad de este tratamiento depende de mantener un suministro constante de oxígeno disuelto en las aguas durante todo el proceso, ya que el medio ambiente se forma por las mismas aguas residuales (Giraldo Valencia y Restrepo Marulanda, 2003).

El nombre de este proceso proviene de la formación de una masa de microorganismos activos, capaces de degradar materia orgánica en condiciones aerobias. Para generar este ambiente, se emplea aireación mecánica o difusa dentro de un tanque de aireación. Luego del tratamiento en este tanque, la biomasa es separada en un sedimentador secundario, donde una parte de ella es recirculada al reactor para mantener el proceso en funcionamiento (Collazos, 2008). (Ver figura 8)

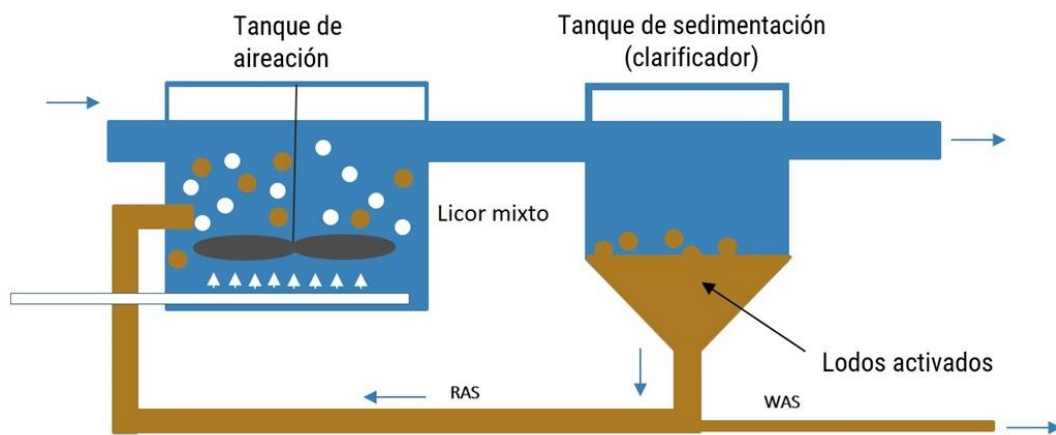


Figura 10. Tratamiento Lodos activos (Fuente: Cropaia.)

-Estabilización por contacto: Esta variante del sistema de lodos activos se basa en la capacidad de absorción del floc biológico. En este proceso, el sustrato coloidal es captado rápidamente por la biomasa microbiana mediante absorción física, seguido de su descomposición enzimática y la utilización del material soluble resultante. Para llevarlo a cabo, el agua residual se mezcla con el lodo activo recirculado dentro de un tanque aireado conocido como Reactor de Contacto (Vásquez et al., 2010). (Ver figura 9)

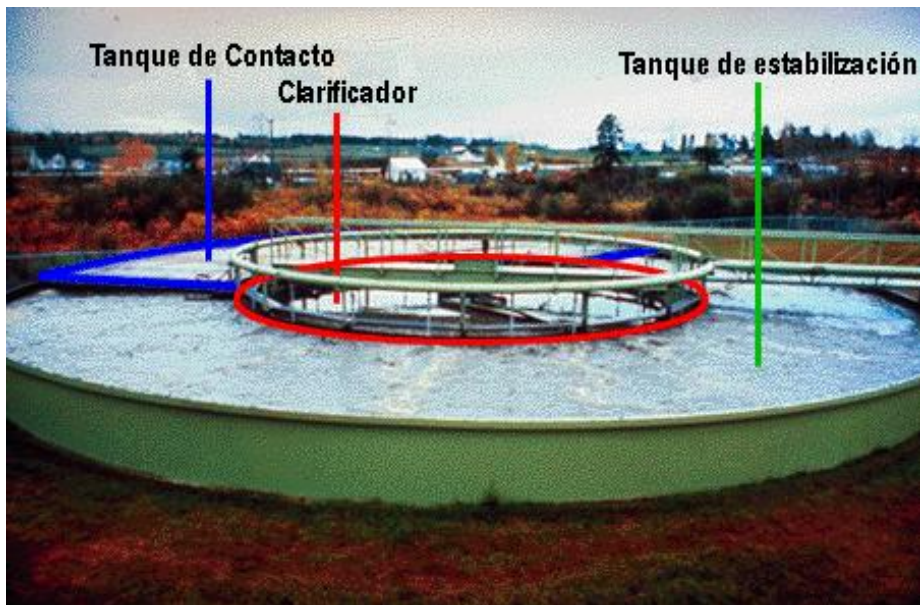


Figura 11. Tratamiento de lodos por estabilización por contacto (Fuente: Cidta)

-Lagunaje por aireación/Estabilización por lagunaje: Este sistema generalmente está conformado por tres lagunas de estabilización dispuestas en serie. Primero, una laguna anaerobia, seguida de una laguna facultativa, donde coexisten procesos anaerobios en las zonas más profundas y aerobios en las capas superficiales. Finalmente, se encuentra la laguna aerobia o de maduración, utilizada cuando es necesario un tratamiento de desinfección. (Fábregas Cores, 2006).

El término laguna de estabilización hace referencia a un cuerpo de agua sin sistemas mecánicos de mezcla o aireación. La depuración del efluente ocurre gracias a la acción de bacterias aerobias y anaerobias en suspensión, junto con un tiempo prolongado de retención (Fábregas Cores, 2006). (Ver figura 10)

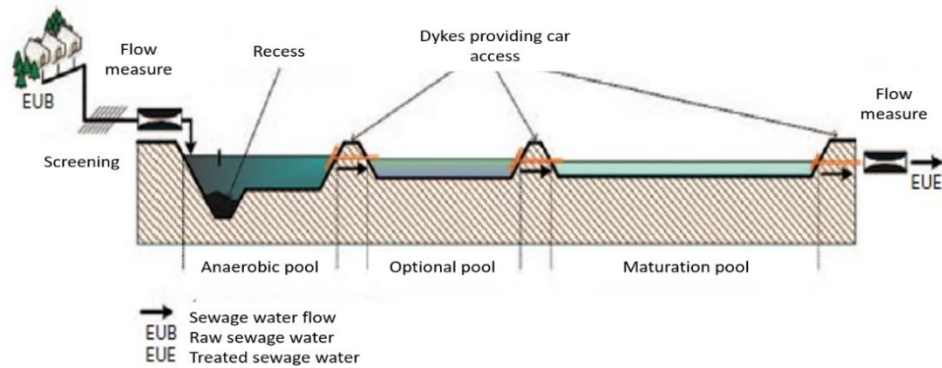


Figura 12. Tratamiento de agua por Lagunaje (Fuente:Wikiwater)

-Filtros biológicos (percoladores): Este sistema consiste en un lecho de material de relleno cubierto por una capa de limo biológico, a través del cual se filtra el agua residual. Usualmente, el efluente se distribuye uniformemente sobre la superficie del lecho mediante un distribuidor rotativo. A medida que el agua percola de manera descendente, los microorganismos presentes en el biofilm contribuyen a la degradación de la materia orgánica, y el efluente tratado es recolectado en la parte inferior del sistema. Estos sistemas también son conocidos como reactores de crecimiento biológico (Ramalho, Filtros Percoladores, 1996) Además, es común el uso de reactores anaerobios como una etapa inicial del tratamiento para mejorar la eficiencia del proceso (Sertório de Almeida et al., 2018). (Ver figura 11)

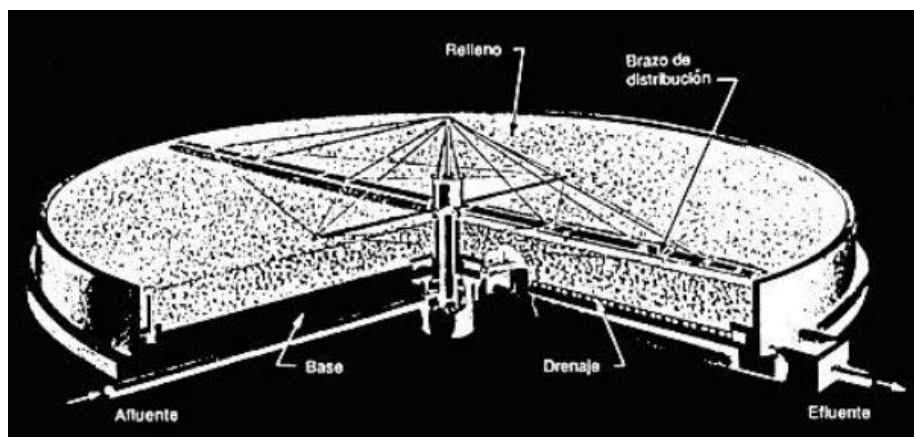


Figura 13. Tratamiento de agua por filtros biológicos (percoladores) (Fuente: (Ramalho, Filtros Percoladores, 1996)

-Discos biológicos Este sistema está compuesto por un conjunto de discos montados concéntricamente sobre un eje y separados entre sí. El eje es accionado por un motor a través de un mecanismo de transmisión que permite ajustar la velocidad de rotación según los requerimientos del proceso. Los discos pueden variar en material y tamaño dependiendo de la calidad del agua a tratar y del caudal a procesar (Steinbach, 2021).

Antes de ingresar al sistema, el agua debe someterse a un pretratamiento para garantizar su correcto funcionamiento. (Ver figura 12)

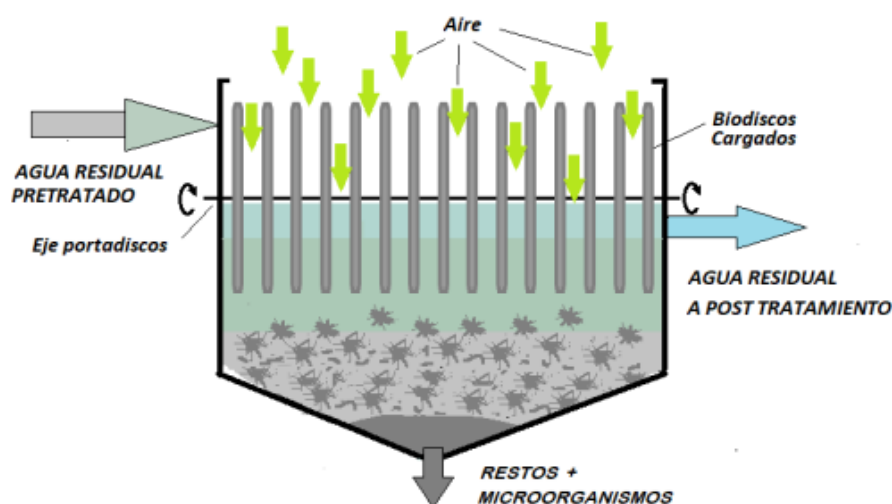


Figura 14. Tratamiento de agua por discos biológicos (Fuente: (Steinbach, 2021))

-Tratamientos anaerobios: La digestión anaerobia es un proceso de fermentación en el que la materia orgánica se descompone, generando biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono. Este tipo de proceso ocurre en entornos donde hay disponibilidad de materia orgánica y un bajo potencial redox, es decir, en ausencia de oxígeno. Algunos ejemplos de estos ambientes incluyen el sistema digestivo de rumiantes, pantanos, sedimentos de cuerpos de agua, vertederos municipales e incluso alcantarillas (López Vázquez et al., 2017).

El tratamiento anaerobio por sí sólo es muy efectivo en la remoción de compuestos orgánicos biodegradables, dejando compuestos mineralizados. (López Vázquez et al., 2017).

Los reactores anaerobios modernos están diseñados para retener la biomasa incluso bajo altas cargas orgánicas, asegurando un contacto eficiente entre el agua residual afluyente y la biomasa retenida. Estos sistemas, conocidos como reactores de alta carga, han ganado reconocimiento como una tecnología avanzada clave para la protección ambiental y la conservación de recursos. (Giménez García, 2014) (Ver figura 13)

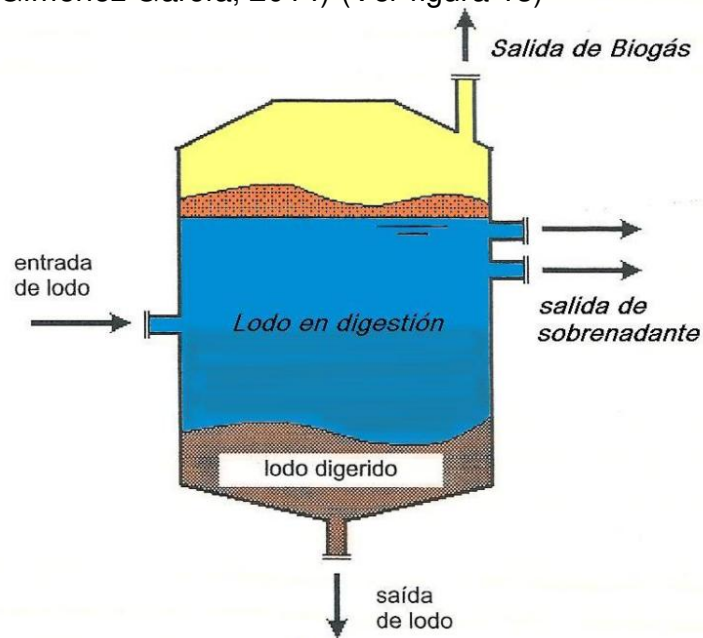


Figura 15. Tratamiento anaerobio (Fuente: Instituto del agua)

C) Tratamiento terciario o avanzado

-Microtamizado, Filtración y Coagulación: El microtamizado se realiza mediante tambores rotativos, donde el agua residual es introducida de forma continua en su interior. Este proceso permite la eliminación de entre 70% y 90% de los sólidos en suspensión (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015).

La filtración es un método utilizado para alcanzar eficiencias de eliminación de sólidos en suspensión de hasta 99%. Los materiales más comunes empleados en los filtros incluyen arena, antracita y tierra de diatomeas. Por otro lado, la coagulación se lleva a cabo con el uso de productos químicos como sulfato de alúmina, polielectrolitos, cal, entre otros reactivos (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015). (Ver figura 14 y 15)

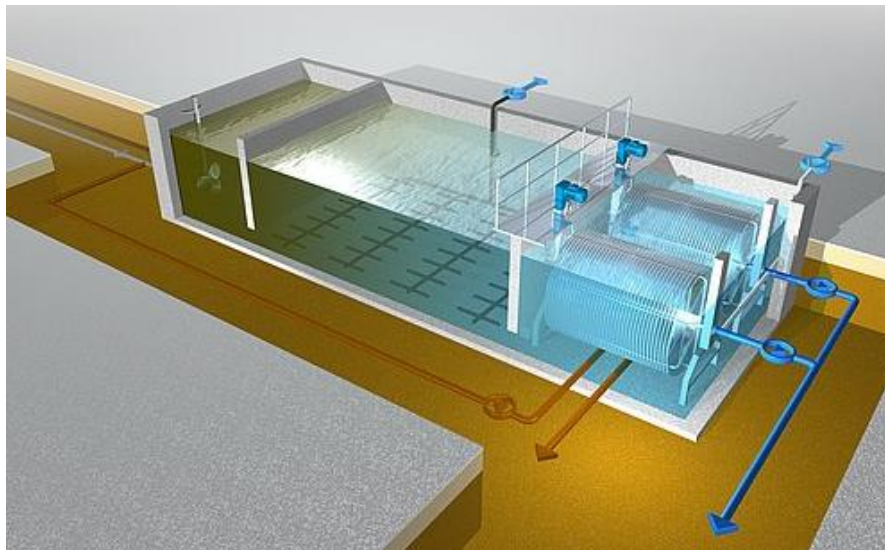


Figura 17. Microtamizado y Filtración (Fuente: HUBER TECHNOLOGY)

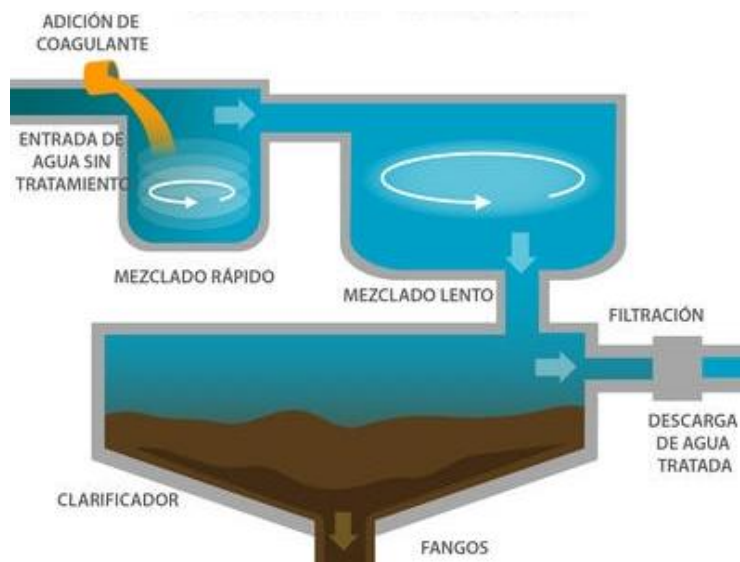
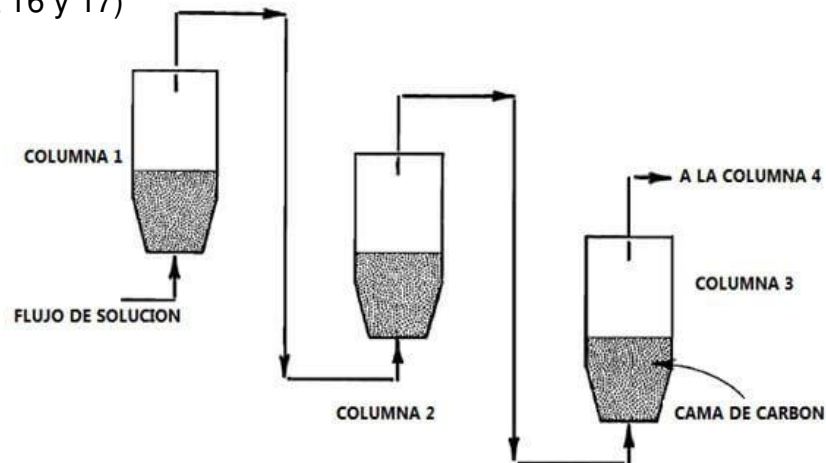


Figura 16. Coagulación y Floculación (Fuente: Instituto del agua)

-Adsorción en carbón activo: La adsorción es un proceso en el que un soluto se concentra en la superficie de un sólido. En este caso, el sólido utilizado como adsorbente es el carbón activo, mientras que el soluto a remover se denomina adsorbato (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015).

Tanto la adsorción como el intercambio iónico se llevan a cabo utilizando materiales como carbón activado, zeolitas o resinas de intercambio iónico. Sin embargo, una de las principales desventajas de estos métodos es el alto costo de algunos adsorbentes. En el ámbito de la metalurgia extractiva, el uso de carbón activado ha cobrado relevancia, especialmente en la purificación de electrolitos y en la recuperación de metales preciosos como oro y plata, entre otros metales pesados (Penedo Medina et al., 2015).

(Ver figura 16 y 17)



CONFIGURACION DE UN CIRCUITO CON COLUMNAS DE CARBON ACTIVADO

Figura 19. Adsorción en carbón activo (Fuente: 911 Metallurgist)

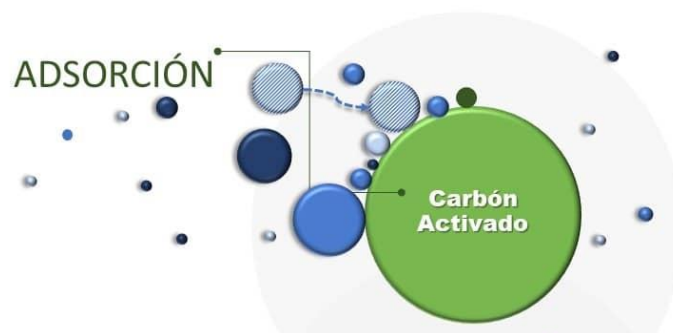


Figura 18. Adsorción (Fuente: MACROFILTER)

-Intercambio iónico: El intercambio iónico es una opción accesible y de bajo costo para el tratamiento de aguas con alta alcalinidad. Este proceso funciona mediante intercambiadores de iones, los cuales sustituyen ciertos iones presentes en el agua por otros, reteniéndolos temporalmente en su superficie y posteriormente liberándolos en una solución regenerante. En este sistema, los iones no deseados son reemplazados por otros menos perjudiciales o más adecuados para su uso (Cortijo Herrera, 2013). (Ver figura 18)

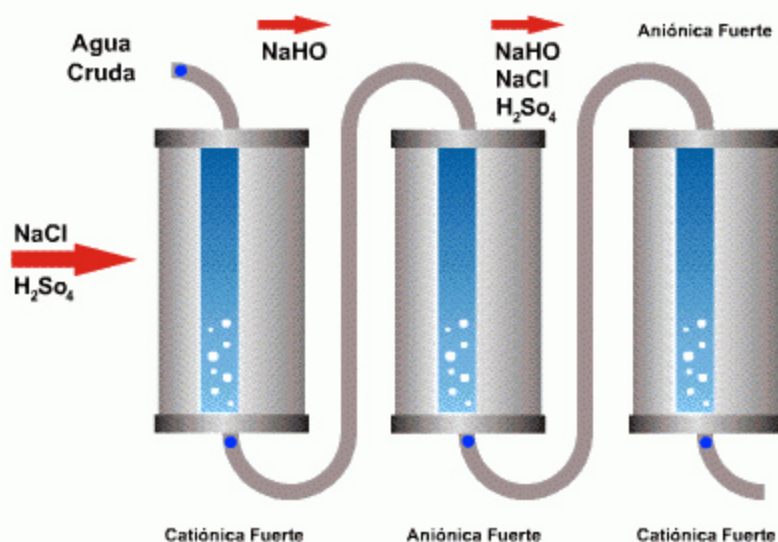


Figura 20. Intercambio iónico (Fuente: CONTYQUIM)

-Ósmosis Inversa: La purificación del agua mediante este proceso se basa en la combinación de presión y el uso de membranas semipermeables, con el objetivo de eliminar partículas no deseadas y obtener agua potable, pura o ultrapura, dependiendo del uso requerido. Este método tiene amplias aplicaciones tanto en el ámbito industrial como comercial. Entre sus usos más destacados se encuentra la desalinización del agua de mar para su consumo humano, la disminución de sólidos disueltos en sistemas que alimentan calderas o equipos de vapor, así como la eliminación de virus en procesos farmacéuticos, entre otras muchas aplicaciones (Moreno Benavides, 2011). (Ver figura 19)

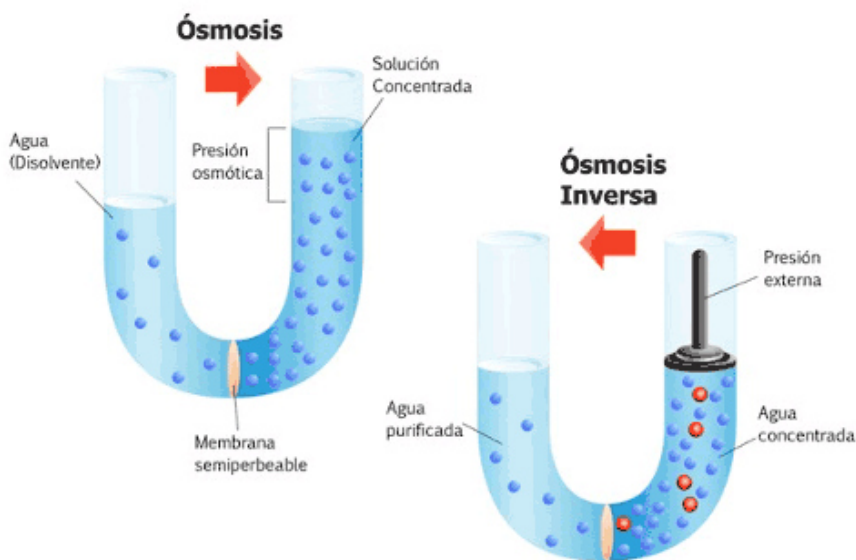


Figura 21. Diagrama de proceso de ósmosis y ósmosis inversa (Fuente: Carbotecnia)

-Electrodiálisis: Este proceso se basa en la separación iónica mediante un conjunto de membranas dispuestas de maneras sucesivas y separadas entre sí. Al aplicar un campo eléctrico, los iones disueltos migran a través de estas membranas, las cuales funcionan como tamices selectivos. La técnica se lleva a cabo dentro de una celda electrolítica y permite la separación de iones de manera selectiva, gracias a la acción de un campo eléctrico continuo sobre membranas de intercambio iónico (Mayorga y Ariza, 2013).

La electrodiálisis fue desarrollada originalmente para la desalación del agua de mar. Actualmente, es considerada una técnica prometedora para la eliminación de nutrientes inorgánicos presentes en las aguas residuales, por lo que puede utilizarse como una etapa final en los procesos de tratamiento de estas aguas (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015).

(Ver figura 20)

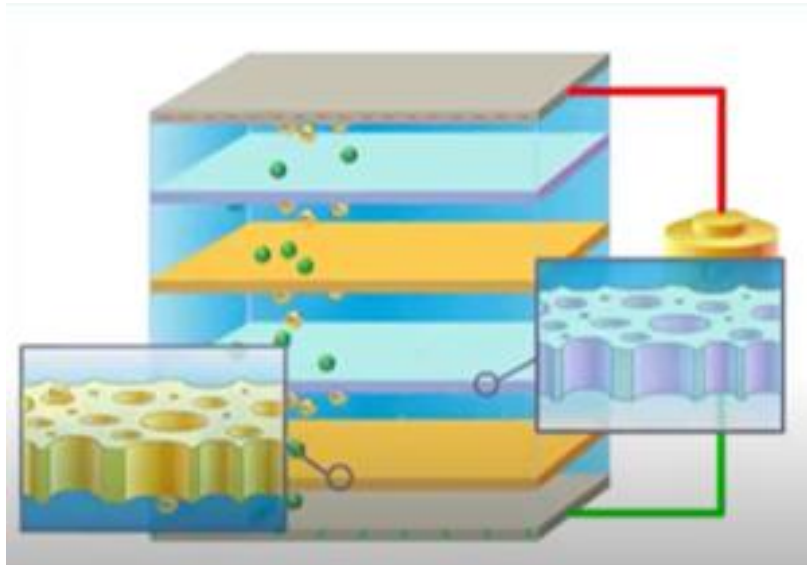


Figura 22. Electrodiálisis (Fuente: Veolia Water Technologies & Solutions)

-Procesos de oxidación química (Cloración y Ozonación): La ozonación se utiliza principalmente en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Gracias a su capacidad oxidante, el ozono es reconocido como uno de los desinfectantes más rápidos y eficaces. Su acción abarca la eliminación de bacterias, virus (efecto viricida), hongos y esporas. Además, el ozono es un agente altamente oxidante en soluciones acuosas, atacando a la mayoría de los metales, con excepción del oro y el platino (Borrero Salazar et al., 2008).

La cloración es el método más utilizado para la desinfección del agua potable y consiste en la aplicación de cloro en forma de gas o sales como el hipoclorito de sodio o de calcio. Su efectividad desinfectante se debe a su capacidad de oxidación, lo que le permite reaccionar con diversas sustancias. Además, mantiene un nivel residual en el agua tratada, previniendo así posibles contaminaciones microbiológicas (del Barrio de Vergara, 2015).

(Ver figura 21 y 22)

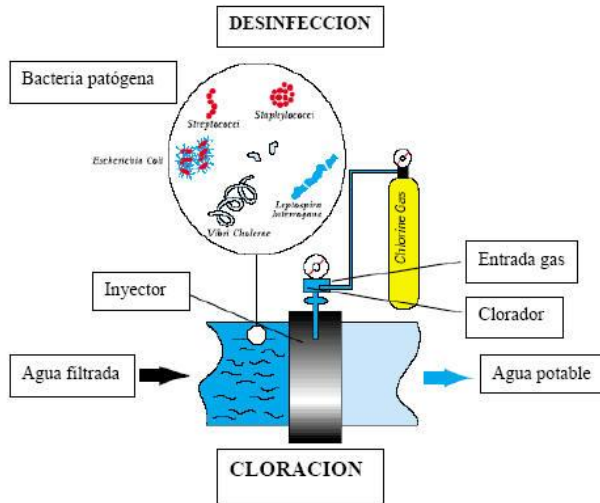


Figura 23. Cloración (Fuente: Instituto del Agua)

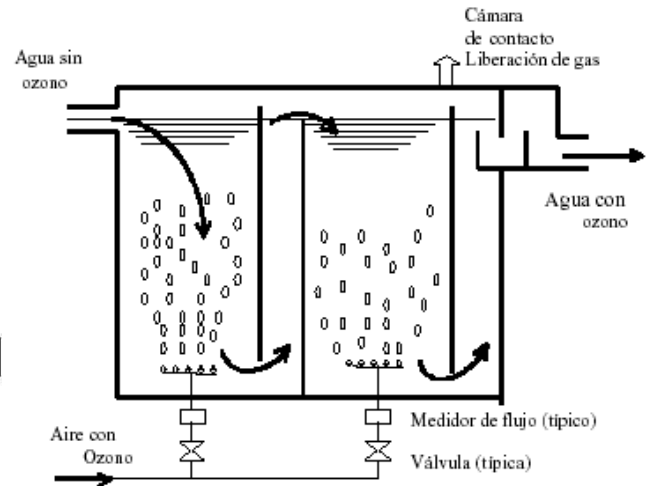


Figura 24. Ozonación (Fuente: El agua potable)

-Procesos de reducción de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno): En las aguas residuales urbanas, el nitrógeno suele presentarse en forma de nitrógeno amoniacal. Su eliminación biológica ocurre en dos etapas: primero, mediante la nitrificación, el nitrógeno amoniacal se convierte en nitratos a través de procesos de oxidación; posteriormente, en la fase de desnitrificación, los nitratos se transforman en nitrógeno gaseoso (Escaler y Mujeriego Sahuquillo, 2001).

Por su parte, la eliminación del fósforo por vía biológica también implica dos fases. En la primera, se requiere un ambiente sin oxígeno disponible, tanto disuelto como en compuestos como nitritos y nitratos, evitando así que estos últimos actúen como aceptores de electrones. En la segunda etapa, ya en condiciones aeróbicas, los microorganismos asimilan los compuestos orgánicos almacenados previamente (Escaler y Mujeriego Sahuquillo, 2001). (Ver figura 23)



Figura 25. Planta de tratamiento de fósforo en aguas residuales (Fuente: TECPA)

D) Otro tipo de tratamiento de aguas residuales

-Proceso Sonozone de purificación de aguas residuales: Este método, desarrollado por la Universidad de Notre Dame en colaboración con la Ecology Division de Telecommunications Industries, Inc., corresponde a un tratamiento terciario que integra el uso de ultrasonidos y ozono. Consta de tres fases, de las cuales las dos primeras se enfocan en el pretratamiento del agua (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015). (Ver figura 24)

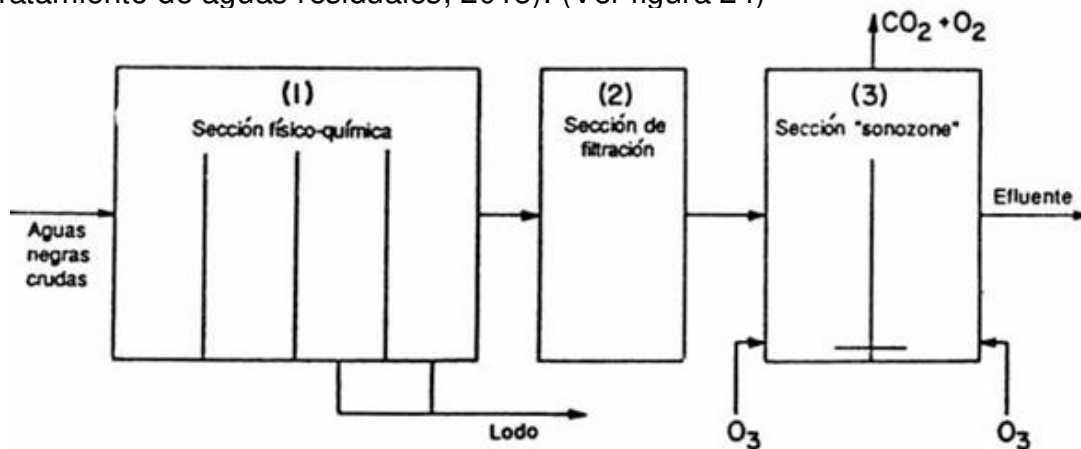


Figura 26. Proceso Sonozone de purificación de aguas residuales (Fuente: (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015))

II.III Tratamiento del agua para áreas verdes con biodigestores

Se puede definir a un biodigestor como un sistema que emplea la digestión anaerobia, es decir, en ausencia de oxígeno, para descomponer la materia orgánica presente en el estiércol mediante la acción de bacterias ya presentes en él. Este proceso da lugar a la producción de biogás y fertilizante. El biogás se utiliza comúnmente como combustible para generar energía en aplicaciones como cocinas, calefacción e iluminación, mientras que el fertilizante, conocido como biol, es un abono natural que contribuye a mejorar la productividad de los cultivos (Martí Herrero, 2008).

Según (Rivas Solano et al., 2010) los biodigestores, son sistemas diseñados para optimizar la producción de biogás a partir de desechos agrícolas, estiércol o efluentes industriales, entre otros, los cuales permiten así la obtención de energía limpia y de bajo costo a partir de una fuente renovable.

A) Tipos de Biodigestores

En el mundo existen diferentes tipos de biodigestores, la mayoría de los modelos tienen historia y creación en Asia (Forget, 2011).

Se mencionaran los más conocidos.

-Biodigestor de tipo chino o cúpula fija: Este modelo de biodigestor es uno de los más utilizados a nivel mundial y fue diseñado originalmente en China para abordar problemas sanitarios. Su capacidad mínima recomendada es de 5 m³, aunque existen versiones de hasta 200 m³. La estructura del biodigestor, que se encuentra enterrada, tiene una base de ladrillos o concreto, mientras que su cúpula fija también está construida en concreto. Para garantizar la estanqueidad y evitar fugas de gas en la cúpula, su construcción debe ser realizada por albañiles capacitados. Este sistema opera en modo batch y de mezcla, combinando dos formas de funcionamiento (Forget, 2011).

Trabaja a presión variable, ya que su propósito principal no es la producción de biogás, sino la obtención de abono orgánico. Debido a las variaciones en la presión, el aprovechamiento del gas generado no siempre es completamente eficiente, este modelo en particular tiene una duración de aproximadamente 20 años (Forget, 2011). (Ver figura 25)

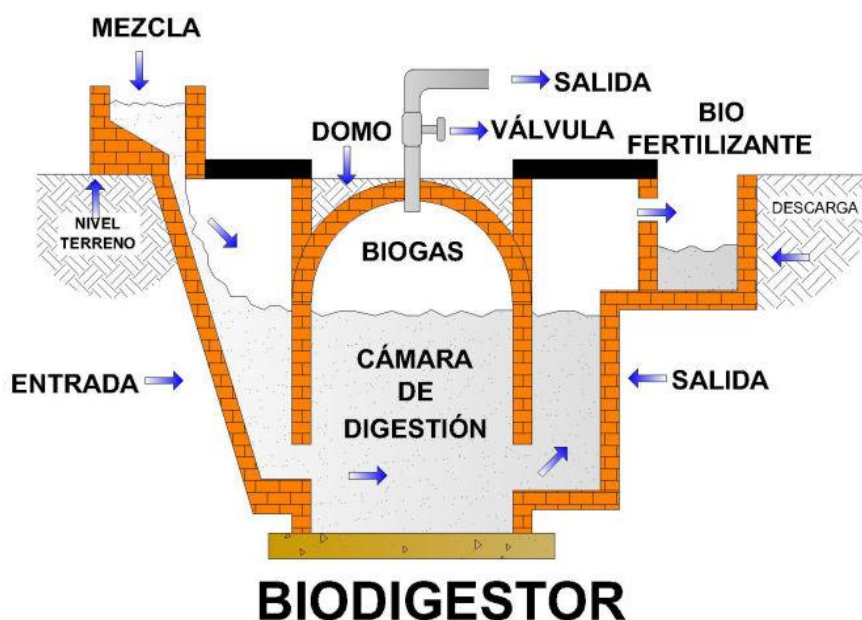


Figura 27. Biodigestor tipo chino o cúpula fija (Fuente: IQR Ingeniería Química)

-Biodigestor de tipo hindú o cúpula flotante: Este tipo de plantas está compuesto por un digestor ubicado bajo tierra y un contenedor móvil para almacenar el gas. Dicho contenedor puede flotar directamente sobre la mezcla en fermentación o sobre una capa de agua. El biogás producido se acumula en un tambor especializado, el cual se eleva o desciende en función del volumen de gas almacenado (Corona Zúñiga, 2007).

Este modelo tiene una durabilidad más corta de 5 años en zonas costeras y 15 años máximos (Forget, 2011). (Ver figura 26)

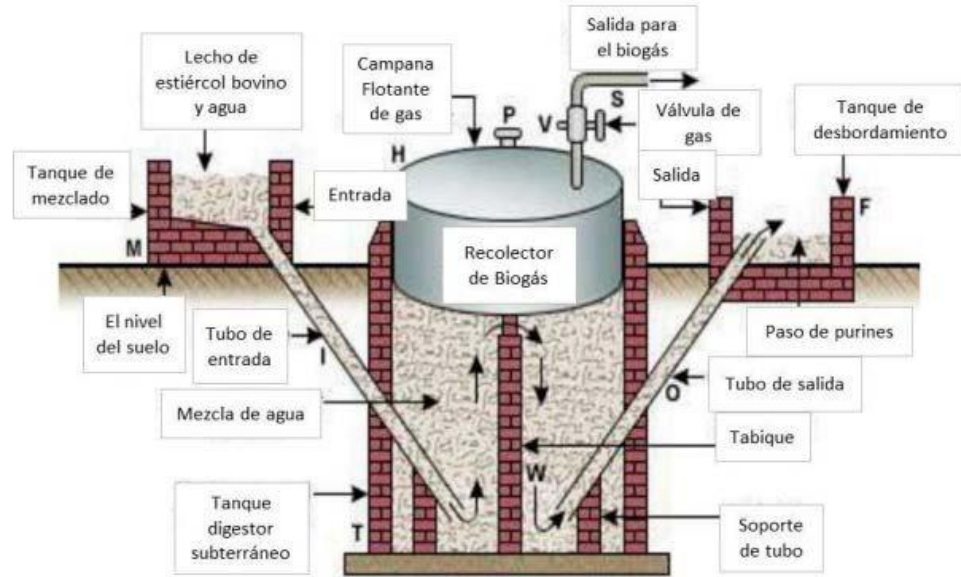


Figura 28. Biodigestor de tipo hindú o cúpula flotante (Fuente: ResearchGate)

-Biodigestor de tipo Taiwán o tubular: Este tipo de biodigestor, en términos generales, está compuesto por una estructura fabricada con una membrana impermeable a líquidos y gases, instalada de manera horizontal dentro de una fosa excavada en el suelo. En su interior, el gas generado se acumula en la parte superior de la bolsa, que contiene biomasa en proceso de fermentación. A medida que avanza la producción de biogás, la bolsa se infla gradualmente, operando a baja presión. Este modelo es una opción económica y tiene una vida útil estimada de entre 5 y 10 años (Castillo Montenegro, 2018). (Ver figura 26)

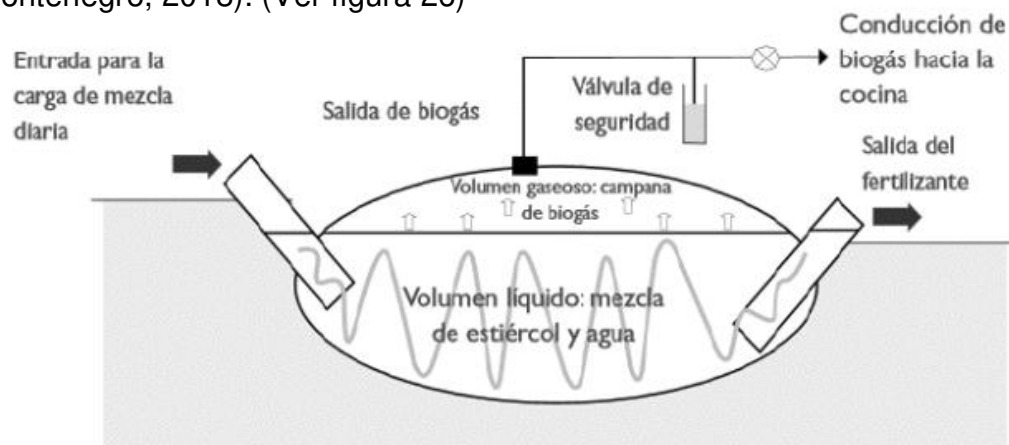


Figura 29. Biodigestor de tipo Taiwán o tubular: (Fuente: (Castillo Montenegro, 2018))

-Biodigestor de tipo media bolsa: Este tipo de biodigestor consta de un tanque de cemento con una cubierta de plástico en forma de bolsa. Su funcionamiento es similar al del biodigestor tubular, ya que opera con un flujo horizontal y está parcialmente enterrado. Su costo de instalación no es elevado cuando el cemento es un material accesible en la región (Forget, 2011).
(Ver figura 28)

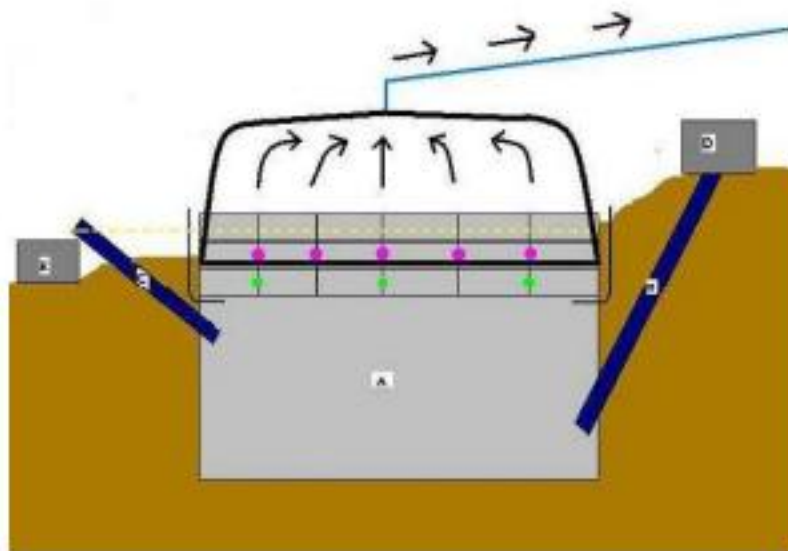


Figura 30. Biodigestor de tipo media bolsa (Fuente: (Forget, 2011))

B) Biodigestor prefabricado

El biodigestor prefabricado es una unidad destinada al tratamiento inicial de aguas residuales de origen doméstico. Su funcionamiento se basa en la retención y descomposición de la materia orgánica por medio de procesos anaerobios de tipo séptico, lo que permite reducir la carga contaminante del agua de forma eficiente (Mejía Arias y Perez Sinch, 2016).

De acuerdo con (Prudencio Gonzales y Vargas Simeón, 2018), un biodigestor prefabricado actúa como un mecanismo de pretratamiento que separa los sólidos presentes en las aguas residuales, optimizando su infiltración y estabilización en los sistemas de percolación. (Ver figura 29)



Figura 31. Biodigestor prefabricado (Fuente: Rotoplas)

-Capacidades: En la Tabla 1, se aprecian las dimensiones por su capacidad del biodigestor prefabricado que existen actualmente.

Tabla 1. Capacidad de biodigestor por número de usuarios y zona. (Rotoplas, 2020)

Capacidad	RP-3000 3000 L	RP-7000 7000 L	RP-14000 14000 L
N.º de usuarios zona rural* (aportación diaria 130 L/usuario)	25	60	100
N.º de usuarios zona urbana* (aportación diaria 260 L/usuario)	10	23	50
N.º de usuarios oficina* (aportación diaria 30 L/usuario)	100	233	450

*El cálculo para determinar el número de personas a proporcionar el servicio es en función del tipo de usuario y su estimado de aportación diaria. Dimensiones aproximadas (Rotoplas, 2020).

-Beneficios: El biodigestor prefabricado presenta un rendimiento superior en comparación con una fosa séptica convencional, ya que emplea un proceso de tratamiento primario basado en la digestión anaerobia. Su mantenimiento es sencillo, ya que la extracción de lodos puede realizarse únicamente abriendo una válvula, sin requerir maquinaria o personal especializado. Al estar construido en una sola pieza de polietileno, se minimiza el riesgo de fugas, malos olores, agrietamientos o la generación de focos infecciosos. Este sistema cumple con lo establecido en la NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas Sépticas prefabricadas (Rotoplas, 2020).

-Funcionamiento y mantenimiento: Este tipo de biodigestor opera mediante un tratamiento en tres fases para el saneamiento de aguas residuales. En la primera etapa, el influente llega al fondo del sistema, donde el diseño estructural permite la separación inicial entre los sólidos sedimentables (lodos) y el líquido. En la segunda fase, las bacterias anaerobias inician el proceso de degradación de la materia orgánica, y el agua fluye a través de la cama de lodos activa. En la tercera etapa, el líquido pasa por un filtro anaerobio que retiene una fracción adicional de contaminantes. El efluente ya tratado se canaliza hacia un sistema de infiltración en el subsuelo, como una zanja o pozo de absorción. Los lodos se depositan en el fondo del biodigestor y deben ser extraídos semestralmente mediante la apertura de una válvula; durante este procedimiento se les aplica cal y se les deja reposar antes de ser retirados de manera segura (Rotoplas, 2020).

II.IV Casos análogos

Con el objetivo de demostrar la viabilidad y efectividad de los sistemas de tratamiento de agua y biodigestores, aprovechando residuos orgánicos y reutilización de agua, a continuación se presentan una serie de casos análogos. Estos ejemplos corresponden a experiencias reales y exitosas implementadas en distintos contextos, que evidencian el potencial de la intervención de tratamiento de agua y biodigestores como una alternativa sostenible, económica y funcional. El análisis de estos casos permite no solo observar los beneficios ambientales y sociales, sino también sustentar la propuesta presentada.

- 1) Parque Hídrico La Quebradora en México: mejorando la gestión del agua.

En el contexto de la incorporación de la gestión de agua en la Cuenca de México, a partir de transformar espacios públicos ya existentes, surge el Parque Hídrico La Quebradora. Este proyecto busca convertir el proceso de infiltración del sitio en un modelo ejemplar de gestión hídrica, generación de espacio público y fortalecimiento del tejido social, desarrollándose en cuatro niveles: infraestructura, parque, ciudad y mirador. La propuesta responde a los desafíos hídricos y sociales del área, al transformar una infraestructura urbana convencional en un espacio público funcional y recreativo, ubicado en una zona con alta densidad poblacional y con acceso limitado a espacios abiertos (Universidad Ricardo Palma, 2024). (Ver Figura 30)



Figura 32. Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily)

- 2) Baño húmedo con biodigestor prefabricado para los cortadores de limón en Jalisco, México.

La utilización de aguas grises y negras en actividades agrícolas continúa siendo una problemática latente. De acuerdo con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), seis de cada diez trabajadores del campo carecen de acceso a sistemas sanitarios adecuados. Esta situación se agrava en extensas zonas de cultivo, donde frecuentemente no existen instalaciones fitosanitarias que garanticen condiciones higiénicas apropiadas. (Rotoplas, Rotoplas más y mejor agua, 2023)

En muchas plantaciones agrícolas, como las de cítricos, es común la ausencia de servicios sanitarios adecuados. Esta situación provoca que los trabajadores recurran a zonas cercanas a ríos o arroyos, generando contaminación del agua, la tierra y los cultivos, además de poner en riesgo la salud pública y el medio ambiente. En Jalisco, ante esta problemática, se ha optado por instalar baños húmedos Rotoplas en campos de cultivo como los de limón persa. Estos sanitarios móviles y de fácil instalación representan una solución efectiva en zonas sin infraestructura, mejorando las condiciones de higiene y dignificando el entorno laboral de quienes trabajan en el campo (Rotoplas, Rotoplas más y mejor agua, 2023). (Ver figura 30)



Figura 33. Baño Húmedo Campo Jalisco (Fuente: (Rotoplas México, 2019))

3) Sistema Biobolsa para el aprovechamiento de gas metano en producción de lácteos en Ciudad Ayala, Morelos, México.

En una localidad del estado de Morelos, reside Asario Cantero, quien se dedica a la producción pecuaria, específicamente a la extracción de leche para la elaboración y comercialización de productos lácteos. Uno de los principales costos en este proceso es el consumo de gas, motivo por el cual su familia decidió implementar un biodigestor. Este sistema les permite generar su propio biogás a partir de una mezcla de estiércol de ganado y agua, creando las condiciones adecuadas para la producción de gas metano. Previo a su instalación, se llevó a cabo un análisis de las necesidades del usuario y del espacio disponible para la colocación de la biobolsa, así como de la disponibilidad continua de materia orgánica para asegurar su funcionamiento eficiente. Además del biogás, el sistema produce un fertilizante orgánico que ha demostrado mejorar significativamente la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Este subproducto no solo representa un aporte positivo al medio ambiente, sino que también genera beneficios económicos y sociales para los productores.

Su uso ha ganado popularidad entre comunidades ganaderas y agrícolas, quienes buscan alternativas sostenibles y tecnologías limpias para optimizar sus recursos y reducir su impacto ambiental. (Ver figura 31)



Figura 34. Biodigestores Sistema Biobolsa en Morelos (Fuente: (Sistema.bio, 2015))

4) Instalación de Biodigestores “La Codicia”, Ecuador

Al igual que en muchas zonas rurales, La Codicia sufre las consecuencias de sistemas rudimentarios de desechos de aguas, que resultan en contaminación, causando mal olor, enfermedades en la población y además afectando al medio ambiente. El Colegio Alemán de Quinto junto con la embajada Alemana se ha unido con Rotoplas para darle solución a este tema. El biodigestor autolimpiante es una mejor opción a las fosas sépticas, letrinas que son un foco de infección que afectan no solo el medio ambiente, si no a las familias (Rotoplas Ecuador, 2021).

El agua que desecha el biodigestor se ocupa para los riegos subterráneos, mediante un pozo de absorción, alrededor de 17 familias fue beneficiada con esta tecnología (Rotoplas Ecuador, 2021).



Figura 35. Biodigestores La Codicia, Ecuador (Fuente: (Rotoplas Ecuador, 2021))

III. Metodología

El presente trabajo se desarrolla a partir de la metodología planteada en el libro *La vegetación en el diseño de los espacios exteriores*, el cual establece que la correcta integración del espacio exterior permite generar funcionalidad, diseñados en respuesta a las necesidades de los usuarios y en armonía con el entorno en el que se insertan. Este enfoque, además, favorece un mantenimiento sencillo y de bajo costo, garantizando la sostenibilidad y eficiencia de las áreas intervenidas (López de Juambelz y Cabeza Pérez, 1998)

A continuación se mencionaran los pasos del desarrollo metodológico:

Como primer punto se aborda el análisis, etapa inicial del proceso de diseño. En esta fase se lleva a cabo la percepción y comprensión del sitio en función de la problemática a resolver en el espacio exterior, considerando factores físico-ambientales, humanísticos, artificiales y adicionales.

Con estos datos se formulará el diagnóstico, el cual se presentará mediante planos e imágenes que permitan identificar y exponer las problemáticas, limitantes y oportunidades a considerar en el desarrollo del anteproyecto.

Como siguiente paso se desarrolla la definición de la potencialización del sitio, en la cual se consideran sus características espaciales, los elementos principales que lo conforman, las posibilidades de uso y actividad, así como los requerimientos necesarios para el mejoramiento del espacio.

Por otra parte, se realiza la definición de los objetivos de diseño generales y particulares, los cuales establecen las acciones a ejecutar. De manera complementaria, se desarrolla el programa arquitectónico-paisajístico, que organiza y especifica los espacios, áreas y requerimientos del proyecto.

Con los pasos previamente descritos se procede a la definición del concepto de diseño, el cual se representa a través de una planta de conjunto complementada con imágenes conceptuales tridimensionales. Este recurso permite visualizar la distribución espacial propuesta, así como el manejo integral de los elementos naturales y artificiales dentro del proyecto.

A partir de los pasos previamente desarrollados, en el anteproyecto se plantea la incorporación de elementos naturales y artificiales, los cuales se representan mediante la organización espacial, la disposición de los componentes y la definición de las funciones generales del proyecto, sin profundizar aún en un nivel técnico de detalle.

Para finalizar, se presenta el proyecto arquitectónico, en el cual se desarrolla de manera técnica toda la información recopilada, representada en planos y detalles constructivos. Este apartado abarca desde la disposición general del conjunto hasta la estimación aproximada de los costos de la intervención (López de Juambelz y Cabeza Pérez, 1998).

IV. Caso de estudio

IV.I Análisis

Consiste en la percepción integral del sitio, tomando en cuenta todos los elementos relevantes en función de la problemática a resolver en el espacio (Hernández Hernández, 2022). Se entiende como un inventario general del lugar, en el que se consideran aspectos como el clima, las pendientes y topografía, la vegetación existente y la infraestructura. En el plano LT-01 se muestra a detalle las características del sitio para su mayor análisis.

El análisis constituye la etapa inicial del proceso de diseño en Arquitectura de Paisaje. En esta fase se lleva a cabo la percepción integral del sitio, considerando todos los elementos que lo conforman y su relación con el contexto, de acuerdo con la problemática específica que se busca resolver. (López de Juambelz y Cabeza Pérez, 1998).

A continuación se describen los factores:

IV.I.I Factores naturales

IV.I.I.I Localización

El Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) se encuentra en Pachuca de Soto, Hidalgo; en una latitud 20.090275° norte, longitud - 98.766089° oeste, con una altitud de 2370 msnm. Localizado en vías principales y a su alrededor se encuentran centros comerciales, escuelas, fraccionamientos, etc.

Orientación principal de las edificaciones (5):

Fachada larga: ENE-OSO

Fachada corta: NNE-SSE



Figura 36. Vista aérea del CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)

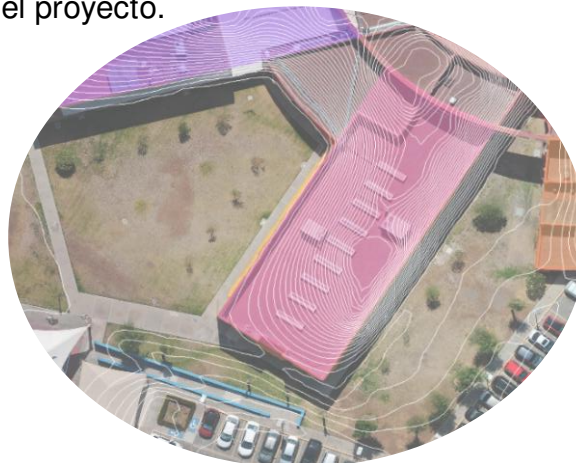
IV.I.I.II Climatología

El sitio de intervención presenta condiciones con clima semiseco (BS), el más húmedo del grupo (BS1), templado con verano cálido (k), lluvias de verano de 8.46 (w), con poca oscilación térmica (i') y presencia de mancha Ganges. Teniendo una temperatura anual de 14.2°, siendo el mes más cálido, mayo con 19.9° y el más frío, enero con 11.4°, y una precipitación anual de 412.4mm; Estación 13-056 del Servicio Meteorológico Nacional (Gobierno de México 2025). Fórmula realizada por Enriqueta García (1964) **Fórmula = BS1K(w)(i')g**

IV.I.I.III Topografía

La topografía del área de intervención es plano y no tiene pendiente alguna, aunque en la sección del talud frente a terapia ocupacional se identifican curvas de nivel con inclinación. Si bien estas no representan un obstáculo directo para el diseño, sí requieren la incorporación de elementos específicos que permitan una integración coherente en el proyecto.

Figura 37. Imagen satelital con curvas de nivel zona norte (Fuente: Elaboración propia 15-10-2025)



IV.I.I.IV Suelos

Pachuca, ubicada en el estado de Hidalgo, es reconocida como una de las principales ciudades mineras del país. Se ubica a unos 100 kilómetros de la Ciudad de México, le otorgó una importancia particular, ya que su cercanía con la capital incentivó el interés en la extracción de metales preciosos. La expansión de la mancha urbana en Pachuca se extendió hacia el sur, donde se localizan los *jales* (depósitos de residuos mineros). Este crecimiento derivó en la instalación de equipamientos urbanos sobre dichas áreas (Contreras López y López de Juambelz, 2015).

Se define que el tipo de suelo del centro está compuesto de sedimento minero, no apto para la vegetación y de baja resistencia mecánica.

IV.I.I.V Hidrología

Para el desarrollo del sistema de biodigestores se considera que cantidad de agua de obtiene de los edificios seleccionados para su intervención, debido a que estos tienen la cercanía y pendiente necesaria para obtener el agua negra y gris de ellos.

Para determinar la cantidad de agua se analizaron la cantidad de muebles sanitarios de agua negra y gris para dar un estimado de litros de agua al día, dando un estimado de 5,232 lts al día.

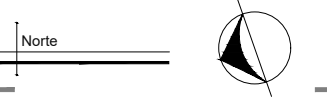
IV.II Factores Sociales

IV.II.I Expansión demográfica de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo

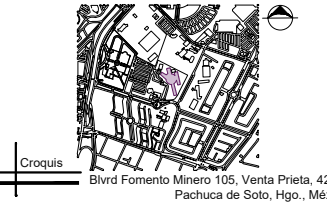
Pachuca de Soto, como capital estatal, presentó desde 1985 un notable incremento urbano, alcanzando un crecimiento cercano al 100% en menos de veinte años. Este proceso estuvo acompañado de una rápida ampliación del equipamiento urbano, mientras que la actividad minera fue determinante en la configuración territorial de la ciudad. En el marco de dicha expansión, los jales mineros representaban una barrera para el desarrollo urbano, razón por la cual fueron removidos, habilitando esos terrenos para la construcción de viviendas destinadas a la clase media. Esto generó, a su vez, un dinamismo comercial significativo en la zona centro-sur de la metrópoli (Rodarte García y Galindo Escamilla, 2016).

Este fenómeno incide directamente en la disponibilidad y en la calidad del recurso hídrico en Pachuca. En particular, el CRIT Pachuca, Hidalgo, se ha visto en la necesidad de implementar procesos de renovación de las aguas residuales generadas en sus instalaciones. Como respuesta, se plantea la incorporación de un sistema de biodigestores como primera etapa para mitigar la contaminación del agua.

A continuación se muestra en el plano general LT-01 de instalación sanitaria en el centro.



UBICACIÓN



NOTAS:

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Levantamiento CRIT Pachuca

ESCALA GRÁFICA

FECHA

27/01/2025

ESCALA

COTAS

S/E

NOMENCLATURA

AR-LT-01

IV.II.II Antecedentes del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

La Fundación Teletón México es una institución sin fines de lucro que trabaja en favor de distintas causas sociales, principalmente relacionadas con la atención a personas con discapacidad, autismo y cáncer infantil, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida en el país. Dentro de su estructura, el Sistema Infantil Teletón (SIT) se posiciona como la red privada de rehabilitación infantil más amplia y reconocida a nivel internacional. Su propósito es estandarizar los procesos operativos y asegurar que todos los centros mantengan los mismos niveles de calidad y atención (Fundación Teletón, 2025).

El CRIT Hidalgo se fundó a través del éxito del programa Teletón en 1997, posterior a esto se fueron sumando más centros por la creciente necesidad de atención integral (Fundación Teletón, 2023).

IV.II.III Plan de sustentabilidad para las instalaciones del CRIT Hidalgo

Como parte del plan de economizar y reutilizar las aguas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) se contempla un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de Biodigestores, para darle un segundo uso a estas aguas y bajar costos de insumo del agua potable.

Se trata de una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales en lugares sin conexión a la red de drenaje. Su funcionamiento contribuye a la preservación ambiental, requiere un mantenimiento sencillo y permite la extracción de lodos que pueden ser aprovechados como abono orgánico para las plantas. Además, reduce el riesgo de focos de infección y evita la contaminación del suelo y los cuerpos de agua. (Rotoplas, 2024).

IV.II.IV Usuarios

El CRIT Pachuca atiende 1050 pacientes al mismo tiempo con familiares, además se encargan de pacientes de 0 a 18 años de edad con discapacidad neuromusculoesquelética. Mediante el diseño del espacio abierto con sistema de biodigestores se busca optimizar la calidad del agua para fortalecer el paisaje y el diseño de los espacios ajardinados del centro. Esta estrategia contribuye al bienestar de los usuarios al promover la interacción con la naturaleza y favorecer su bienestar físico y emocional, tanto del personal como de los pacientes.

Asimismo, se propone la creación de espacios naturales que generen una sensación de calma y descanso, brindando zonas de acogimiento que fomenten la recuperación y el equilibrio emocional de quienes los utilizan.



Figura 38. Usuarios en CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)

IV.III Factores perceptuales

IV.III.I Uso del suelo

Para la ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante biodigestores, se realizó un análisis de la zonificación del centro, considerando las pendientes del terreno y el recorrido natural de las aguas residuales. En este sentido, los edificios seleccionados para la intervención corresponden a las áreas de terapia física y ocupacional, ya que cumplen con las condiciones adecuadas de pendiente, demanda hídrica y profundidad. Además, la zona destinada para la implementación del sistema no interfiere con las actividades operativas del centro y satisface los requerimientos técnicos necesarios para su funcionamiento.

IV.III.II Elementos arquitectónicos existentes

Para poder integrar el Sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestores en el CRIT Hidalgo se tomó en cuenta la arquitectura y diseño existente en el conjunto, esto es obra del Arquitecto Javier Sordo Madaleno.

Lo que podemos ver a simple vista son edificios que se componen de varios volúmenes y bloques funcionales además de que usan colores vivos para suavizar la experiencia de rehabilitación y hacerla más lúdica. Asimismo, se utilizan materiales locales que favorecen la integración con el entorno y el confort térmico. Todo el conjunto está pensado desde una visión centrada en el usuario, priorizando la accesibilidad, la seguridad y el bienestar emocional de los pacientes durante su proceso de rehabilitación.

IV.III.III Infraestructura de servicios

El Sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestores considera la mayor parte de los servicios hidráulicos (Aguas negras, grises y la cantidad de agua potable que se usa al mes) que nos ayudan a garantizar el funcionamiento de los biodigestores y su recorrido.

IV.III.IV Infraestructura espacial

El espacio designado para el sistema de biodigestores se encuentra entre el edificio de Terapia Física y Terapia Ocupacional, en el cual se encuentra un jardín dedicado al descanso además de ser lúdico, posteriormente se direcciona a el sistema de humedales artificiales.

IV.IV Factores adicionales

IV.IV.I Identidad

Los Centros CRIT en todo México han contribuido a distintas causas sociales, entre ellas la atención a personas con discapacidad, autismo y cáncer, con el propósito de mejorar la calidad de vida y fortalecer el bienestar en el país. Gracias a la arquitectura emocional desarrollada en el centro por el arquitecto Javier Sordo Madaleno, elementos como el color, la luz y el agua se integran de manera armónica en los espacios, generando ambientes que estimulan los sentidos y favorecen una experiencia humana más sensible y positiva.

Cada centro en la república tiene adaptaciones y aspectos en su diseño que son favorables para los usuarios, desde la volumetría, los espacios funcionales y su organización.



Figura 40. Interior del CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)

Asimismo, el empleo de colores y formas distintivas otorga identidad a cada espacio, logrando que el centro se perciba visualmente diferente a una institución de rehabilitación tradicional. Esta cualidad genera un ambiente atractivo y acogedor para los niños, favoreciendo una estancia más agradable. Además, los espacios planteados en el programa arquitectónico promueven la interacción entre pacientes, familiares y personal, a través de actividades recreativas y de relajación que fortalecen el bienestar integral de los usuarios.

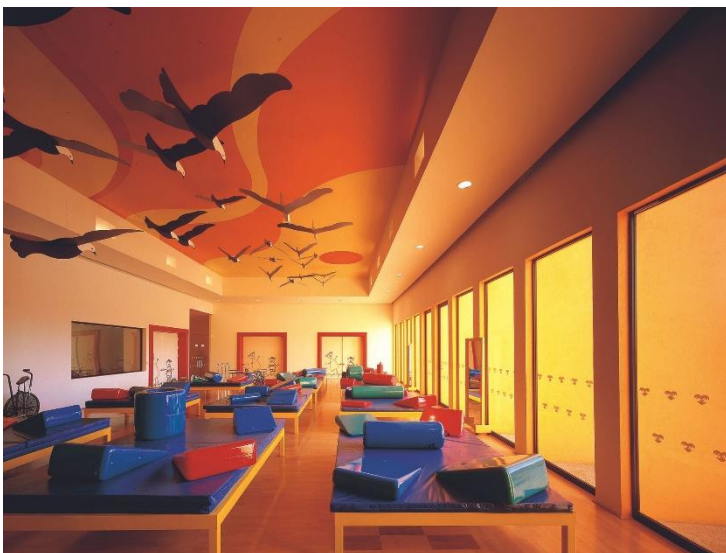


Figura 39. Interior CRIT Guanajuato 2004 (Fuente: Sordo Madaleno Projects)

IV.V Diagnóstico

Es una primera interpretación de la información recabada en la etapa de análisis. La finalidad se encamina a la valoración de las cualidades e identificación de las problemáticas del sitio y en relación con el proyecto que se desarrolla (Hernández Hernández, 2022).

En la elaboración del diagnóstico se muestra la Tabla 2 FODA con Factor, Fortalezas y Debilidades buscando encontrar los problemas y las cualidades del sitio a intervenir además se muestra el plano AR-DIA-01 de diagnóstico.

Tabla 2. Factor, Fortalezas y Debilidades del sitio

Factor	Fortalezas	Debilidades
Pendientes	Las pendientes planas tienen mayor facilidad de construcción.	Las pendientes en el terreno son de menos de 2ª por lo que una instalación siempre tiene problemas para el desagüe y tratamiento de las aguas residuales.
Suelo (jales)		Construcción: suelo arenoso que no es ideal para la colocación de estructuras Diseño del espacio exterior: Suelos contaminados y bajos en nutrientes donde hay pocas posibilidades de que crezca la vegetación.
Arquitectura	Ya existe un concepto arquitectónico establecido.	
Vistas	Las vistas hacia la arquitectura son buenas ya que existen colores y texturas que se pueden potenciar.	Las vistas hacia el exterior no son tan buena ya que dan hacia terrenos desmontados, carreteras y bardas perimetrales.
Vegetación existente	Hay evidencia científica sobre la existencia de plantas ornamentales que pueden crecer sobre suelos contaminados.	La calidad del suelo impide el crecimiento natural de muchas especies.
Aguas negras	Existe la cantidad adecuada de agua para poder generar un sistema de tratamiento.	Las aguas negras y aguas grises están juntas, esto es un factor importante ya que entre más agua, no se puede generar biogás.

Factor	Fortalezas	Debilidades
Espacios abiertos	Hay disponibilidad de espacios abiertos para implementar infraestructura sin intervenir edificios.	Espacios mal aprovechados, sin diseño funcional o estético.
Imagen institucional	El CRIT cuenta con una imagen sólida y bien posicionada.	Cualquier intervención visible que no sea armónica puede dañar la percepción del lugar.
Usuarios (niños/pacientes)	Existe conciencia de sostenibilidad y apertura a proyectos ecológicos.	Los usuarios requieren espacios accesibles y seguros; cualquier error puede afectarlos.
Infraestructura sanitaria actual	Espacio suficiente para plantear un sistema de tratamiento nuevo.	Red sanitaria obsoleta y deficiente en mantenimiento.
Agua potable		Los costos por el uso de agua potable en el centro son elevados y la implementación de un sistema de tratamiento ayudaría en este factor.
Contexto urbano	Zona con desarrollo y servicios disponibles.	Presencia de lotes baldíos o zonas descuidadas cercanas.
Sombra / Iluminación	Hay áreas con buena exposición solar para ciertos tipos de plantas o terapias.	Zonas con exceso de radiación solar que impide hacer distintos tipos de terapia o actividades recreativas dentro de los espacios ajardinados.
Imagen del paisaje	La reconfiguración paisajística puede mejorar el confort y bienestar terapéutico.	El paisaje actual no está diseñado con intención y funcional clara.
Topografía	El terreno tiene zonas con pendiente aprovechables para conducción por gravedad.	Pendientes mal gestionadas causan erosión.
Percepción del usuario	Espacios verdes mejorados pueden generar mayor aceptación y confort entre pacientes.	Cambios bruscos o poco consultados pueden generar resistencia entre el personal o usuarios.
Usuarios (Personal, familiares y pacientes)	Incorporación prioritaria de seguridad para los usuarios.	Integrado por personal, familiares y pacientes.

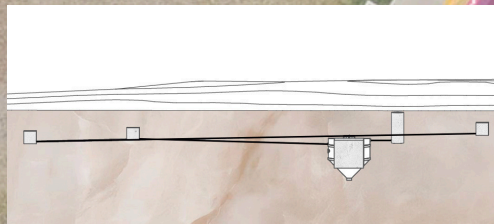
Terapia Física



Vistas laterales hacia el jardín central



Suelo compuesto de Jales mineros, debido a esto las especies se queman y no existe su desarrollo



El recorrido de el sistema de biodigestores va bajando más debido a la ubicación de los registros sanitarios existentes

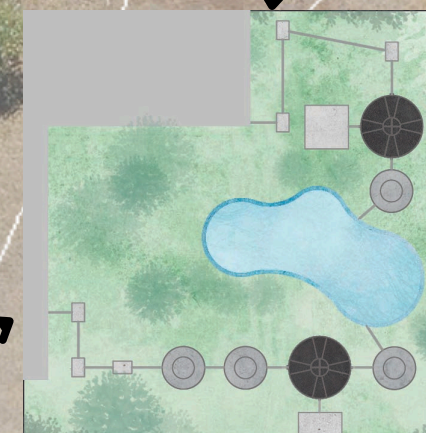


Pendiente topográfica mínima, no causa impedimento para proponer el sistema



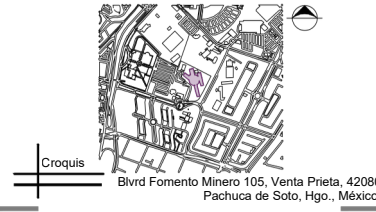
El jardín central nos podría ayudar como una sala de espera exterior para mabas terapias a sus costados y de frente.
Fuente: El Universal

Terapia Ocupacional



En ambos puntos se hace la conexión al humedal artificial de ambos edificios de terapia

UBICACIÓN



NOTAS:

- Probleáticas o ventajas
- Curvas de nivel
- ← Sentido de la pendiente
- Terapia ocupacional
- Terapia física
- Cafetería

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño de la red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Diaz
Dibujo 2D:
C. Suseth Lozano Diaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarah Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Diaz
Coordinación y gestión del proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil

TIPO DE PLANO

Diagnóstico

PLANO

Diagnóstico del sitio

ESCALA GRÁFICA

S/E

FECHA

15/10/2025

ESCALA

S/E

COTAS

NOMENCLATURA

IV.VI Mapa potencial

Con base en la información obtenida a partir del diagnóstico, se elaboró el plano de potencialidad, en el cual se identifican los factores naturales y antrópicos del sitio. Este análisis permite reconocer las características esenciales para garantizar la funcionalidad del proyecto, entre las cuales destacan:

- Adecuación del terreno para la instalación de la red sanitaria tratada, lo que representa un aspecto clave para reducir costos de excavación y facilitar la accesibilidad de los tramos.
- Repotenciación de las áreas abiertas del CRIT Hidalgo mediante el aprovechamiento del agua tratada proveniente del sistema de biodigestores.
- Mejoramiento del paisaje en torno al sistema de tratamiento de agua, transformando dichas áreas en espacios destinados a actividades recreativas, lúdicas o de descanso.

Terapia Física



Aprovechamiento del agua tratada para el riego de las áreas verdes y zonas ajardinadas. Fuente: Proriego



Diseño del recorrido con plantas especiales para la zona, con el uso de tezontle y en orden de banqueta. Fuente: Pinterest



Creación de un espacio de educación ambiental enfocado en el uso y cuidado del agua. Fuente: Camaradeaguas



Atractivo visual y a la vez funcional para su mantenimiento en el momento en que se necesite Fuente: Pinterest



Optimización del recurso hídrico, mediante la reducción del consumo de agua potable a través del aprovechamiento del agua. Fuente: Blog Wavin

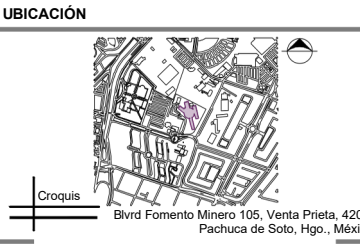
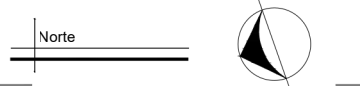
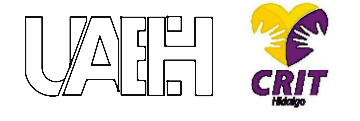


Mejoramiento de la calidad del agua a través de la implementación de sistemas de tratamiento. Fuente: Rotoplas



Fortalecimiento de la interacción entre los espacios abiertos, los pacientes y el personal, promoviendo entornos que favorezcan la convivencia, el bienestar y la conexión con la naturaleza. Fuente: Archdaily

Terapia Ocupacional



- NOTAS:**
- Beneficios y aportaciones
 - Curvas de nivel
 - Sentido de la pendiente
 - Terapia ocupacional
 - Terapia física
 - Cafetería
 - L1 (Línea 1)
 - L2 (Línea 2)
 - Biogestores Autolimpiables

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño de la red para conducción de aguas residuales y sistema de biogestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Dibujo 2D:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
 Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión del proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biogestor para el Centro de Rehabilitación Infantil

TIPO DE PLANO

Potencialidad

PLANO

Mapa de potencialidad

ESCALA GRÁFICA

15/10/2025

ESCALA

S/E

NOMENCLATURA

AR-PO-01

IV.VII Concepto

El concepto constituye la base del diseño, pues orienta la propuesta hacia el cumplimiento de las necesidades funcionales, prácticas y estéticas del proyecto. Se trata de una interpretación espacial y formal que surge del análisis previo, definiendo tanto los objetivos como el uso del lenguaje y sus elementos (UIN Universidad Insurgentes, 2020).

Sostenibilidad: Se entiende como un desarrollo que responde a las necesidades actuales sin poner en riesgo la capacidad de las futuras generaciones para cubrir las suyas (Maqueira Yamasaki, 2011). De acuerdo al proyecto se relaciona con la idea del impacto que tendrán los biodigestores dentro del conjunto, brindando sostenibilidad en un recurso natural tanpreciado como lo es el agua. (Ver Figura 34)



Figura 41. Gestionar de forma sostenible el agua (Fuente: Regaber)

Paisaje: Este se refiere a una parte del territorio, ya sea modificada por el ser humano o no, que constituye el entorno visible donde se llevan a cabo sus actividades (Rodríguez, 2007). De acuerdo al proyecto se relaciona con la imagen visual que resultará de la intervención, ya que no solo se abordará el aspecto técnico del problema, sino también la percepción que la comunidad tiene del espacio público. El objetivo es generar un entorno que favorezca la apropiación social, promoviendo la confianza y el uso activo del lugar para distintas actividades. (Ver Figura 35 y 36)



Figura 43. Vista 1 Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily)

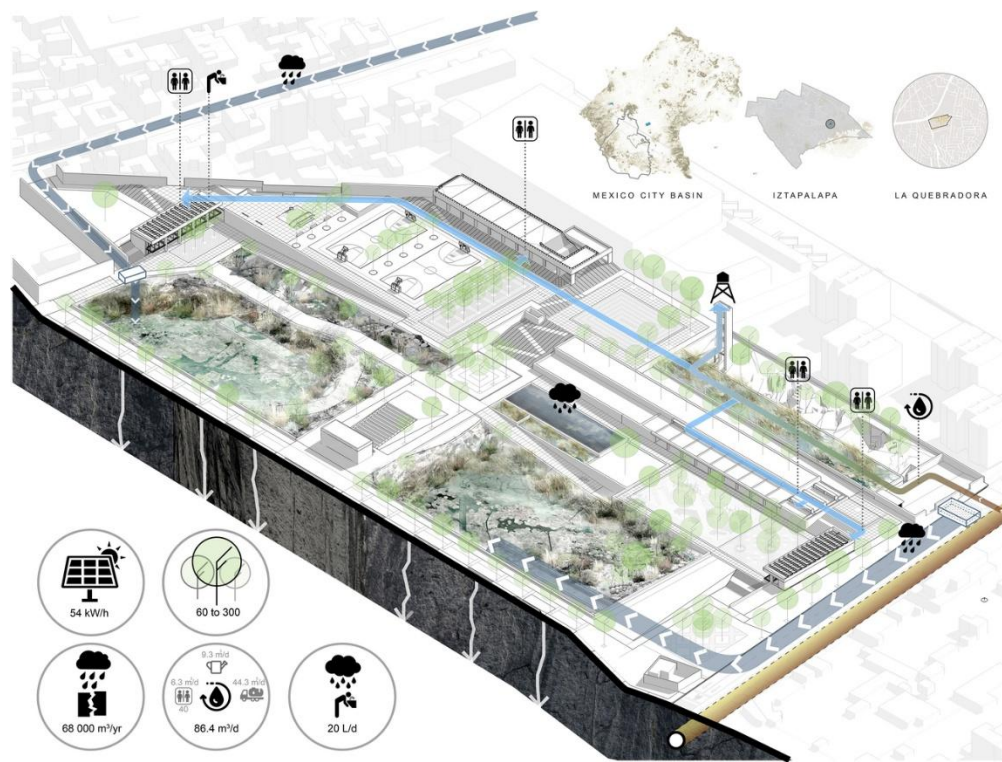


Figura 43. Vista 2 Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily)

IV.VIII Imágenes objetivo

1. Conservar y mejorar el espacio público visualmente

El agua residual, una vez tratada mediante biodigestores y filtrada a través de humedales, se canaliza hacia un humedal artificial que contribuye a la mejora del paisaje en el CRIT Pachuca. Además de la mejora del paisaje mediante la intervención del jardín central de descanso y espera, así como el pequeño talud que visualizamos en la entrada de Terapia ocupacional.

Ejemplo: Paisaje Y Arquitectura,
Parque•Haerbin, China.
Arquitectos: Turenscape
Año: 2010
Fotografía: Turenscape



Figura 45. Parque•Haerbin, China. (Fuente: Archdaily)

2. Implementación de tratamiento de aguas residuales para el riego de jardines

El agua residual tratada a través del sistema de biodigestores autolimpiables será destinada principalmente al riego de las áreas ajardinadas del CRIT Pachuca. Este tratamiento garantiza que el agua alcance un nivel de calidad adecuado para su uso en espacios verdes, lo que permite mantener el paisaje en óptimas condiciones durante todo el año sin depender exclusivamente del suministro de agua potable.

Ejemplo: Parque Cuitláhuac,
CMDX
Arquitectos: Gobierno de la
CDMX
Año: 2019



Figura 45. Parque Cuitláhuac, CDMX.
(Fuente: Gobierno de la CDMX)

Terapia Física

Conservar y mejorar el espacio público visualmente

Parque Manancial de Águas Pluviais / Turescape

Terapia Ocupacional

Humedal artificial propuesto

Hogar del pequeño Cottolengo. Fundación cosmos



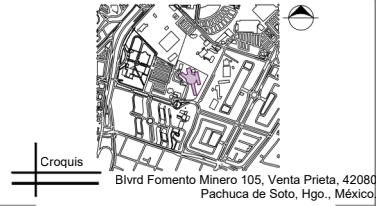
Espacio de descanso para familiares, usuarios y colaboradores, zona de espera

Parque Cuitláhuac / Iztapalapa CDMX



Implementación de tratamiento de aguas residuales para el riego de jardines

UBICACIÓN



NOTAS:

- Propuesta de diseño
- Curvas de nivel
- Sentido de la pendiente
- Terapia ocupacional
- Terapia física
- Cafetería
- Humedal Artificial
- Biodigestores Autolimpiables
- Recorrido de red de agua a biodigestores
- Árboles

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño de la red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2D:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión del proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil

TIPO DE PLANO

Imagen objetivo

PLANO

Plasnop de análisis de sitio

ESCALA GRÁFICA

S/E

FECHA

15/10/2025

ESCALA

S/E

COTAS

NOMENCLATURA

AR-IO-01

IV.IX Anteproyecto

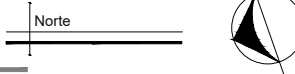
IV.IX.I Sistema hidrosanitario del CRIT Hidalgo

Para definir el área de intervención, se empleó una metodología de carácter cuantitativo. En concordancia con lo anteriormente expuesto, la institución proporcionó los planos hidrosanitarios y pluviales del conjunto del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT). A través de estos planos fue posible identificar la dirección y pendiente de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

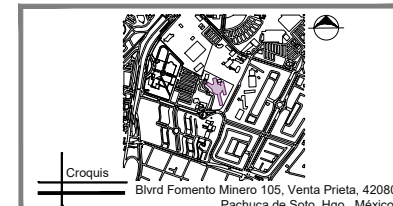
Si bien parte de la información contenida en los planos resultó ambigua, se logró determinar que el edificio se divide en dos zonas principales que convergen en el centro, conectándose directamente al colector sanitario municipal. A partir de este análisis, se delimitó la intervención en dos componentes estratégicos, seleccionados con base en sus condiciones topográficas favorables.

La red de estudio se localiza entre los módulos de Terapia Física y Terapia Ocupacional, extendiéndose hasta la toma municipal. Se identificó que los sistemas de aguas negras y aguas grises operan de manera independiente, manteniendo una pendiente constante del 2%. Asimismo, se observó que el sistema de evacuación de aguas provenientes de las tinas funciona de forma autónoma, conduciéndose hacia una cisterna, así definimos el caso de estudio para su intervención.

A continuación en el plano AR-01 se muestra a detalle la instalación general de la red sanitaria y de aguas grises del CRIT Hidalgo.



UBICACIÓN



Croquis Blvd Fomento Minero 105, Venta Prieta, 42080 Pachuca de Soto, Hgo., México.

NOTAS:

- Las cotas rigen al dibujo
- Los planos Arquitectónicos rigen a los planos estructurales y a las demás disciplinas de ingeniería, cualquier discrepancia en ellos, se deberá consultar a la dirección del proyecto
- Se deberá verificar todas las medidas y niveles en obra, antes de iniciar cualquier trabajo, si existiera alguna diferencia se deberá consultar a la dirección de proyecto
- NPT+: Nivel de Piso Terminado
- NLB+: Nivel Lecho Bajo
- NLA+: Nivel Lecho Alta
- NP+: Nivel de Pretil
- NC+: Nivel de Cerramiento
- NB+: Nivel de Banqueta
- N+: Nivel

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Instalación Sanitaria y Pluvial
 Dibujo: Arq. Candido Hernández S.
 Coordinó: Arq. Candido Hernández S.
 Revisó: Arq. Candido Hernández S.
 Aprobó: Arq. Alejandro Coeto G.

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sanitario y Pluvial

ESCALA GRÁFICA



FECHA

27/01/2025

ESCALA

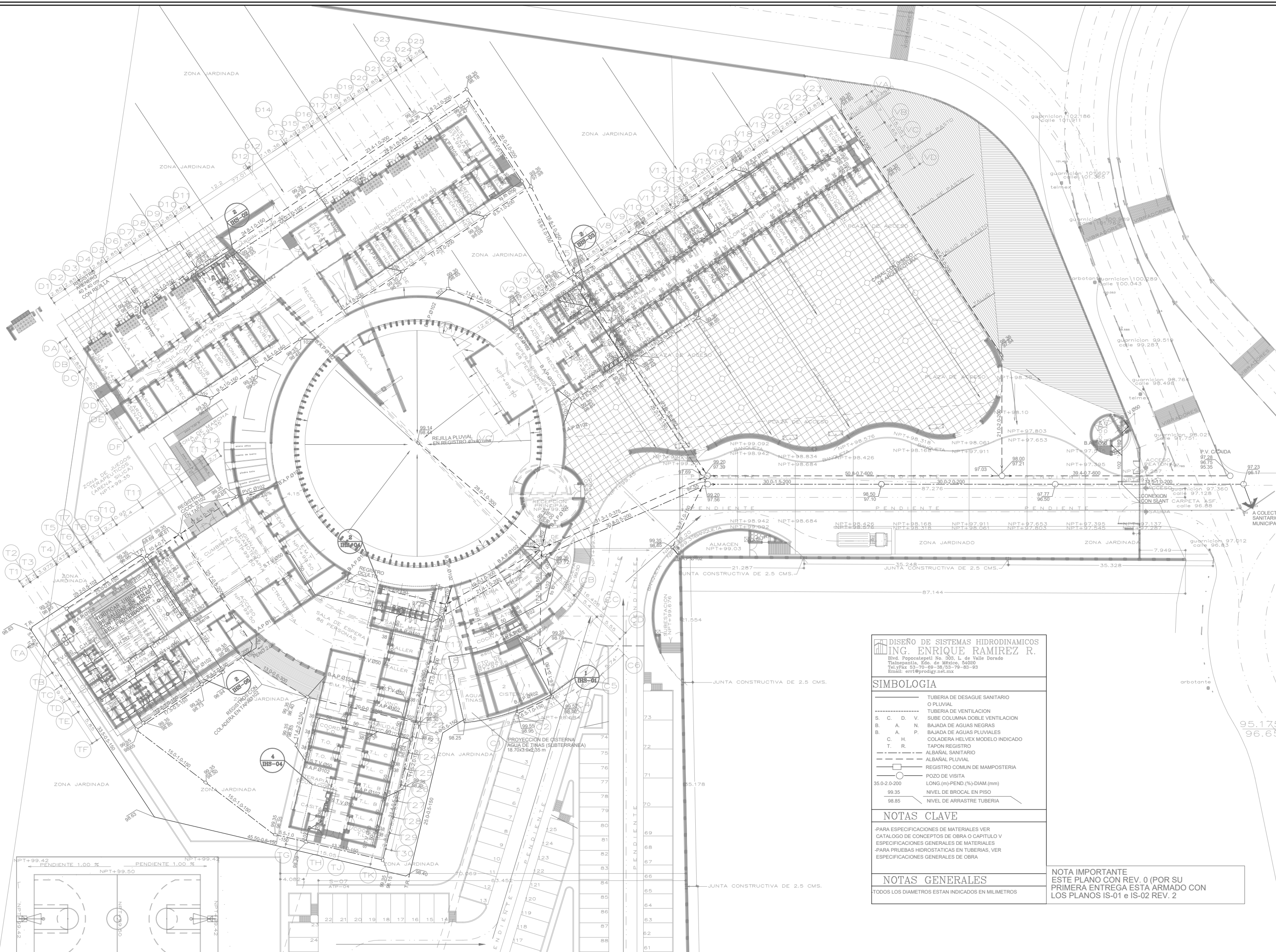
1:600

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

AR-INS-02



DISEÑO DE SISTEMAS HIDRODINAMICOS
ING. ENRIQUE RAMIREZ R.
 Blvd. Popocatepetl No. 303, L. de Valle Dorado
 Tlaxtepanita, Edo. de México, 54020
 Tel: (54) 52-70-69-38/52-79-83-93
 Email: erri@prodigy.net.mx

SIMBOLOGIA

- TUBERIA DE DESAGUE SANITARIO O PLUVIAL
- TUBERIA DE VENTILACION
- SUBE COLUMNA DOBLE VENTILACION
- B. A. N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS
- B. A. P. BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
- C. H. COLADERA HELIEX MODELO INDICADO
- T. R. TAPON REGISTRO
- ALBAÑAL SANITARIO
- ALBAÑAL PLUVIAL
- REGISTRO COMUN DE MAMPOSTERIA
- POZO DE VISITA
- LONG.(m)-PEND. (%)-DIAM.(mm)
- 99.35 NIVEL DE BROCAL EN PISO
- 98.85 NIVEL DE ARRASTRE TUBERIA

NOTAS CLAVE

-PARA ESPECIFICACIONES DE MATERIALES VER CATALOGO DE CONCEPTOS DE OBRA O CAPITULO V
 ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES
 -PARA PRUEBAS HIDROSTATICAS EN TUBERIAS, VER ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA

NOTAS GENERALES

TODOS LOS DIAMETROS ESTAN INDICADOS EN MILIMETROS

NOTA IMPORTANTE
 ESTE PLANO CON REV. 0 (POR SU PRIMERA ENTREGA ESTA ARMADO CON LOS PLANOS IS-01 e IS-02 REV. 2

IV.IX.II Propuesta de diseño con biodigestores

Para llevar a cabo una intervención adecuada en la red de aguas residuales, se consideró la cantidad estimada de agua generada por las unidades sanitarias, tanto de aguas negras como de aguas grises. A partir de este análisis y con base en la investigación previa, se seleccionó un sistema de tratamiento que resultara óptimo y económicamente viable para las condiciones específicas del sitio. Entre los criterios considerados para la elección del sistema se incluyeron el costo de implementación, la relación entre el volumen de agua y la cantidad de desechos orgánicos generados, así como el nivel de intervención requerido en la zona de instalación. Estos factores fueron integrados en el diseño del sistema, lo que permitió definir un recorrido eficiente para las redes. Como resultado, se proyectaron dos líneas independientes de conducción de aguas residuales, una proveniente de cada módulo principal del complejo. Ambas líneas confluyen en un sistema de tratamiento que, en esta propuesta, se basa en el uso de biodigestores autolimpiables.

La elección de biodigestores autolimpiables se fundamenta en sus múltiples ventajas: Es más económico, fácil instalación, resistente y duradero, manejan distintas capacidades, con bajo mantenimiento, reduce el riesgo de enfermedades, protege el medio ambiente además de que los lodos se pueden usar como abono para las plantas (Rotoplas, 2019). Esto diferencia en otros sistemas convencionales, como las fosas sépticas tradicionales o plantas de tratamiento de mayor escala. Estos biodigestores permiten un proceso anaerobio eficiente que no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, lo cual representa una solución sustentable y de bajo costo operativo. Además, su diseño facilita el mantenimiento, al incorporar mecanismos de autolimpieza que reducen significativamente la frecuencia de vaciado manual, disminuyendo así los riesgos sanitarios y los costos de operación a largo plazo. En comparación con otros sistemas, los biodigestores autolimpiables presentan una menor demanda de espacio, una instalación sencilla y una adecuada adaptación a contextos rurales o de baja infraestructura técnica, lo que los hace especialmente adecuados para este tipo de intervención (Rotoplas, 2019).

IV.IX.III Cálculo de la capacidad óptima del biodigestor

Para poder obtener el cálculo o capacidad de nuestros biodigestores hicimos un levantamiento detallado de los elementos relacionados con el sistema de agua, incluyendo la cantidad de inodoros, mingitorios, lavabos, tarjas, coladeras y regaderas, los cuales se describen a continuación en la Tabla 3

Tabla 3. Unidades Mueble por edificio (CRIT)

Muebles sanitarios	
<i>Terapia física</i>	
<i>Local</i>	<i>Muebles sanitarios</i>
Hidroterapia	8 colaterales 5 tinas
Baño Neut.	1 lavabo 2 coladeras (1 de regadera) 1 w.c
Baño Neut.	1 lavabo 2 coladeras (1 de regadera) 1 w.c
Baño Neut.	1 lavabo 2 coladeras (1 de regadera) 1 w.c
Vest. Pacientes	1 lavabo 1 w.c 4 coladeras (3 de regadera)
Vest. Pacientes	1 lavabo 1 w.c 4 coladeras (3 de regadera)
Vest. Tera.	1 lavabo 2 coladeras (1 de regadera) 1 w.c
Vest. Tera.	1 lavabo 2 coladeras (1 de regadera) 1 w.c
Aseo	1 tarja 1 coladera

Cto. de máquinas	1 coladera
E.M.T	1 lavabo
<i>Terapia ocupacional</i>	
<i>Local</i>	<i>Muebles sanitarios</i>
Casita	1 tarja
Baño casita	1 lavabo 1 w.c 1 coladera (regadera)
Coord T.L	1 lavabo
T.L.A	1 lavabo
T.L.B	1 lavabo
T.L.B	1 lavabo
T.L.C	1 lavabo
T.L.C	1 lavabo
Coord T.O	1 lavabo
T.O.A	1 lavabo
T.O.C	1 lavabo
T.O.B	1 lavabo
Habilidades educativas	1 tarja
E.M.T	1 tarja
Taller 1	1 tarja
Taller 2	1 tarja
Sanitario mujeres	3 lavabos 3 w.c 1 coladera
Sanitario hombres	3 lavabos 3 w.c 2 mingitorios 1 coladera
Aseo	1 tarja 1 coladera

Privado	
Público	

Dándonos una cantidad de muebles sintetizada en la *Tabla 4*

Tabla 4. Total de muebles por servicio

Total de muebles por servicio	
<i>Muebles sanitarios</i>	<i>Número</i>
w.c	14
Mingitorios	2
Lavabos	25
Tarjas	6
Coladeras	20
Regaderas	12

A partir de los datos de la *Tabla 3* de hizo una síntesis de esta información por edificio, tal y como se muestra en la *Tabla 5*:

Tabla 5. Muebles sanitarios por edificio

Terapia física		Terapia ocupacional	
<i>Muebles sanitarios</i>	<i>Número</i>	<i>Muebles sanitarios</i>	<i>Número</i>
coladeras	17	coladeras	3
regaderas	11	regaderas	1
w.c	7	w.c	7
lavabos	8	lavabos	17
tarjas	1	tarjas	6
		mingitorio	2

De acuerdo con la entrevista directa y material proporcionado con el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) se obtuvo el total de metros cuadrados y datos sobre los usuarios y colaboradores que se tienen al día:

Total de metros cuadrados del Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil: **5,249.61 m²**

Total de colaboradores y usuarios al día: **100 colaboradores de horario completo, 20 subrogados y 600 usuarios al día.**

A partir de una regla de tres se obtuvo la cantidad de metros cuadrados de los edificios a intervenir así teniendo como resultado el número de personas que están en ellos.

De acuerdo con el libro de Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias la dotación en oficinas y atención médica de acuerdo a los horarios que manejan, serán manejadas de esta manera:

Terapia física: Área de 1053.8770 m²

24 colaboradores y 5 subrogados – 50 Lts/persona/día = 1,450 lts (Becerril L., 2009)

141 usuarios al día – 12 Lts/sitio/paciente= 1,692 lts (Becerril L., 2009)

Total 3,142 lts/día

Terapia ocupacional: Área de 709.8918 m²

16 colaboradores y 3 subrogados – 50 Lts/persona/día= 950 lts (Becerril L., 2009)

95 usuarios al día – 12 Lts/sitio/paciente= 1,140 lts (Becerril L., 2009)

Total 2,090 lts/día

Total de litros por ambos edificios: 5,232 lts al día

Para cumplir con el requerimiento, de acuerdo a la ficha, se escogieron 2 biodigestores de 3000 litros cada uno, como se muestra en la *Tabla 1*, la cual fue mencionada anteriormente.

Tabla 1

Capacidad de biodigestor por número de usuarios y zona. (Rotoplas, 2020)

Capacidad	RP-3000 3000 L	RP-7000 7000 L	RP-14000 14000 L
N.º de usuarios zona rural* (aportación diaria 130 L/usuario)	25	60	100
N.º de usuarios zona urbana* (aportación diaria 260 L/usuario)	10	23	50
N.º de usuarios oficina* (aportación diaria 30 L/usuario)	100	233	450

*El cálculo para determinar el número de personas a proporcionar el servicio es en función del tipo de usuario y su estimado de aportación diaria. Dimensiones aproximadas (Rotoplas, 2020).

V. Resultados y discusión



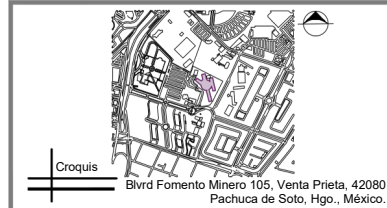
Áreas abiertas (CRIT Hidalgo)

V.I Diseño de paisaje y repotenciación de áreas verdes.

En esta sección se presenta la parte visual integral del proyecto, donde se incluyen los renders y el alzado del jardín que permiten apreciar de manera general el conjunto intervenido. Estas imágenes han sido elaboradas para comunicar con precisión la propuesta espacial y estética, facilitando una comprensión más clara del diseño y apoyando su evaluación.

Ver planos PAJ-REN-01, PAJ-REN-02, PAJ-REN-03, PAJ-REN-04, PAJ-REN-05, PAJ-REN-06, PAJ-DET-07.

UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Render 1

ESCALA GRÁFICA

FECHA

29/11/2025

ESCALA

S/E

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

PAJ-REN-01





UAEH



CRIT
Hidalgo

Norte



UBICACIÓN

Croquis



Blvd Fomento Minero 105, Venta Prieta, 42080
 Pachuca de Soto, Hgo., México.

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz

Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz

Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More

Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz

Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Render 2

ESCALA GRÁFICA

FECHA

29/11/2025

ESCALA

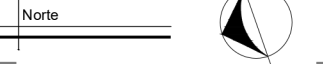
COTAS

S/E

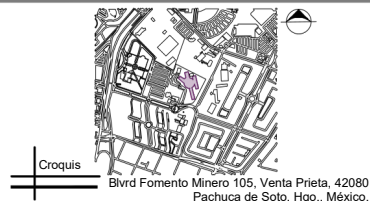
METROS

NOMENCLATURA

PAJ-REN-02



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Diaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Render 3

ESCALA GRÁFICA

FECHA

29/11/2025

ESCALA

S/E

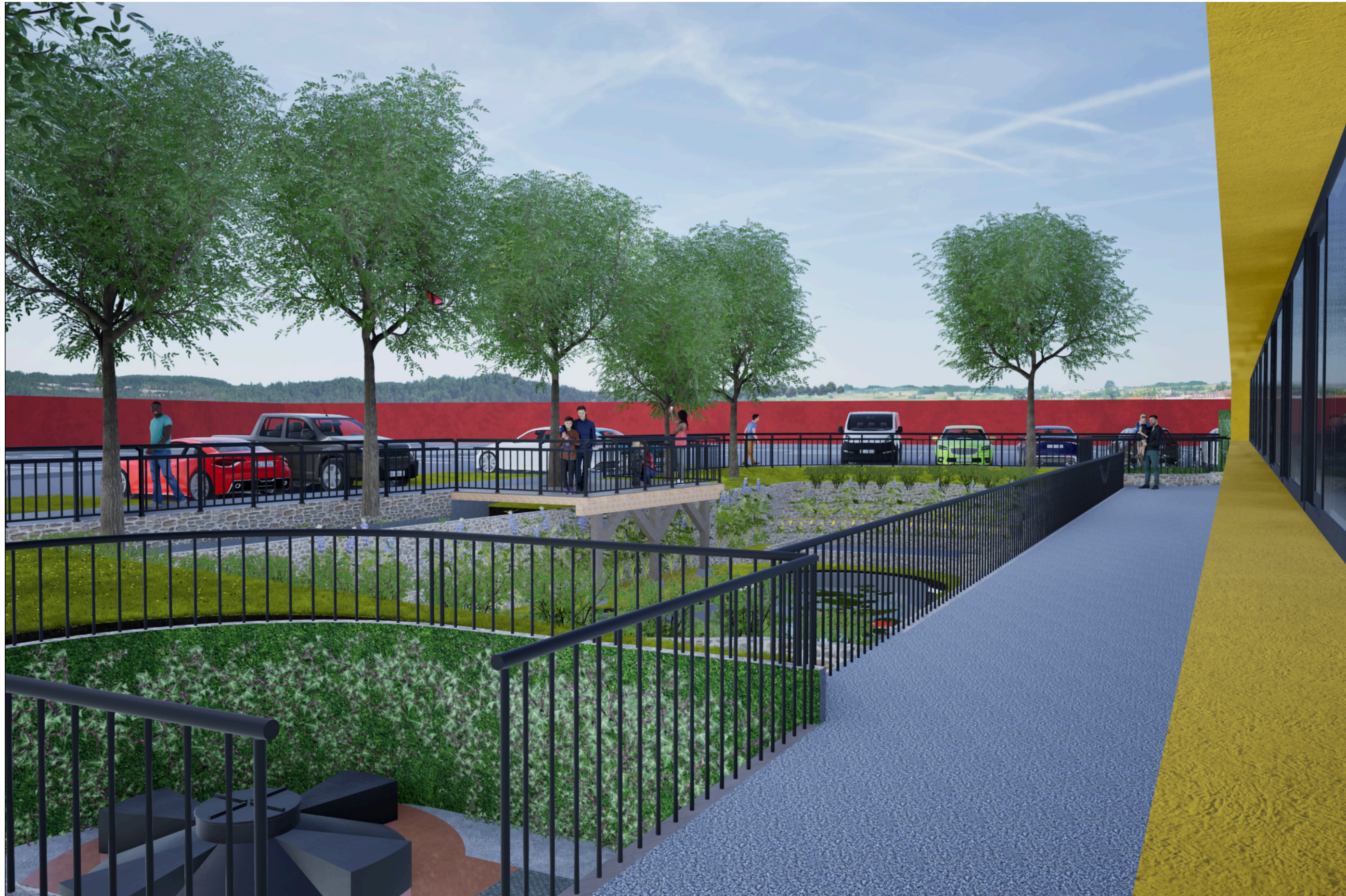
COTAS

METROS

NOMENCLATURA

PAJ-REN-03

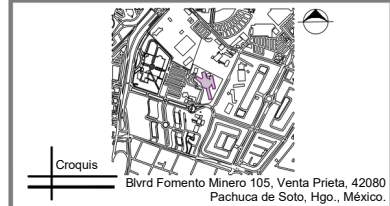




Norte



UBICACIÓN



Croquis
Bvrd Fomento Minero 105, Venta Prieta, 42080
Pachuca de Soto, Hgo., México.

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C.Suseth Lozano Díaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C.Suseth Lozano Díaz
Renders:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Render 4

ESCALA GRÁFICA

FECHA

29/11/2025

ESCALA

S/E

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

PAJ-REN-04



Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Diaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

Arquitectónico

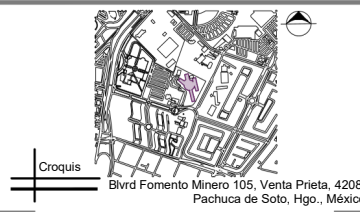
Render 5

29/11/2025

S/E METROS



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C.Suseth Lozano Diaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Diaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Render 6

ESCALA GRÁFICA

S/E

FECHA

29/11/2025

ESCALA

S/E

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C. Suseth Lozano Díaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C. Suseth Lozano Díaz
Renders:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

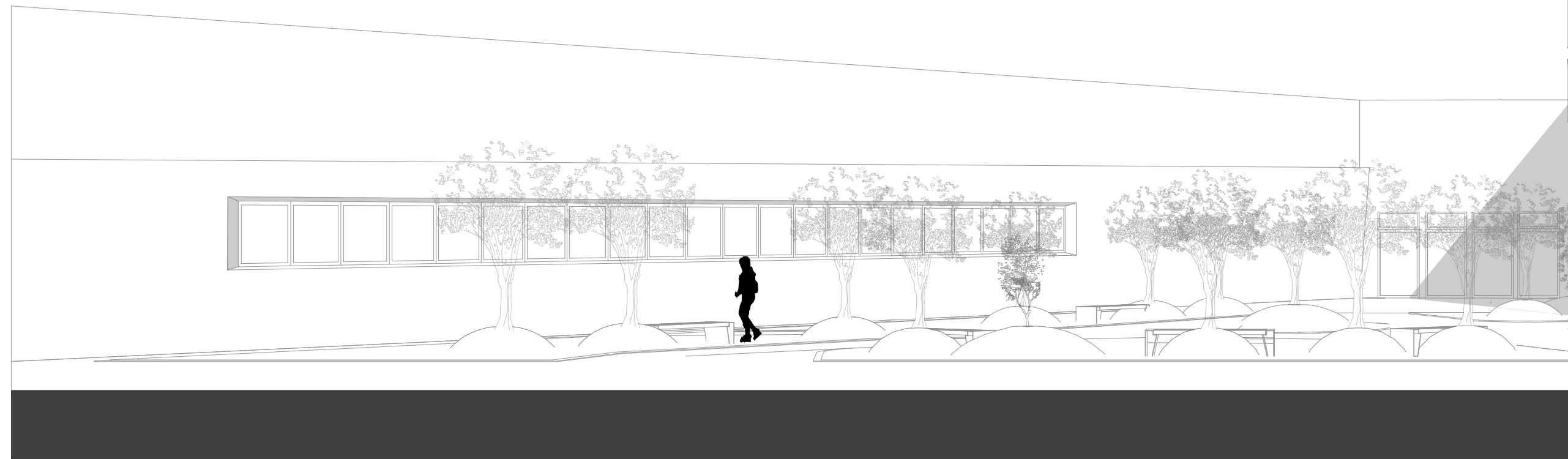
Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

Detalles

Alzado

29/11/2025

1:200 METROS



Alzado izquierdo



Alzado derecho

El diseño del jardín ubicado entre los edificios de Terapia Física y Terapia Ocupacional surge como respuesta a una serie de necesidades tanto estéticas como funcionales. Una de las principales problemáticas identificadas fue que las puertas de salida de la sala de espera central no cumplían con las dimensiones mínimas para su correcta operación y evacuación. Por ello, resultó indispensable ampliar la plancha de concreto en el área exterior, con el objetivo de mejorar las condiciones de acceso y, al mismo tiempo, habilitar un espacio que funcionara como punto de reunión estratégico, tal como lo requiere el protocolo de Protección Civil ante posibles siniestros.

Al tratarse de un área verde subutilizada, el espacio carecía de un sentido práctico y no fomentaba un uso cotidiano por parte de los usuarios, lo que disminuía su sostenibilidad. Para atender esta situación, se integraron circulaciones de concreto planteadas de manera estratégica con el fin de enlazar las rutas existentes dentro del conjunto arquitectónico. Esto permitió generar un flujo coherente entre los recorridos y motivar que las personas transiten y utilicen el jardín de forma natural, convirtiéndolo en un espacio sostenible por su propio uso.

La propuesta vegetal incluye tanto especies ya presentes en el sitio como nuevas plantaciones que funcionan como remates visuales, elementos de sombra y acompañamiento del mobiliario. Este mobiliario beneficia principalmente a los usuarios de la sala de espera, quienes ahora tienen la posibilidad de elegir entre permanecer en el interior o disfrutar de una alternativa exterior que funciona como sala de espera al aire libre.

Finalmente, las especies vegetales se organizan sobre pequeños montículos de tierra que cumplen dos funciones principales: (1) mejorar y fortalecer el suelo frente a los compuestos químicos propios de la tierra de jales presentes en el sitio, y (2) generar un espacio más dinámico, evitando superficies totalmente planas o lineales. Estos montículos también permiten que los usuarios puedan recostarse o relajarse sobre ellos, aprovechando las sombras que se producen en determinadas horas del día y haciendo del jardín un área más confortable y atractiva.

En el plano de conjunto se aprecia la totalidad del área intervenida, incluyendo el jardín ubicado entre los edificios de Terapia Física y Terapia Ocupacional, así como el pequeño talud que funciona como remate visual al salir del edificio de Terapia Ocupacional. En este talud se propusieron nuevas especies vegetales con el propósito de incrementar las zonas de sombra y ofrecer un espacio más confortable para que los usuarios puedan descansar. Asimismo, se identifican claramente las tapas de registros, los pozos de visita y los biodigestores, además del contexto inmediato que contempla el humedal artificial, el estacionamiento existente y el inicio del área de deportes y terapia de marcha.

Por otra parte, el plano llave permite entender la organización general del conjunto, ya que delimita y divide el proyecto en tres planos de sección para facilitar la lectura y el análisis técnico de las áreas intervenidas.

En el primer plano de sección se observa el jardín diseñado entre los edificios de Terapia Física y Terapia Ocupacional, el cual se presenta acotado para garantizar su correcta interpretación y medición.

En el segundo plano de sección se representa el talud y el primer biodigestor, que recibe los desechos provenientes del edificio de Terapia Física y se dirige directamente hacia el humedal artificial.

Finalmente, en el tercer plano de sección se muestra el segundo biodigestor, encargado de procesar los desechos generados en el edificio de Terapia Ocupacional, conduciéndolos al humedal artificial.

Todos los planos de sección se encuentran debidamente acotados, lo que asegura una adecuada ubicación espacial y correcta ejecución constructiva.

(Ver planos PAJ-CON-08, PAJ-PVE-09, PAJ-PSC-10, PAJ-PSC-11, PAJ-PSC-012)

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Árboles existentes
- Registros sanitarios
- Pozos de visita
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000 L
- Huizache
- Lirio Africano
- Retama
- Palo Blanco
- Malla reticular
- Curvas de nivel

ESPECIFICACIONES

N.T.P.+ : Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano de conjunto

ESCALA GRÁFICA **FECHA**

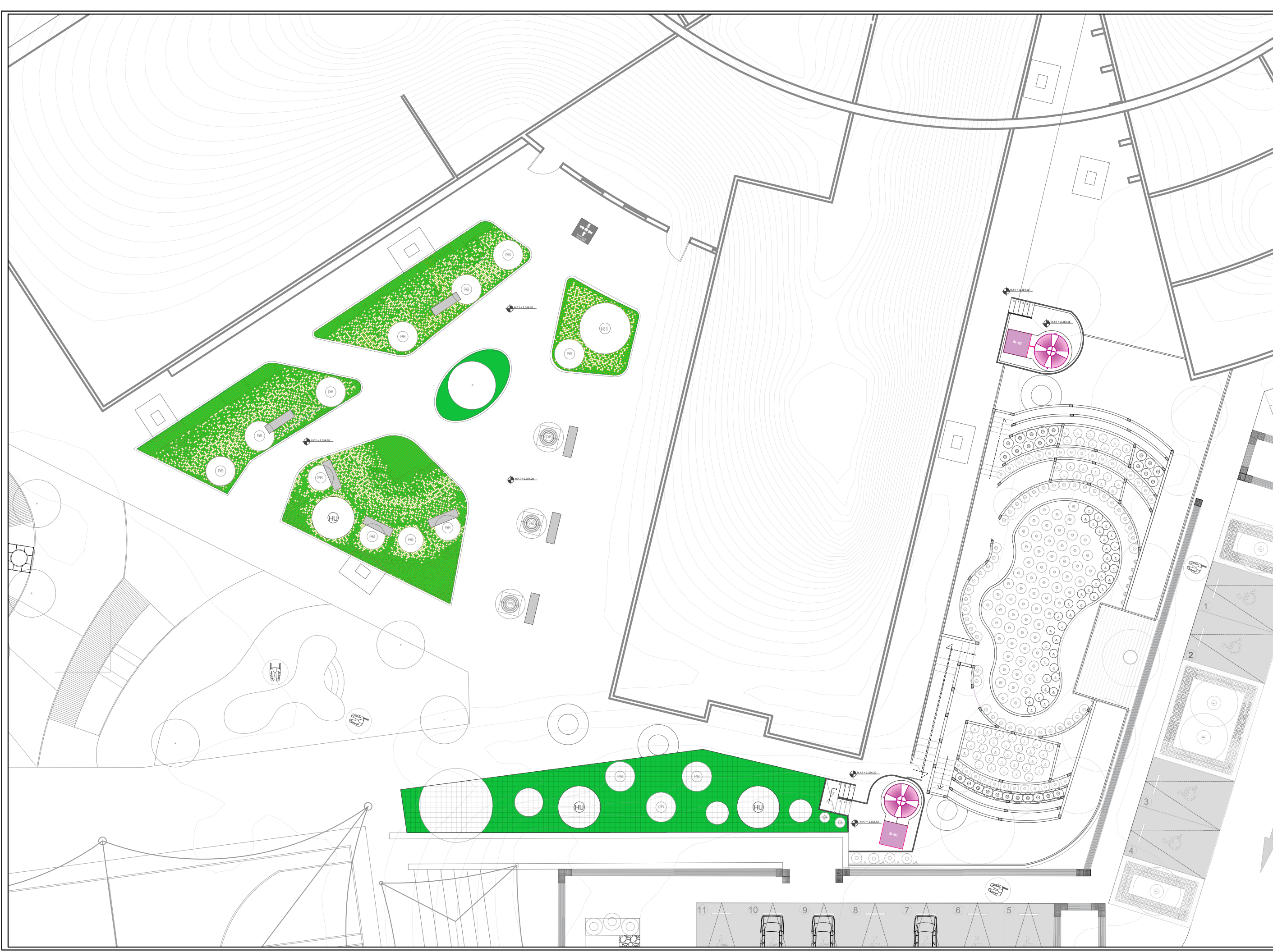
29/11/2025

ESCALA **COTAS**

1:200 METROS

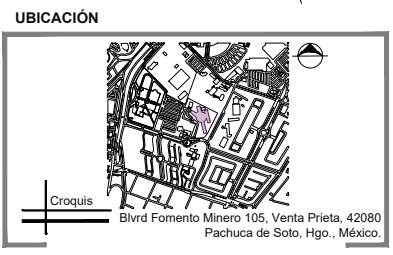
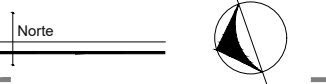
NOMENCLATURA

PAJ-CON-08



VER PAJ-PSC-02
SECCIÓN 1

VER PAJ-PSC-04
SECCIÓN 3



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Arboles existentes
- Registros sanitarios
- Pozos de visita
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000 L
- Huizache
- Lirio Africano
- Retama
- Palo Blanco
- Malla reticular
- Sección
- Curvas de nivel

ESPECIFICACIONES

N.T.P.+ : Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C. Suseth Lozano Díaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C. Suseth Lozano Díaz
Renderers:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Llave

ESCALA GRÁFICA

29/11/2025

ESCALA

1:250

COTAS

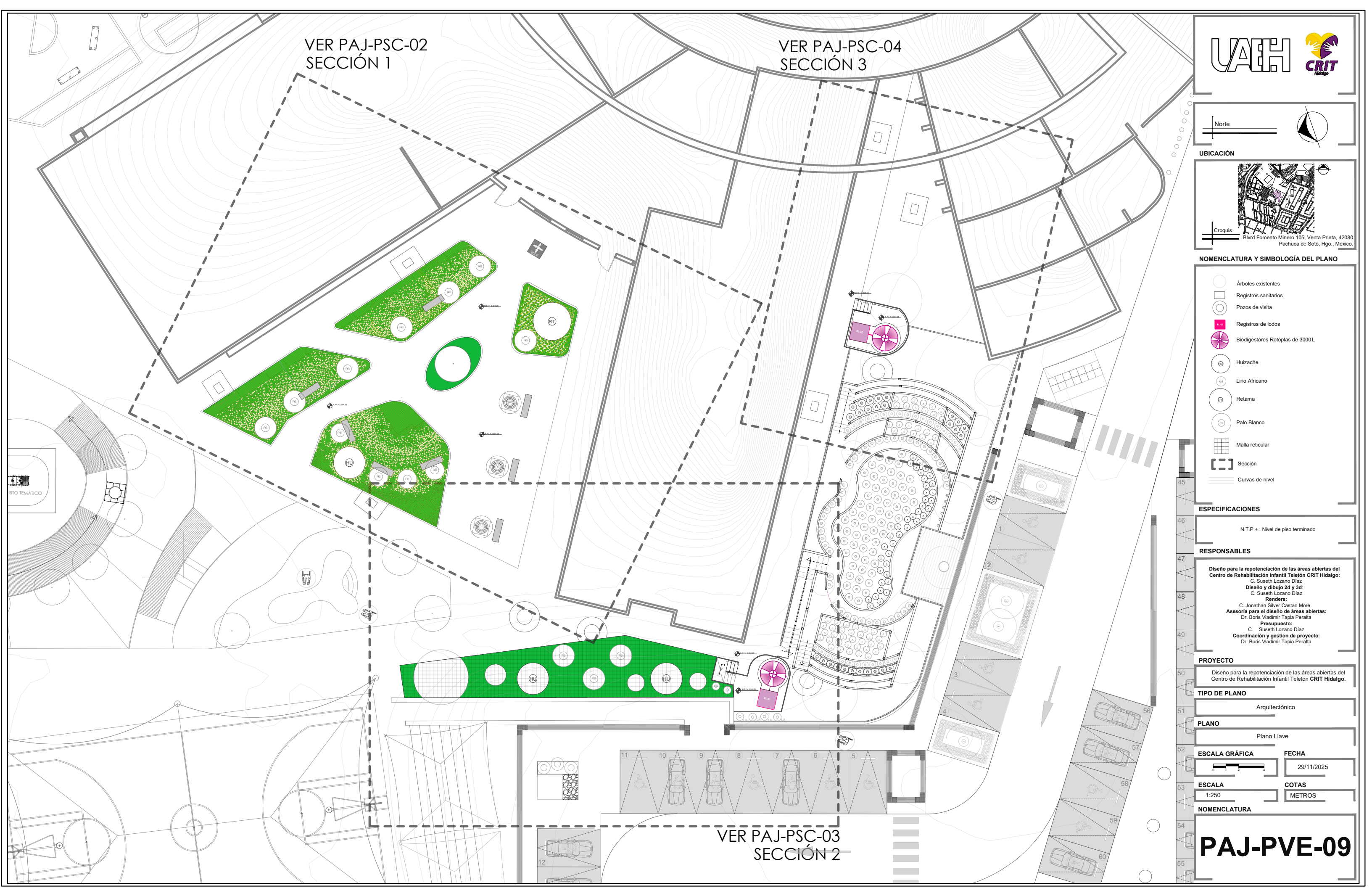
METROS

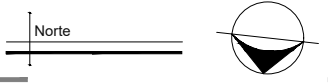
NOMENCLATURA

PAJ-PVE-09

VER PAJ-PSC-03
SECCIÓN 2

CRIT TEMÁTICO





UBICACIÓN

Croquis
Blvd Fomento Minero 105, Venta Prieta, 42080 Pachuca de Soto, Hgo., México.

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

7.43: Cotas
7.04: Cota angular

- Árboles existentes
- Registros sanitarios
- Pozos de visita
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Huizache
- Lirio Africano
- Retama
- Palo Blanco
- Curvas de nivel

ESPECIFICACIONES

- N.P.T + Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C. Suseth Lozano Diaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C. Suseth Lozano Diaz
Renders:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Diaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 02

ESCALA GRÁFICA **FECHA**

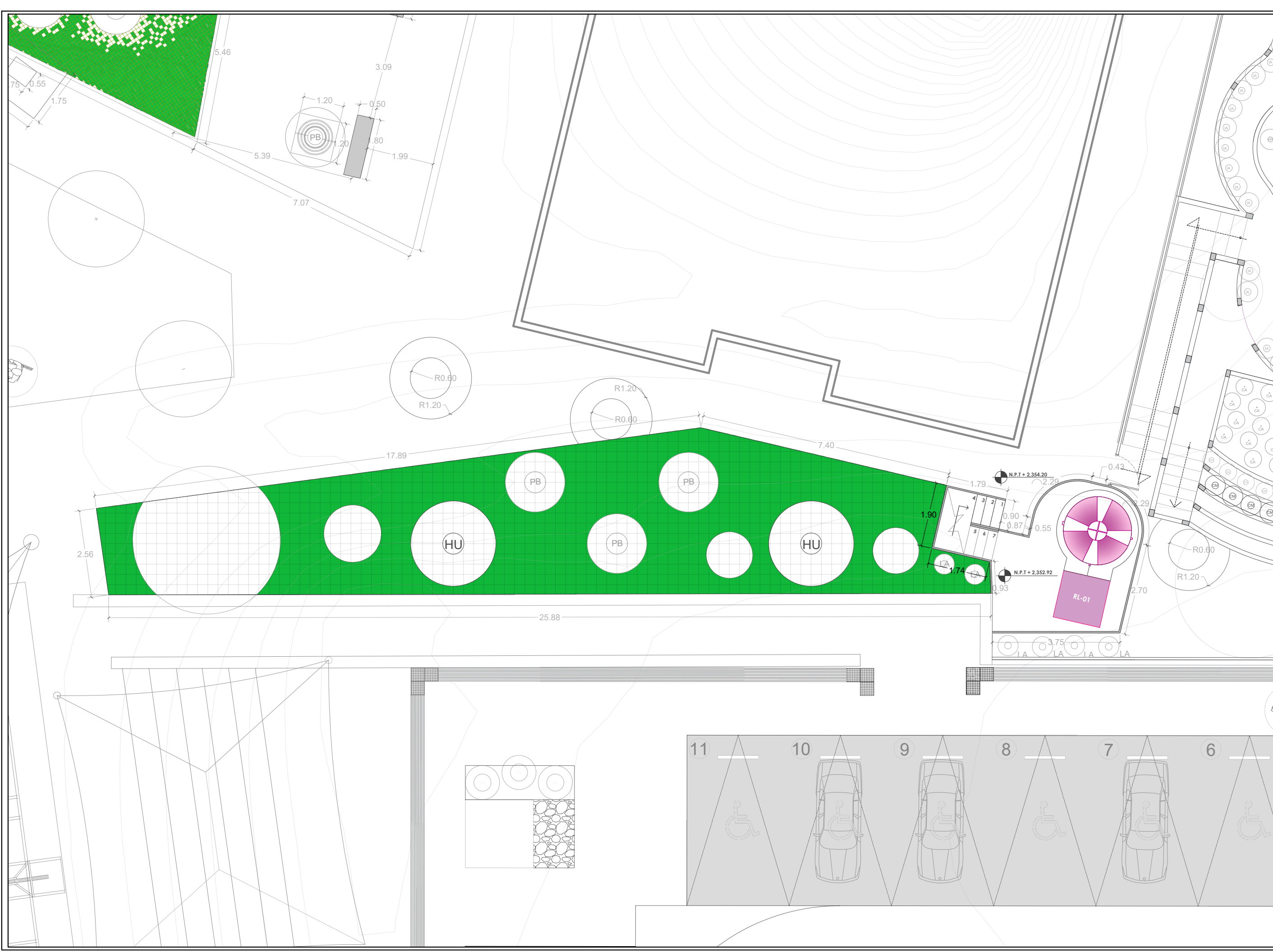
27/01/2025

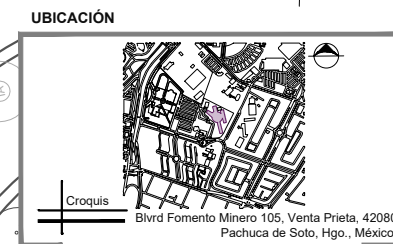
ESCALA **COTAS**

1:100 METROS

NOMENCLATURA

PAJ-PSC-11





NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- ±7.43: Cotas
- 7.04: Cota angular
- Árboles existentes
- Registros sanitarios
- Pozos de visita
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Huizache
- Lirio Africano
- Retama
- Palo Blanco
- Curvas de nivel

ESPECIFICACIONES

- N.P.T + Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 03

ESCALA GRÁFICA 0 0.2 0.4 1

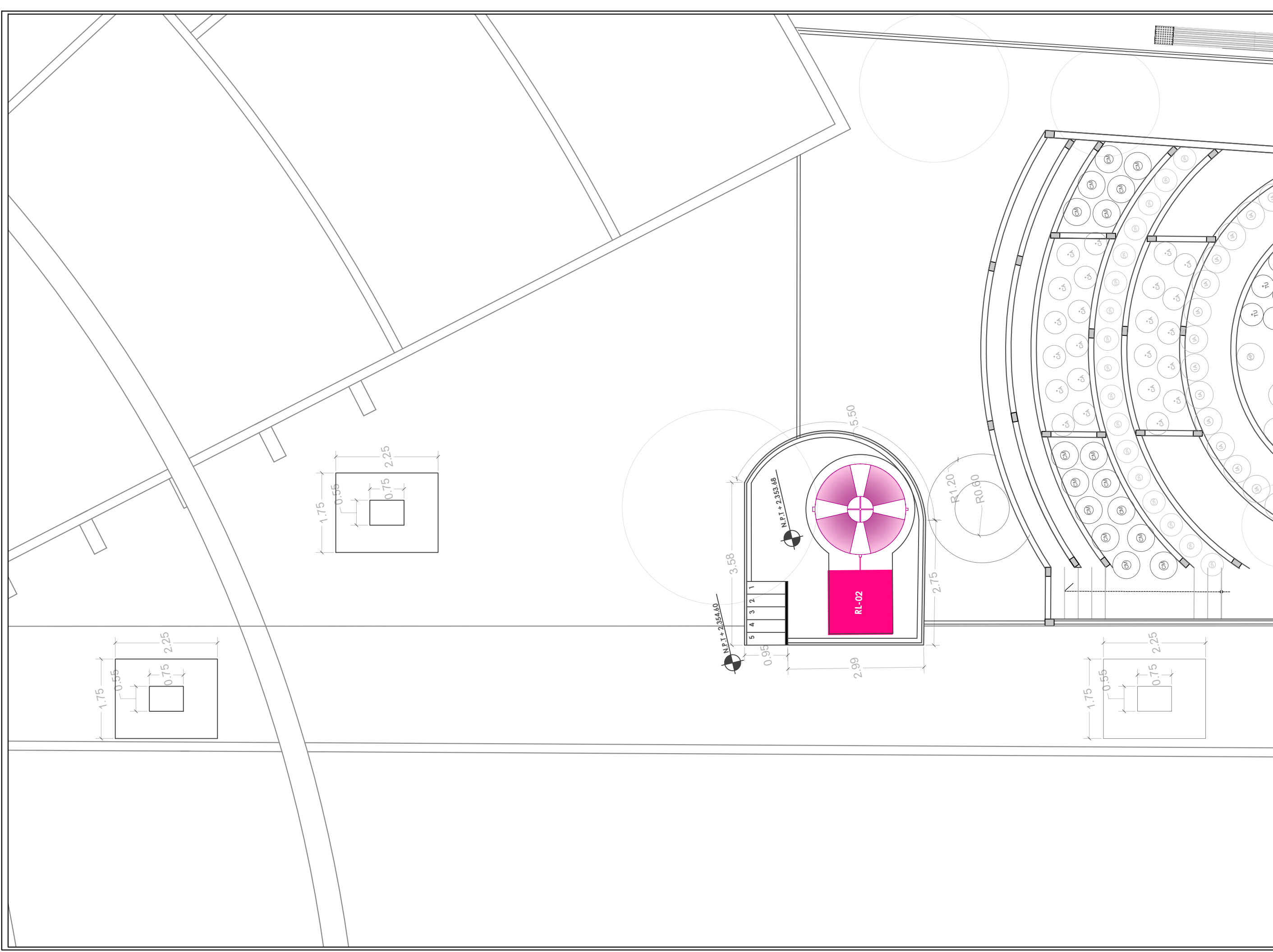
ESCALA 1:75

FECHA 27/01/2025

COTAS METROS

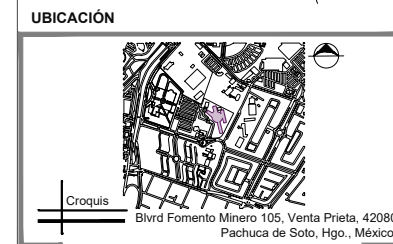
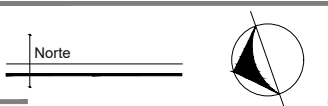
NOMENCLATURA

PAJ-PSC-12



A continuación, en los planos de plantación, y paleta vegetal se presentan los detalles y la selección de especies vegetales incorporadas en el conjunto intervenido. En estos planos se especifican las características principales de cada especie, como la altura total, la profundidad de la raíz y la composición de la mezcla de suelo requerida para asegurar su adecuado desarrollo, evitando su marchitamiento conforme a las condiciones del sitio.

Asimismo, se detalla el tipo de planta, su familia botánica, la conformación de la fronda y otros atributos relevantes que complementan la descripción técnica de cada especie. (*Ver planos PAJ-DET-13, PAJ-PAL-14, PAJ-PAL-15*)



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- HU Huizache / *Vachellia farnesiana*
- LA Lirio Africano / *Dietes vegeta (L.) N. E. Br.*
- RT Retama / *Senna multiglandulosa (Jacq.) Irwin & Barneby*
- PB Palo Blanco / *Celtis laevigata Willd*

ESPECIFICACIONES

N.T.P.+ : Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

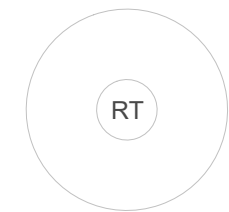
Detalles de plantación 01

ESCALA GRÁFICA FECHA 29/11/2025

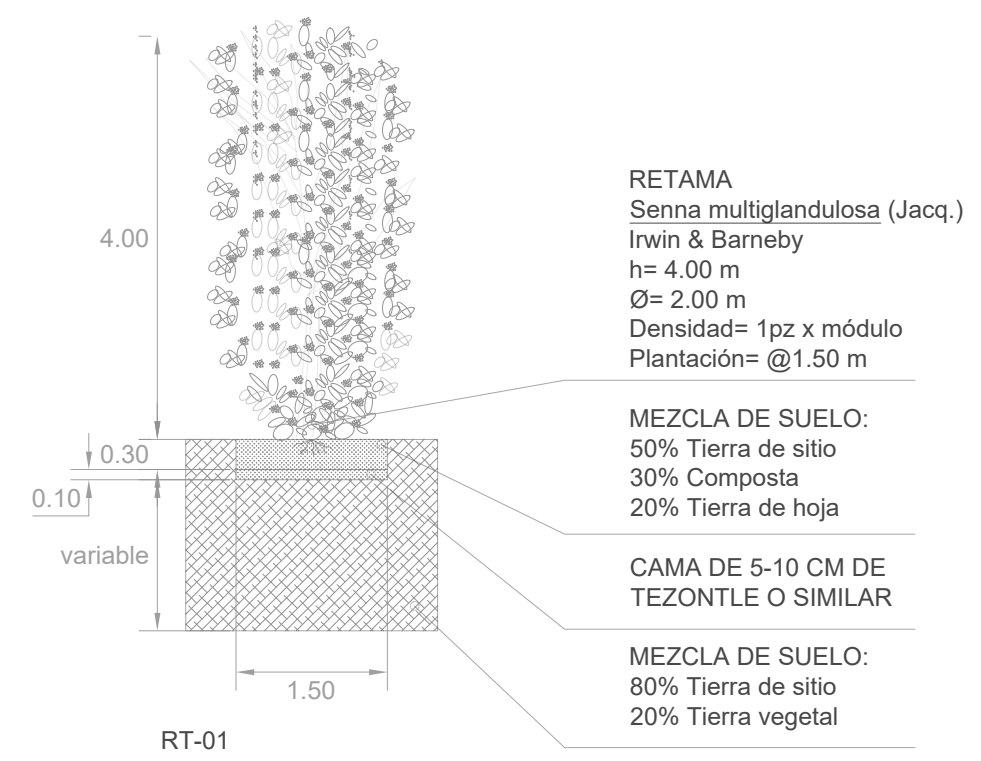
ESCALA 1:75 COTAS METROS

NOMENCLATURA

PAJ-DET-13



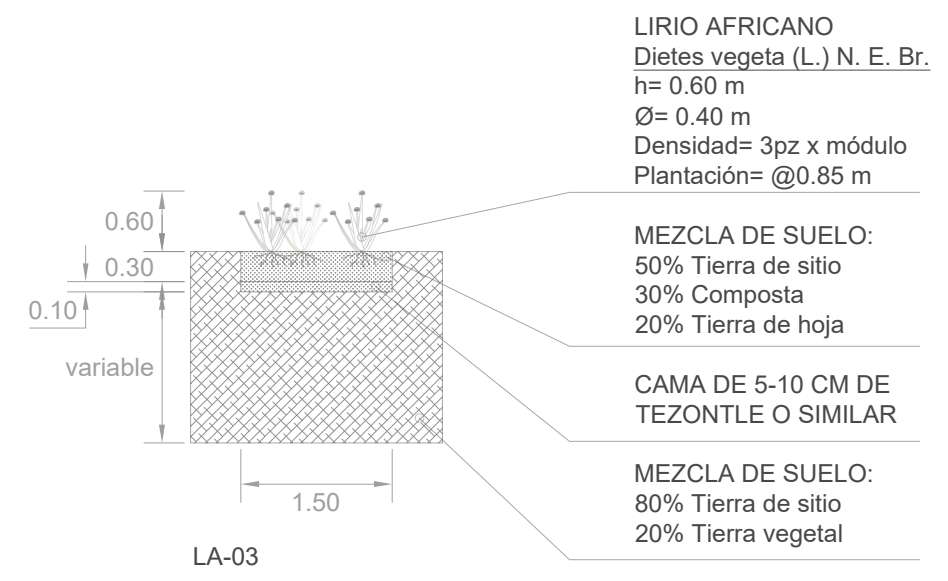
○ Dimensión de compra
 ○ Dimensión adulta



RT-01



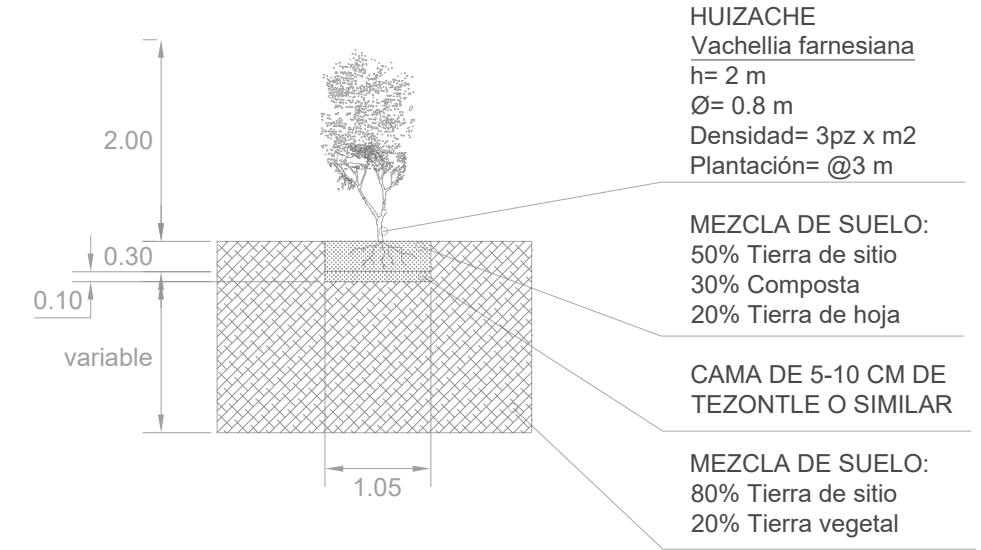
○ Dimensión de compra
 ○ Dimensión adulta



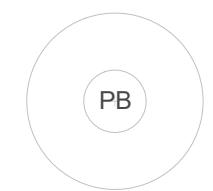
LA-03



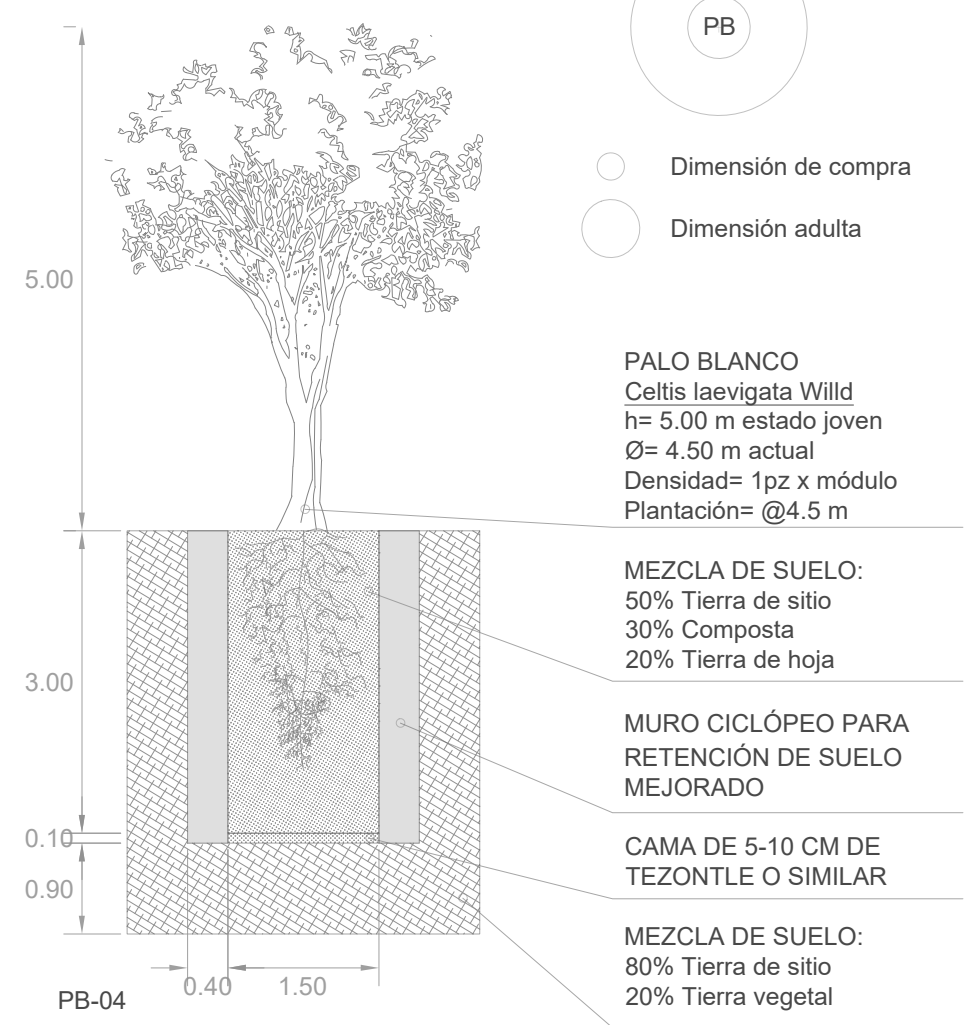
○ Dimensión de compra
 ○ Dimensión adulta



HU-02



○ Dimensión de compra
 ○ Dimensión adulta



PB-04

ARBÓREAS

PALO BLANCO CELTIS LAEVIGATA WILLD

- **TIPO:** ÁRBOL CADUCIFOLIO
 - **ORIGEN:** NATIVA
 - **NOM-059:** NO PROTEGIDA
- **FISONOMÍA:** RECTO CON COPA EXTENDIDA
 - **CRECIMIENTO:** RÁPIDO
 - **DIMENSIONES:** 18.00 M
 - **ALTURA MAX:** 4.50 A 10.00 M
 - **FRONDA:** SI
 - **FOLLAJE:** VERDE, AMARILLENTO EN OTOÑO
 - **COLOR:**
- **FLORACIÓN:** VERDOSAS
 - **TIPO DE RAÍCES:** PROFUNDAS Y EXTENDIDAS
 - **VENTAJAS:** RESISTENTE A SEQUÍA E INUNDACIONES
 - **SUELO:** CUALQUIERA
 - **SOL:** DIRECTO
 - **RIEGO:** BAJO O MODERADO
 - **CUALIDAD DE DISEÑO:** ORNATO, MONTÍCULO.

FORMA BIOLÓGICA



PB-04

ARBUSTOS Y ORNAMENTOS

LIRIO AFRICANO DIETES VEGETA (L.) N. E. BR.

- **TIPO:** PERENNE
 - **ORIGEN:** NATIVA
 - **NOM-059:** NO PROTEGIDA
- **FISONOMÍA:** ERGUIDA Y RIZOMATOSA
 - **CRECIMIENTO:** RÁPIDO
 - **DIMENSIONES:**
 - **ALTURA MAX:** 0.60 M
 - **FRONDA:** 0.40 M
 - **FOLLAJE:** SI
 - **COLOR:** VERDE
- **FLORACIÓN:** BLANCA
 - **TIPO DE RAÍCES:** RIZOMATOSA
 - **VENTAJAS:** RESISTENTE A LA SEQUÍA, FÁCIL MANTENIMIENTO
 - **SUELO:** CUALQUIERA
 - **SOL:** DIRECTO
 - **RIEGO:** BAJO A MODERADO
 - **CUALIDAD DE DISEÑO:** ORNATO, CAMELLÓN

FORMA BIOLÓGICA



LA-03

HUIZACHE VACHELLIA FARNESIANA

- **TIPO:** ARBUSTO ESPINOSO
 - **ORIGEN:** NATIVA
 - **NOM-059:** NO PROTEGIDA
- **FISONOMÍA:** COPA REDONDEADA E IRREGULAR
 - **CRECIMIENTO:** LENTO
 - **DIMENSIONES:** 2.00 A 10.00 M
 - **ALTURA MAX:** 5.00 M
 - **FRONDA:** SI
 - **FOLLAJE:** VERDE
 - **COLOR:**
- **FLORACIÓN:** AMARILLA
 - **TIPO DE RAÍCES:** RAÍCES SUPERFICIALES
 - **VENTAJAS:** RESISTENTE A SEQUÍA E INUNDACIONES
 - **SUELO:** CUALQUIERA
 - **SOL:** DIRECTO
 - **RIEGO:** BAJO O MODERADO
 - **CUALIDAD DE DISEÑO:** ORNATO

FORMA BIOLÓGICA



HU-02

RETAMA SENNA MULTIGLANDULOSA (JACQ.) IRWIN & BARNEY

- **TIPO:** PERENNE
 - **ORIGEN:** NATIVA
 - **NOM-059:** NO PROTEGIDA
- **FISONOMÍA:** ARBUSTIVA
 - **CRECIMIENTO:** RÁPIDO
 - **DIMENSIONES:** 4.00 M
 - **ALTURA MAX:** 2.00 M
 - **FRONDA:** SI
 - **FOLLAJE:** VERDE
 - **COLOR:**
- **FLORACIÓN:** AMARILLA
 - **TIPO DE RAÍCES:** SUPERFICIAL
 - **VENTAJAS:** FIJADORA DE NITRÓGENO, ORNAMENTAL
 - **SUELO:** CUALQUIERA
 - **SOL:** DIRECTO
 - **RIEGO:** ESCASO, TOLERANTE A LA SEQUÍA
 - **CUALIDAD DE DISEÑO:** ORNATO, RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

FORMA BIOLÓGICA

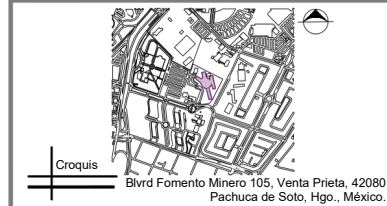


RT-01

Norte



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

HU	Huizache / <i>Vachellia farnesiana</i>
LA	Lirio Africano / <i>Dietes vegeta (L.) N. E. Br.</i>
RT	Retama / <i>Senna multiglandulosa (Jacq.) Irwin & Barneby</i>
PB	Palo Blanco / <i>Celtis laevigata Willd</i>

ESPECIFICACIONES

N.T.P.+ : Nivel de piso terminado

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C.Suseth Lozano Diaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C.Suseth Lozano Diaz
Renders:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Diaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr.Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Paleta vegetal cualitativa

ESCALA GRÁFICA

FECHA

29/11/2025

ESCALA

COTAS

S/E

METROS

NOMENCLATURA

PAJ-PAL-14

RECOMENDACIONES: TRANSPLANTAR ÁRBOLES

ÉPOCA PARA TRANSPLANTAR

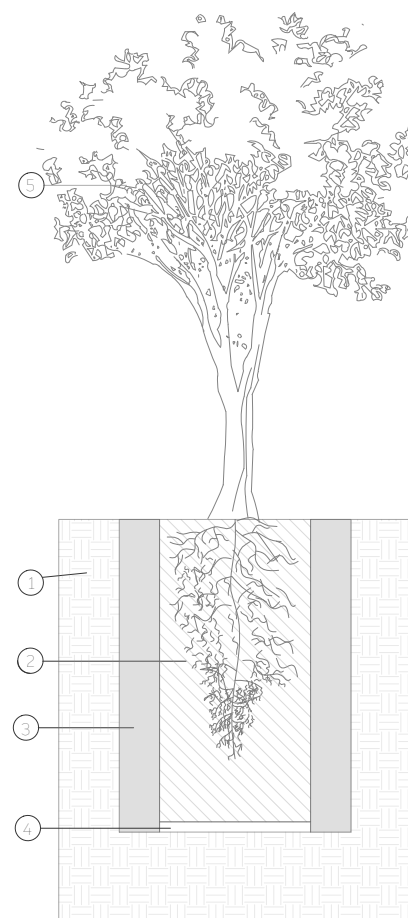
1. Los trasplantes siempre se deben hacer cuando la planta esté en reposo, o sea, en invierno.
2. Si la especie es de hoja caduca y joven, árbol pequeño de hasta unos 3 años apróx., se puede trasplantar a raíz desnuda.
3. Si la especie es de hoja caduca y el árbol grande, no deberá sacarlo a raíz desnuda, sino con cepellones (una masa de tierra adherida a sus raíces).
4. Si la especie es de hoja perenne, independientemente del tamaño que tenga, siempre hay que trasplantarlo con cepellón, obligatoriamente.

PROCEDIMIENTO:

- a. Riega un día antes para que la tierra esté húmeda, así se podrá cavar mejor y la tierra quedará pegada a las raíces.
- b. Cavar alrededor del árbol perimetralmente hasta que quede suelto el cepellón con forma tronco-cónica. Si es un gran ejemplar, esta zanja se puede abrir con una pala mecánica.
- c. El tamaño adecuado del cepellón dependerá de la especie, pero mantendrá una proporción de 2 a 3 veces el diámetro de sus raíces.
- d. El cepellón se envuelve con un geotextil o una tela de yute, se ata fuertemente para que no se desmorone en el traslado. Es vital que no se rompa y queden las raíces sueltas.
- e. Lo mejor para evitar el desmoronamiento del cepellón es escayolarlo: envolver el cepellón con una tela metálica (alla).
- f. El agujero para su plantación es recomendable se realice varios días o meses antes para que se ore mejor.
 - g. El hoyo debe ser amplio, de 2 a 3 veces la anchura del cepellón y profundo.
- h. Mezclar la tierra extraída con un abono orgánico: estiércol, turba, etc. Si el suelo es muy arcilloso se recomienda mejorar el drenaje mezclando una buena cantidad de arena además del abono orgánico.
- i. Colocar el árbol en el hoyo, el cuello no debe quedar enterrado, sino a ras de suelo, como estaba originalmente, para evitar problemas de oxigenación.
- j. Para asegurar que el agua llegue a la base del cepellón cuando se riegue, un buen truco es colocar en la zanja uno o dos tubos de plástico que lleguen al fondo del hoyo, por el que se verterá el agua. Se llamará "macarrón".
- k. Una vez colocado y verificando su verticalidad, se va añadiendo tierra, asentándola bien para eliminar las bolsas de aire.
- l. Para su fijación se utilizarán palos, estacas o tirantes para evitar este suelto y el viento pueda tirarlo. Las ataduras deben ser de material flexible que no produzcan rozaduras.
- m. Es bueno extender al pie del árbol una capa de acolchonado: cortezas de pino trituradas, hojarasca, composta, etc; sirve para mantener la humedad y la superficie sin malas hierbas.
- n. Debe mantenerse bien regado. Para árboles de mucho cuidado, utilizar productos llamados antitranspirantes que disminuyen la transpiración de las hojas, por tanto las necesidades del agua.
- o. También existen otros productos útiles antishock para ayudar a superar el trasplante aminoácidos y extractos de algas, que vigorizan el árbol.

DETALLE DE TRASPLANTE

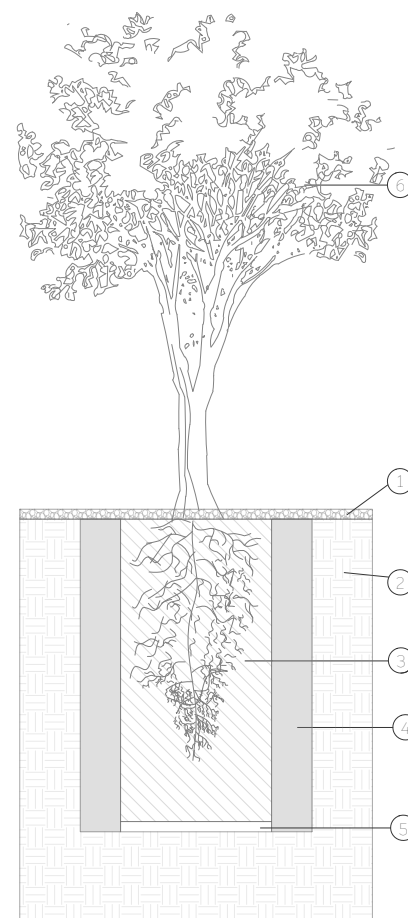
- ① Mezcla de suelo compuesto por 80% de tierra de sitio y 20% de tierra vegetal.
- ② Mezcla de suelo mejorado compuesto por 50% tierra de sitio, 30% de composta y 20% de tierra de hoja.
- ③ Muro ciclópeo para retención de suelo mejorado.
- ④ Cama de tezontle de 5-10 cm de tezontle o material similar.
- ⑤ Individuo vegetal.



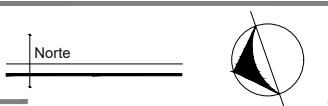
DETALLE DE PLANTACIÓN ÁRBOLES NUEVOS

PROCEDIMIENTO

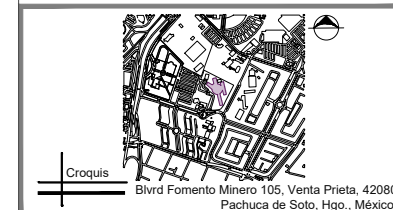
1. Localizar el sitio de plantación.
2. Cavar una cepa de 130 cms de profundidad como mínimo. El ancho deber ser de 1.00 m y largo de 1.00 m.
3. Construir una capa filtrante de 20 cms con material tipo tezontle o grava triturada de 1" a 2" de diámetro.
4. Fertilizar una capa de 10 cms con abono orgánico preferentemente estiércol, turba o mantilla, etc.
5. Asentar el árbol en la parte central de la cepa y llenar los 100 cms restantes de cepa con la tierra extraída.
6. Regar abundantemente enseguida de la plantación.
7. Independientemente del tipo de árbol buscar asesoría personal especialista para otras recomendaciones.



- ① Gravilla según proyecto
- ② Mezcla de suelo compuesto por 80% de tierra de sitio y 20% de tierra vegetal.
- ③ Mezcla de suelo mejorado compuesto por 50% tierra de sitio, 30% de composta y 20% de tierra de hoja.
- ④ Muro ciclópeo para retención de suelo mejorado.
- ⑤ Cama de tezontle de 5-10 cm de tezontle o material similar.
- ⑥ Individuo vegetal.



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

Detalles de plantación 02

ESCALA GRÁFICA



FECHA

29/11/2025

ESCALA

1:75

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

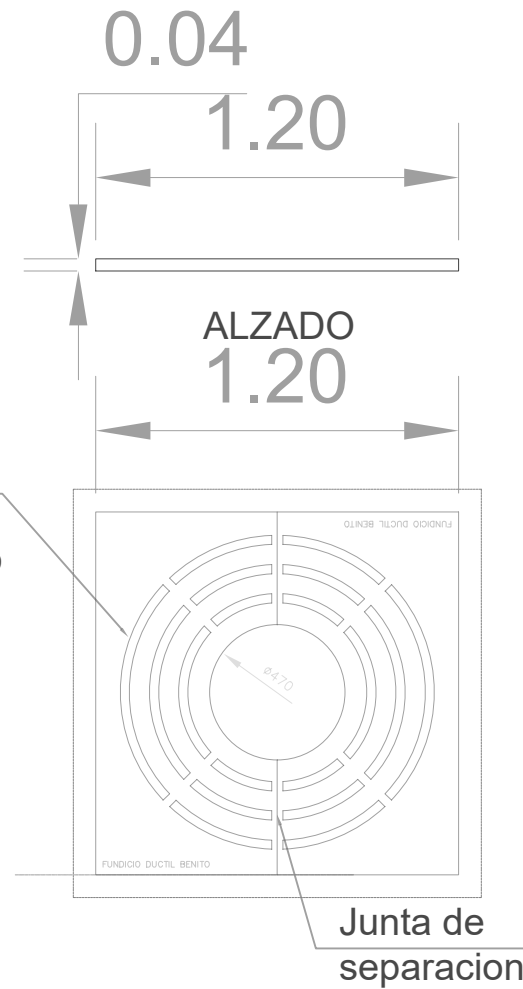
En los planos subsecuentes se presenta el detalle del alcorque acompañado de su respectiva ficha técnica, en la cual se especifican sus dimensiones y una descripción general de sus componentes. Asimismo, se incorpora la sección constructiva del alcorque, que permite identificar sus partes y su integración dentro del elemento de concreto. De igual manera, se incluye el detalle de la banqueta, donde se muestran los elementos necesarios para su correcta fabricación y ejecución en sitio. (*Ver planos PAJ-DET-16, PAJ-DET-17*)

ALC-01

Alcorque TAULAT

- MATERIAL:** Hierro.
- APERTURAS CIRCULARES:** 18 mm
- PRESENTACIÓN:** 1 / 2
- ACABADOS:** Pintado en color negro forja.
- OPCIONAL:** Marco angular de hierro, L45
- 1200 x 1200 - 4 aperturas circulares

Tapa de hierro tratamiento FERRUS

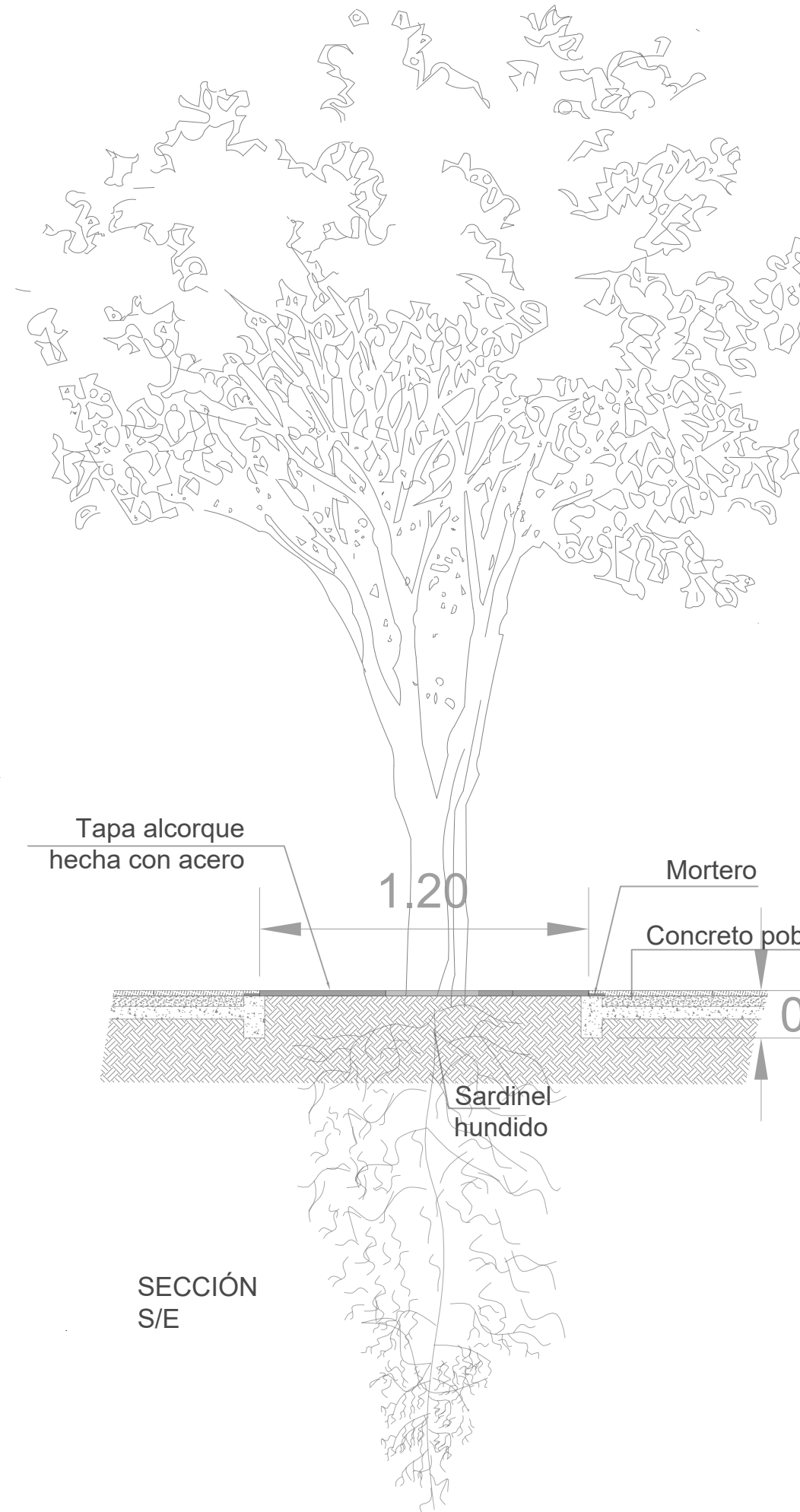


PLANTA
Escala: 1:25

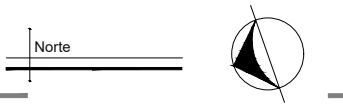
Alcorque de diseño **TAULAT**, medidas totales (largo x ancho x Ø) 1195x1195x470 mm, fabricado en hierro (tratado con el proceso Ferrus el protector de triple capa para el hierro, que garantiza una óptima resistencia a la corrosión), aperturas circulares: 18 mm, que se pueden cortar para adaptar el Ø interior a la medida del tronco, según el árbol va creciendo, con 4 aberturas circulares. Colocado sobre marco TAULAT de BENITO, (no incluido) fabricado en hierro, medidas totales (largo x largo) 1200x1200 mm. Preparado para enrasado al nivel del suelo y fijado rellenando los huecos exteriores con hormigón.

Materiales y acabados:

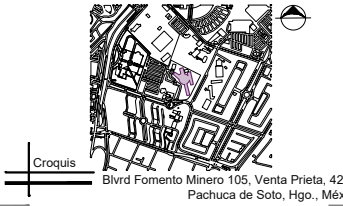
Hierro con tratamiento FERRUS: proceso protector del hierro, que garantiza una óptima resistencia a la corrosión. El tratamiento Ferrus se compone de tres capas que se aplican después de limpiar toda la suciedad y las impurezas mediante granallado y consiste en un baño electrolítico, seguido de una capa de imprimación epoxi y un último recubrimiento de pintura poliéster en polvo color negro forja.



SECCIÓN
S/E



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO



Alcorque

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

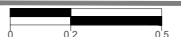
TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

Ficha técnica de alcorque

ESCALA GRÁFICA



FECHA

29/11/2025

ESCALA

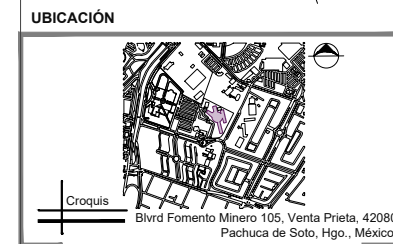
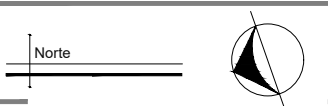
1:25

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

PAJ-DET-16



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

ESPECIFICACIONES

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

Detalles de banquetas

ESCALA GRÁFICA 0 0.2 0.7 0.9
 FECHA 29/11/2025

ESCALA 1:50
 COTAS METROS

NOMENCLATURA

PAJ-DET-17



Plancha de concreto de cm fc= 200kg/cm2 con segmentaciones a cada 4 m con separación de 5cm

Malla electrosoldada de 6x6 -5/16"

Separador de concreto de 5x5x5 colocado @50cm

Tepetate compactado en 2 capas de 15 cm

Terreno natural

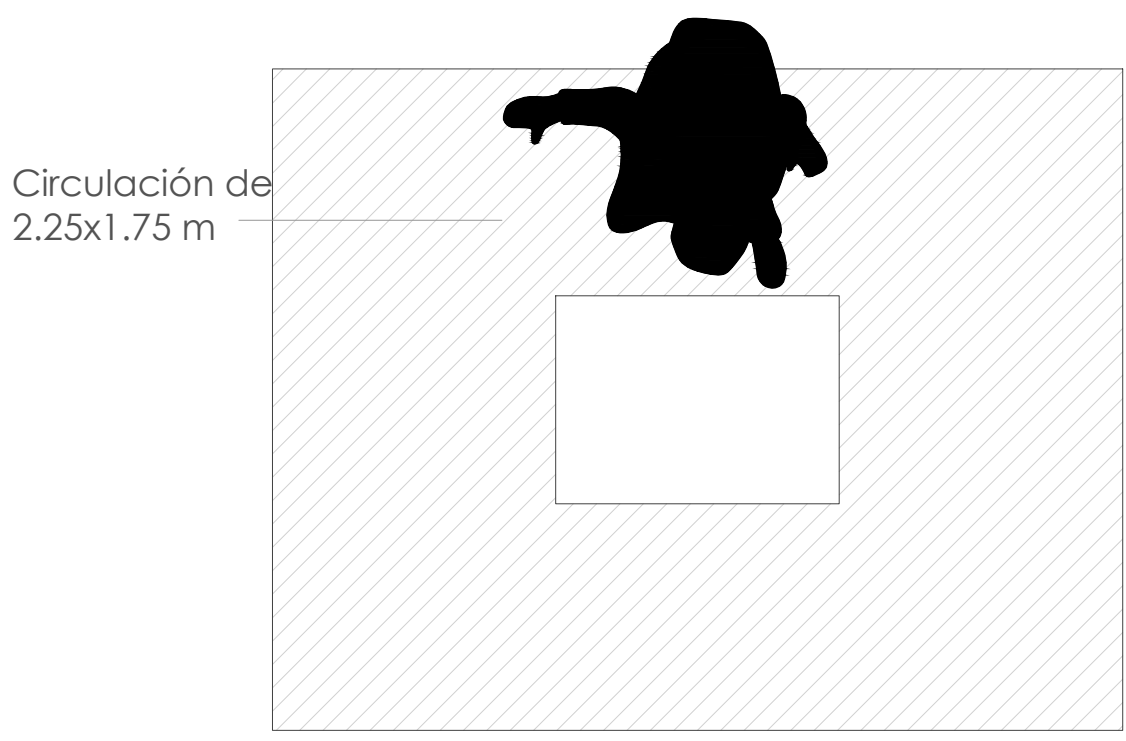
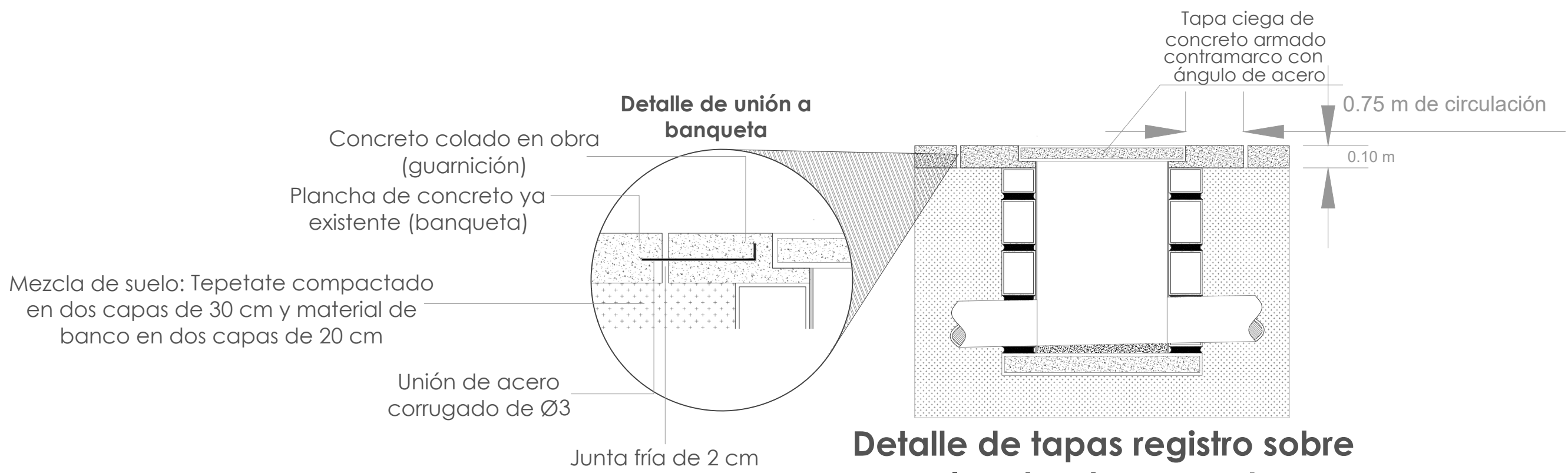
DET-07

Los detalles de diseño de las tapas de registro presentan variaciones según su ubicación y las condiciones específicas del terreno. El primer detalle corresponde a una tapa de registro localizada sobre una plancha de concreto existente, por lo que su configuración y armado responden a esta condición estructural particular. El segundo detalle muestra una tapa situada sobre tierra vegetal, lo que requiere un diseño adaptado al comportamiento propio del suelo y a su estabilidad.

Del mismo modo, los detalles de los pozos de visita también presentan características diferenciadas. Uno de ellos se encuentra emplazado sobre una losa de concreto existente; el siguiente está ubicado sobre tierra vegetal; y el último combina ambas condiciones, ya que la mitad del pozo se posiciona sobre concreto y la otra mitad sobre superficie vegetal. Esta dualidad estructural demanda un tratamiento específico para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad.

Es importante señalar que los cinco detalles de tapas y pozos de visita incluyen un alzado acotado, un detalle de unión (ya sea hacia la banqueta o hacia la tierra vegetal) y una vista en planta. En esta última se aprecia la zona de circulación que rodea los registros, diseñada para permitir labores de mantenimiento sin interferir con las circulaciones principales del complejo.

(Ver planos PAJ-DET-18, PAJ-DET-19, PAJ-DET-20, PAJ-DET-21, PAJ-DET-22)



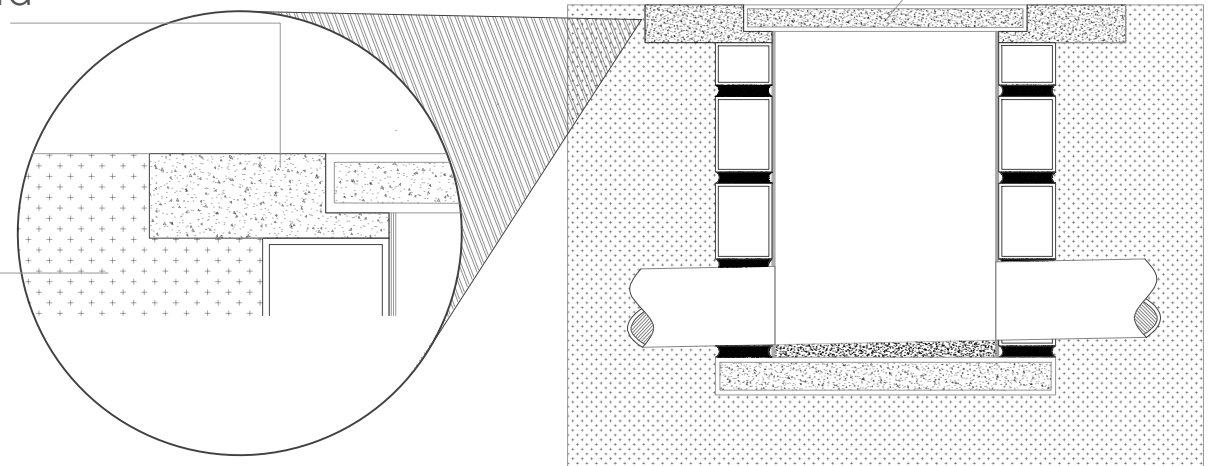
Tapa ciega de concreto armado contramarco con ángulo de acero

0.75 m de circulación

Detalle de unión a tierra vegetal

Concreto colado en obra (guarnición)

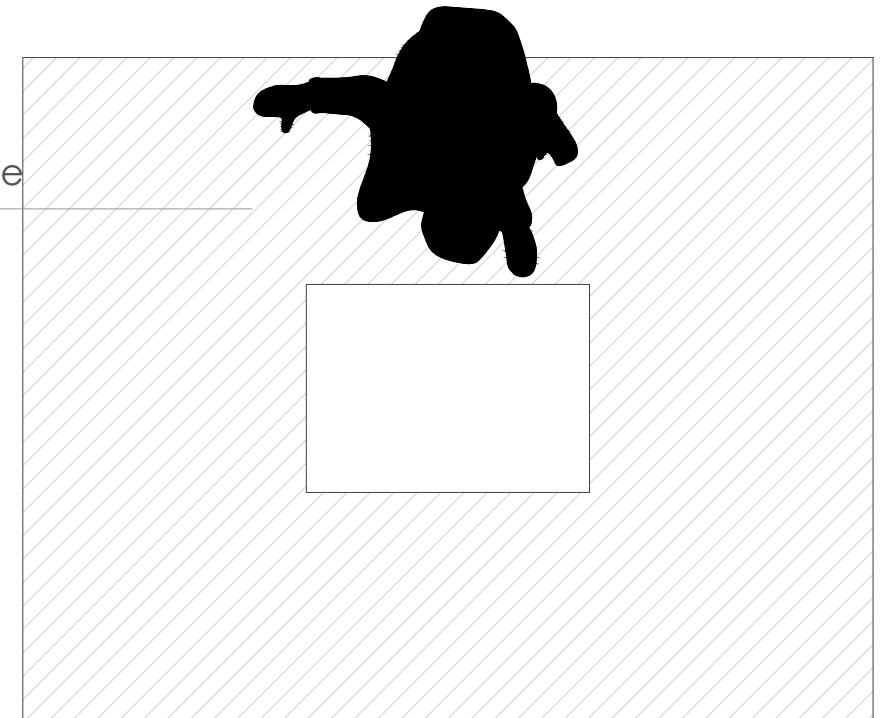
Mezcla de suelo: Tepetate compactado en dos capas de 30 cm y material de banco en dos capas de 20 cm



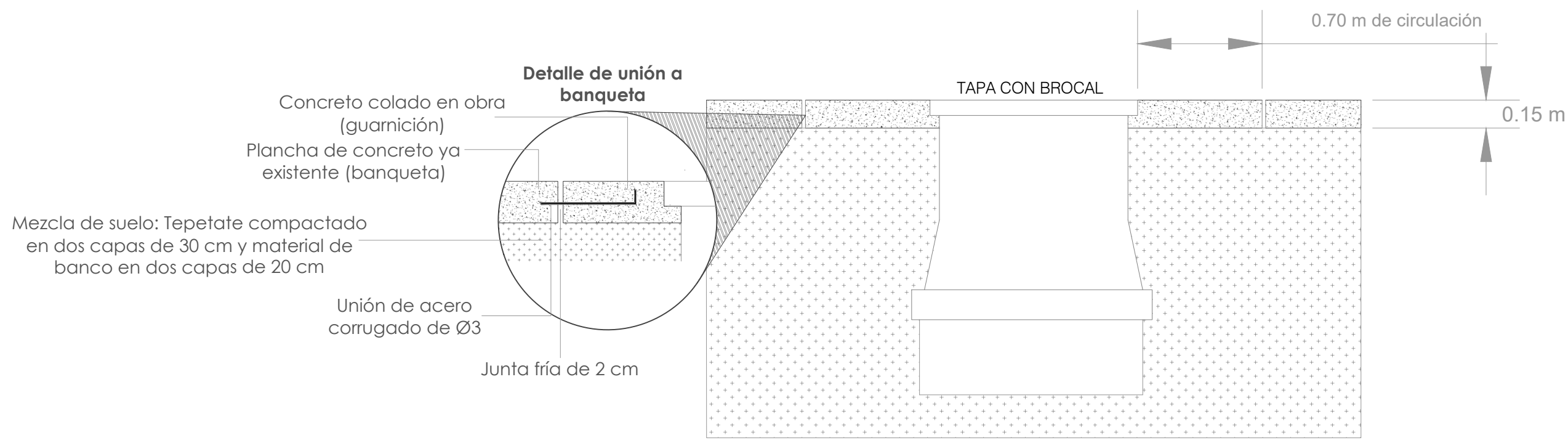
Detalle de tapas registro sobre tierra vegetal

Escala: 1:20 (N-03)

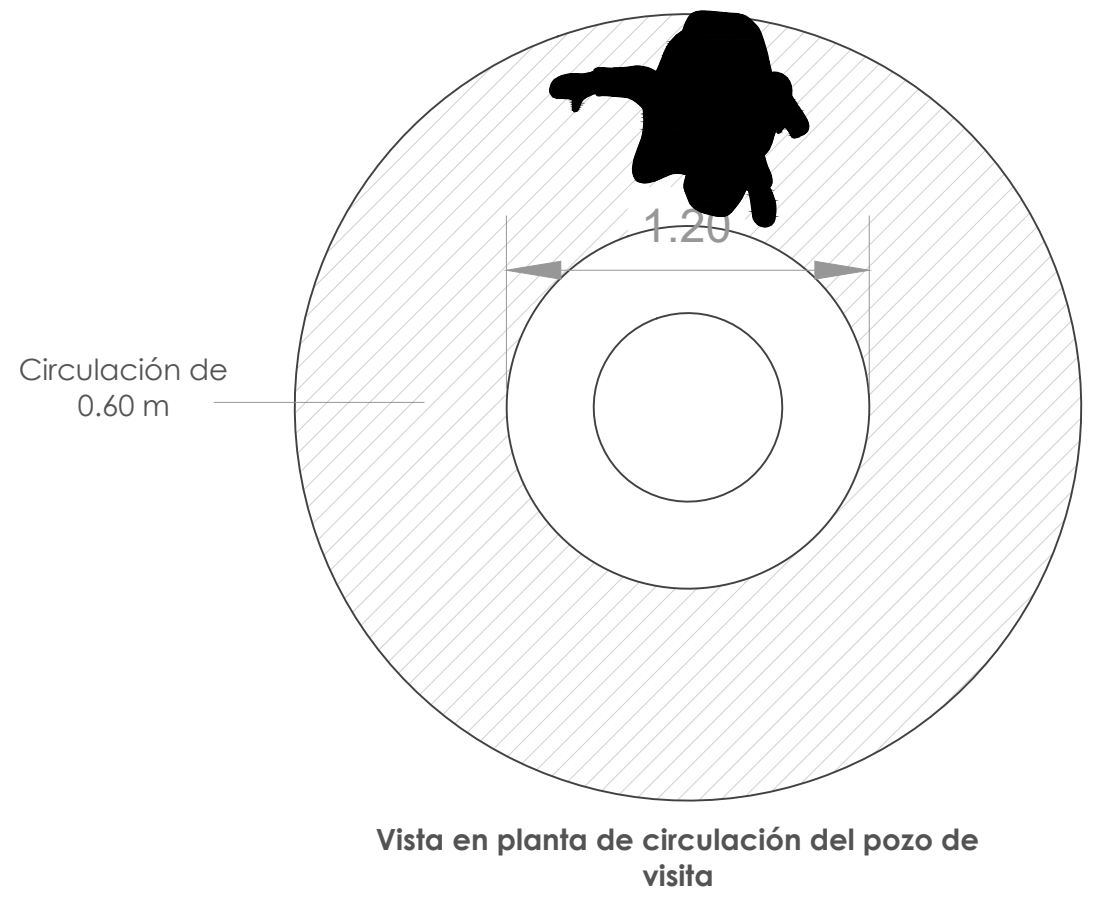
Circulación de 2.25x1.75 m

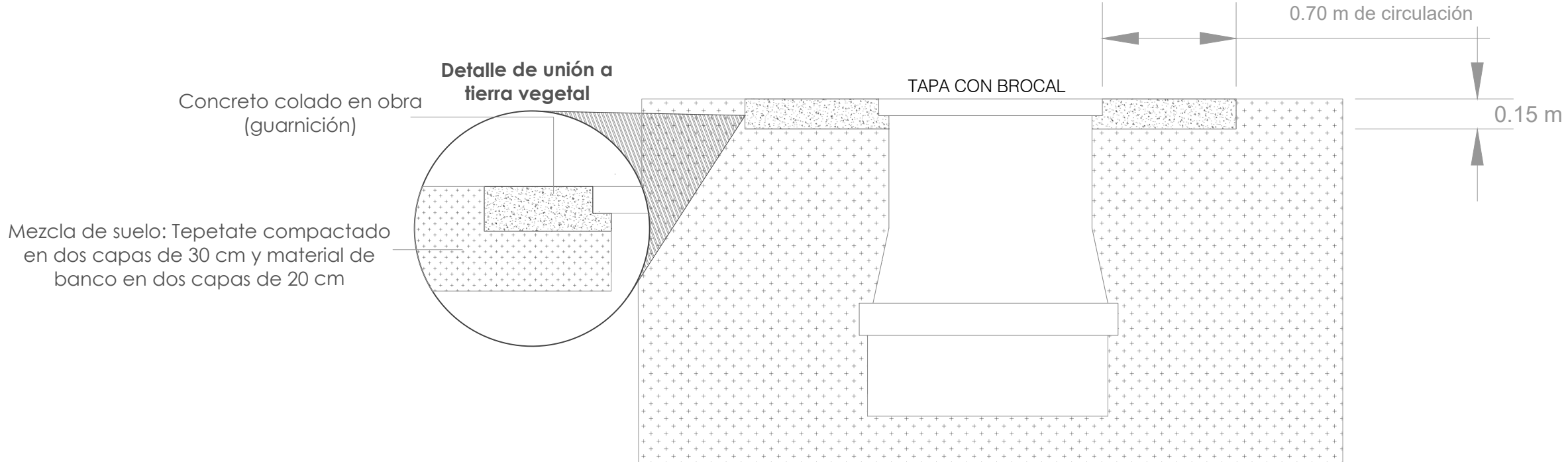


Vista en planta de circulación del registro



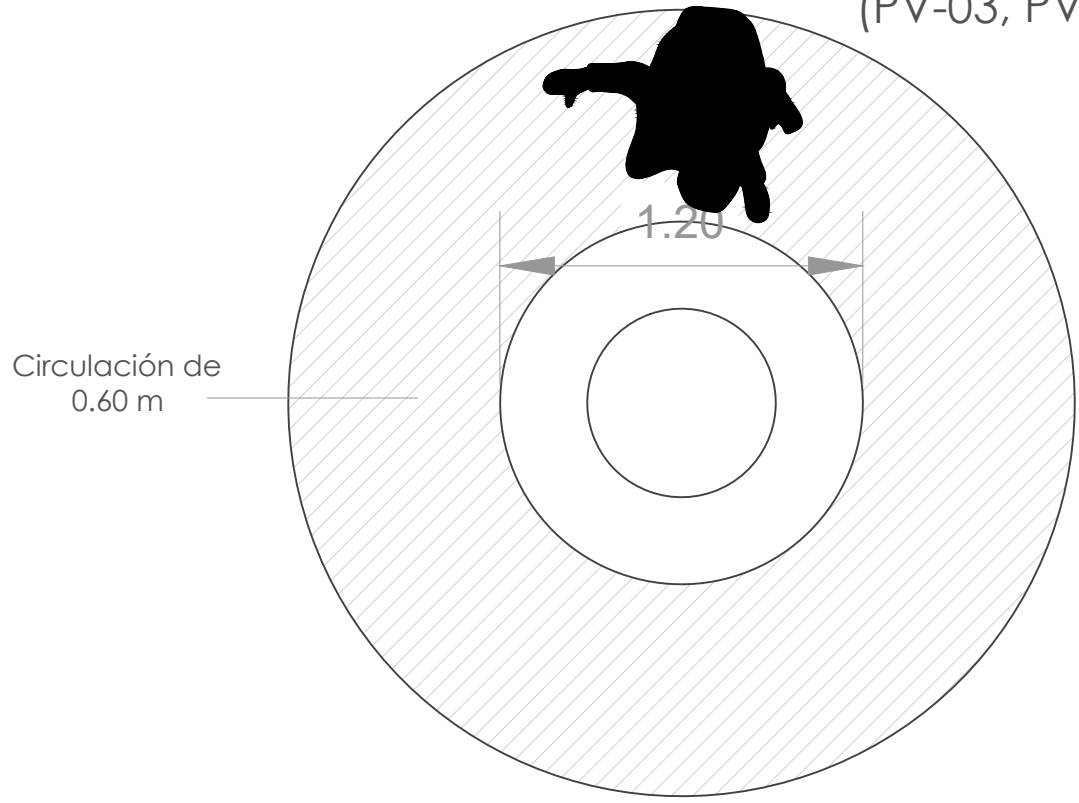
Detalle de tapas pozo de visita prefabricado sobre plancha de concreto
Escala: 1:25
(PV-01)



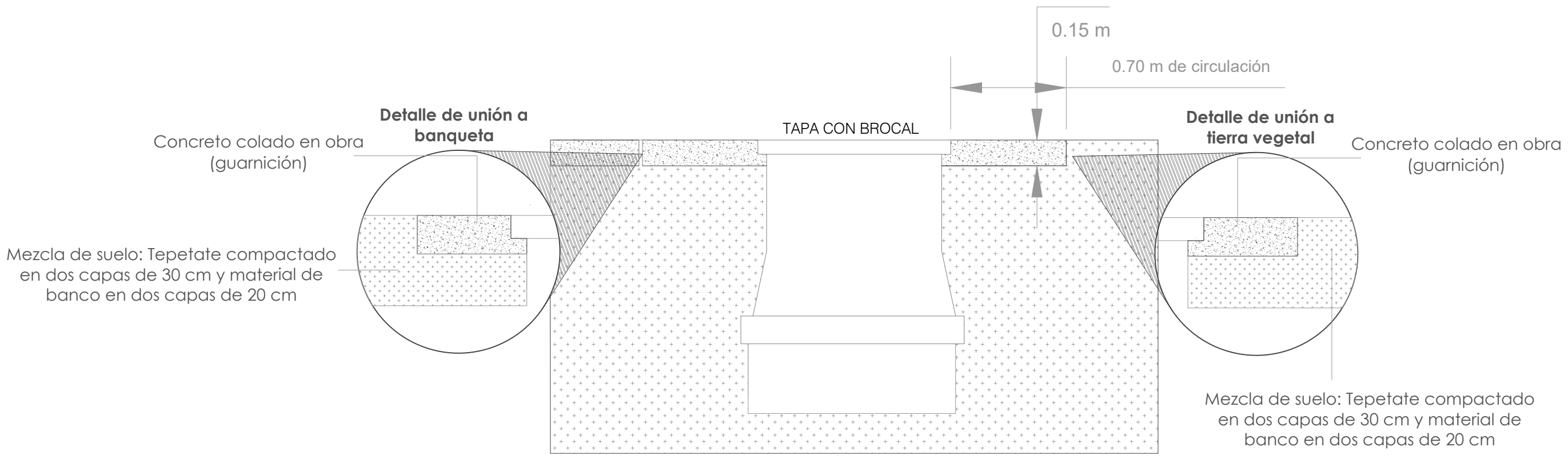


Detalle de tapas pozo de visita prefabricado sobre tierra vegetal

Escala: 1:25
(PV-03, PV-04)

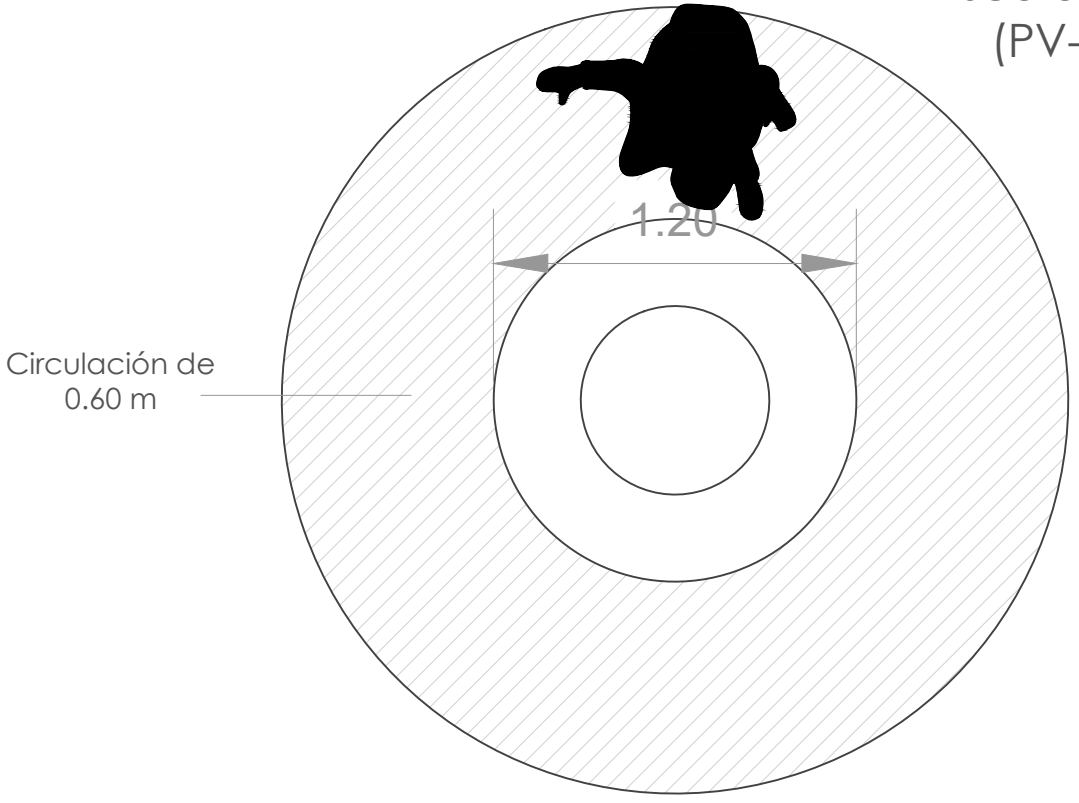


Vista en planta de circulación del pozo de visita



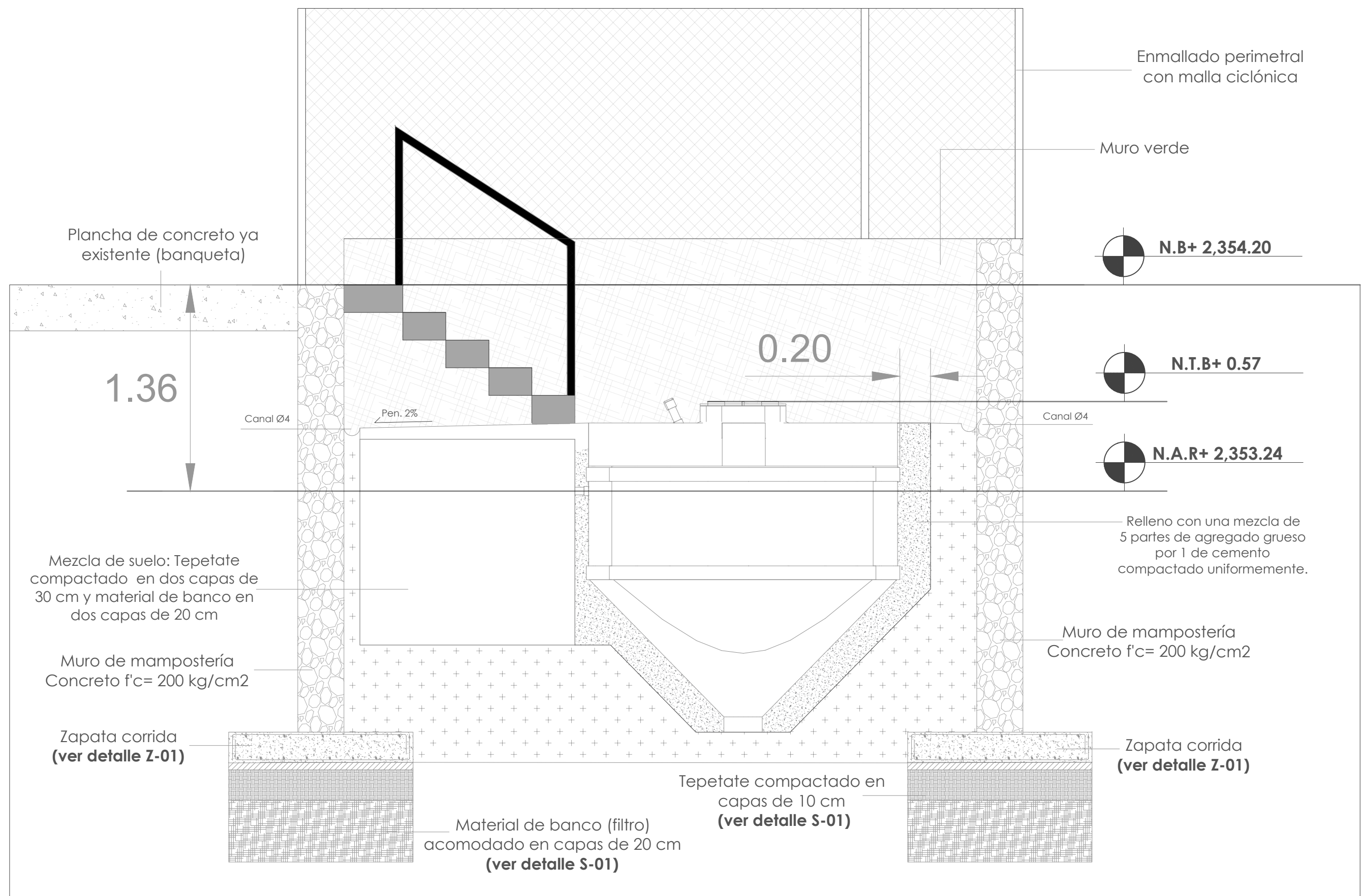
Detalle de tapas pozo de visita prefabricado sobre plancha de concreto y tierra vegetal

Escala: 1:25
(PV-02)



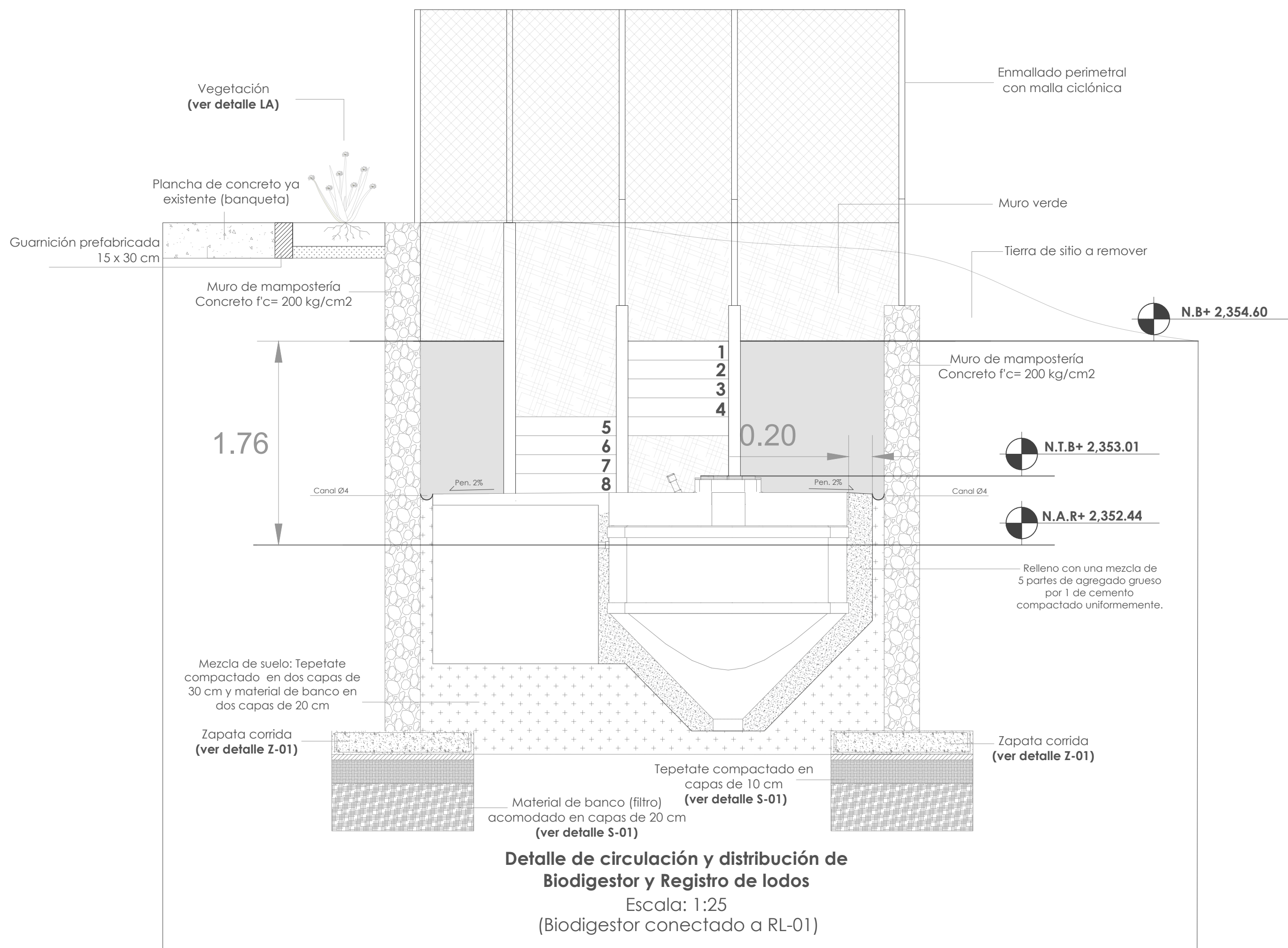
Vista en planta de circulación del pozo de visita

En los planos siguientes se presentan los detalles estructurales y compositivos del acceso a los biodigestores. Ambos sistemas cuentan con una escalera lateral que desciende hacia la zona inferior, permitiendo el ingreso para las labores de mantenimiento de los componentes principales destinados al tratamiento de aguas residuales. Asimismo, se incorporó un muro verde con el propósito de integrar visual y ambientalmente esta área al resto del conjunto, favoreciendo su armonía con el entorno intervenido. (*Ver planos PAJ-DET-23, PAJ-DET-24, PAJ-DET-25*)



Detalle de circulación y distribución de Biodigestor y Registro de lodos

Escala: 1:25
(Biodigestor conectado a RL-02)



Detalle de circulación y distribución de Biodigester y Registro de lodos
Escala: 1:25
(Biodigester conectado a RL-01)

ESPECIFICACIONES

N.B+ : Nivel de banqueta
N.T.B+ : Nivel de tapa de biodigester
N.A.R+ : Nivel de arrastre del registro

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
C. Suseth Lozano Díaz
Diseño y dibujo 2d y 3d:
C. Suseth Lozano Díaz
Render:
C. Jonathan Silver Castan More
Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

Detalles de diseño de acceso a biodigester 02

ESCALA GRÁFICA 0 0.1 0.2 0.4

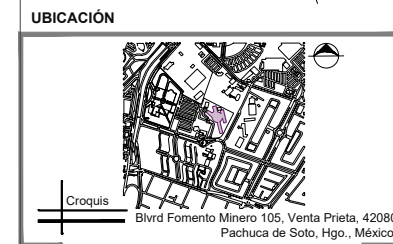
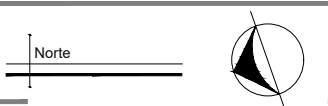
FECHA 29/11/2025

ESCALA 1:25

COTAS METROS

NOMENCLATURA

PAJ-DET-24



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- 7.43- Cotas
- Boya de eje

ESPECIFICACIONES

- N.B+ : Nivel de banquetta
- N.T.B+ : Nivel de tapa de biodigestor
- N.A.R+ : Nivel de arrastre del registro

RESPONSABLES

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Diseño y dibujo 2d y 3d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Renders:
 C. Jonathan Silver Castan More
 Asesoría para el diseño de áreas abiertas:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño para la repotenciación de las áreas abiertas del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón CRIT Hidalgo.

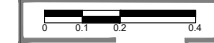
TIPO DE PLANO

Detalles

PLANO

Detalles estructurales

ESCALA GRÁFICA



FECHA

29/11/2025

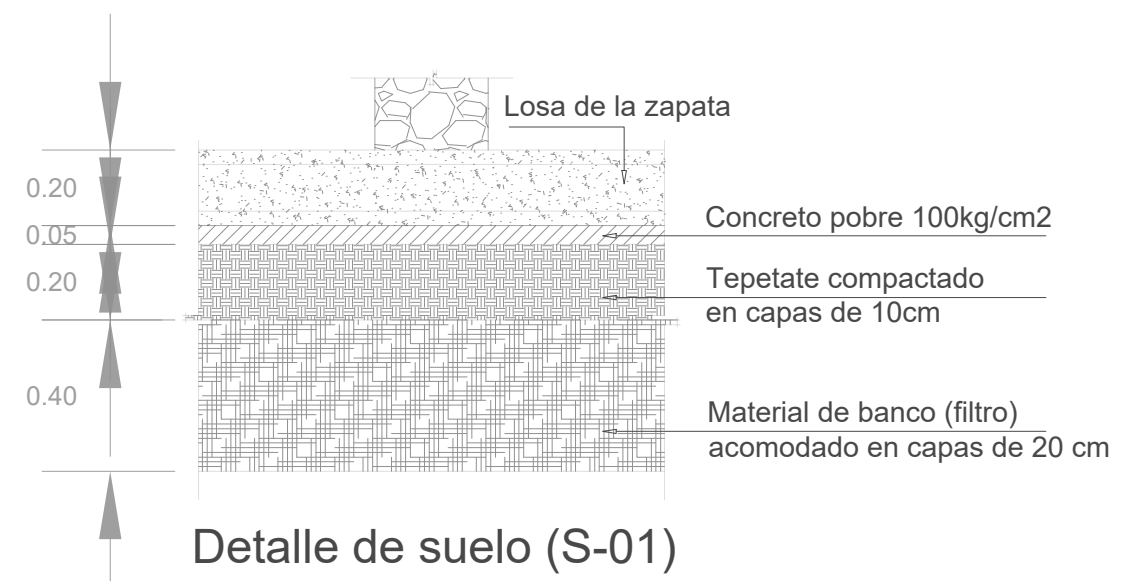
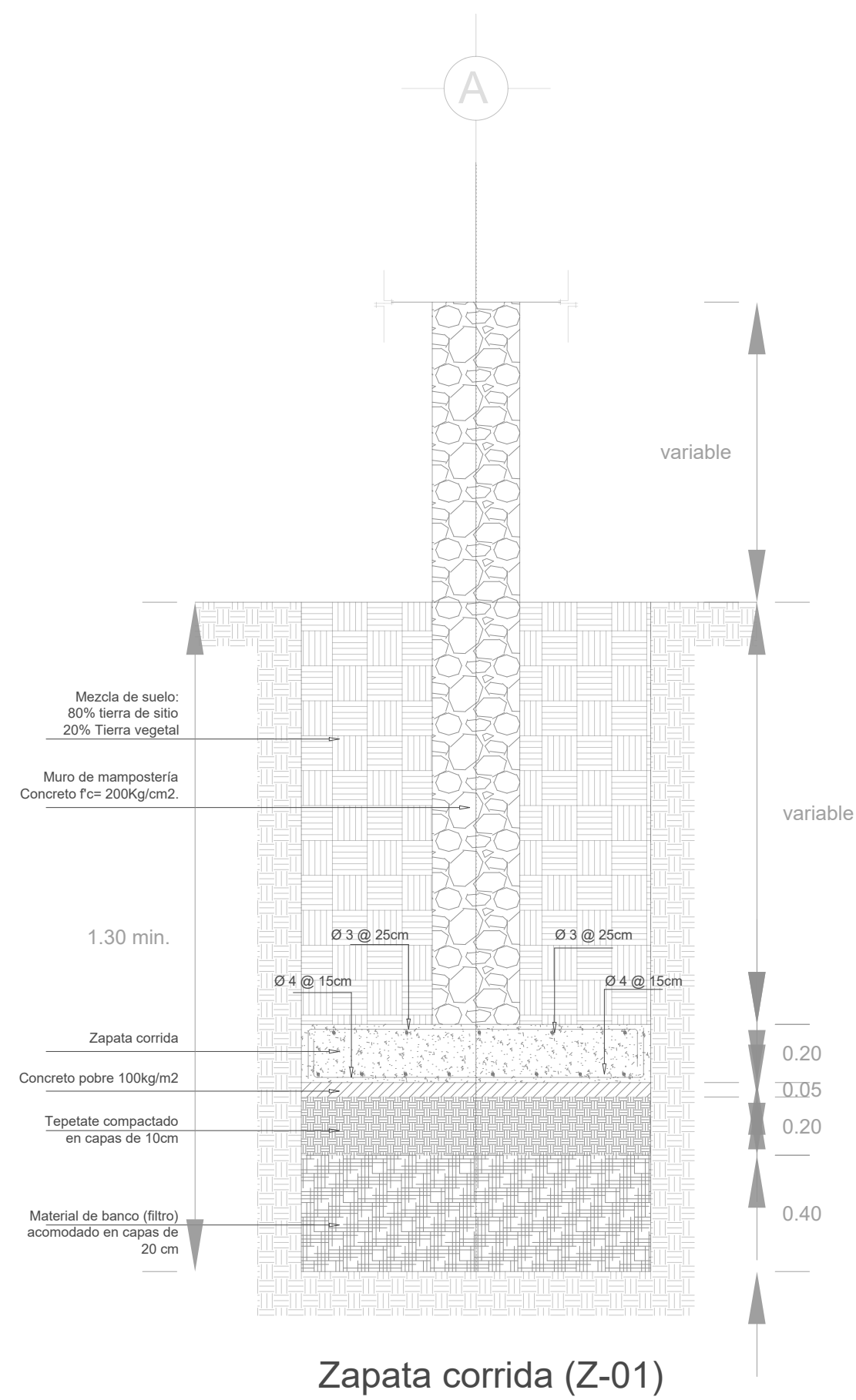
ESCALA

1:20

COTAS

METROS

NOMENCLATURA



Zapata corrida (Z-01)

Detalle de suelo (S-01)

El proyecto se complementa con un presupuesto paramétrico del jardín central, el cual proporciona una estimación preliminar del costo total del conjunto, considerando sus elementos principales y las partidas fundamentales para su ejecución.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
PARTIDA	TRABAJOS PRELIMINARES				
SUBPARTIDA	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
PR-01	Limpieza del terreno manual	m2	0.410	130	53.3
PR-02	Trazo y nivelación con equipo topográfico, bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.	m2	4.10	8.95	36.69
EX-03	Excavación hasta 0.60 metros de profundidad a mano, incluye acarreo, un punto en obra para su posterior retiro.	m3	2.46	156.74	385.58
SUBPARTIDA	SUMINISTRO DE MATERIAL				
SUM-01	Suministro y compactación de tepetate compactado con bailarina en dos capas de 15 cm, acarreo del mismo dentro de obra, incorporado de agua, equipo y mano de obra	m3	1.23	201.21	247.48
FIR-02	Firme de concreto F'C= 200 KG/CM2 de 10 cm de espesor con segmentaciones a cada 4 m con separación de 5cm. Acabado a vuelta de plan: cimbra, membrana de curado, malla electrosoldada de 6x6-5/16" y separador de concreto de 5x5x5 colocado @50cm	m2	6.15	1,713.74	10,539.501
GU-03	Guardnición para jardín de concreto F'C=100 KG/CM2 de 15 cm de ancho y 10 cm de altura, acabado con orillero en esquinas superiores, incluye afine de superficie, cimbra y membrana de curado	ml	1.27	691.63	878.37
JA-04	Suministro y colocación de tierra para jardín	m3	1.40	563.00	788.2
SUBPARTIDA	SUMINISTRO DE ACCESORIOS				
ALQ-1	Suministro y colocación de alcorques modelo A27A, marca TAULAT en secc. de 4 cm de peralte y 4.7 de diametro. Anclaje concreto simple de 150 KG/CM2 para fijación a piso ahogado y refuerzo de AC a Base de ARMEX 3/8" 15x15 cm y concreto simple en su interior, materiales, mano de obra y herramienta.	pza	3	13,362.28	40,086.84
BAN-2	Suministro y colocación de placas metálicas de 1/4" de espesor de 10x10 cm. 4 anclas de varilla de 3/8" ahogadas en piso para recibir banca metalica sin repaldo modelo H-2887BR de tamaño 0.50x1. 80x0.45 color café.	pza	3	13,396	40,188
				COSTO DIRECTO	93,203.96



V.II Diseño de la red de tratamiento de agua (propuesta integral de diseño para el sistema de tratamiento de aguas residuales).

A continuación en el plano llave AR-PVE-01 se muestra la propuesta integral de diseño para el sistema de tratamiento de aguas residuales, la cual contempla en detalle la ubicación y características de los registros, pozos de visita, el trayecto de la red y la instalación funcional de los biodigestores autolimpiables.

En los planos subsecuentes se mostrará a detalle la descripción y toma de decisión de cada parte del proyecto.

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Curvas de nivel
- Árboles existentes
- Árboles reubicados
- Línea de red sanitaria existente
- Registros sanitarios existentes
- Pozos de visita nuevos
- Línea propuesta a biodigestores
- Línea de tubería a red general
- Registros sanitarios nuevos hechos en obra
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplan de 3000L
- Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
- Pendiente 2% Pendiente del 2% en tuberías
- $\varnothing 2"$ Diámetro de tuberías en pulgadas
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 4"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Llave

ESCALA GRÁFICA **FECHA**

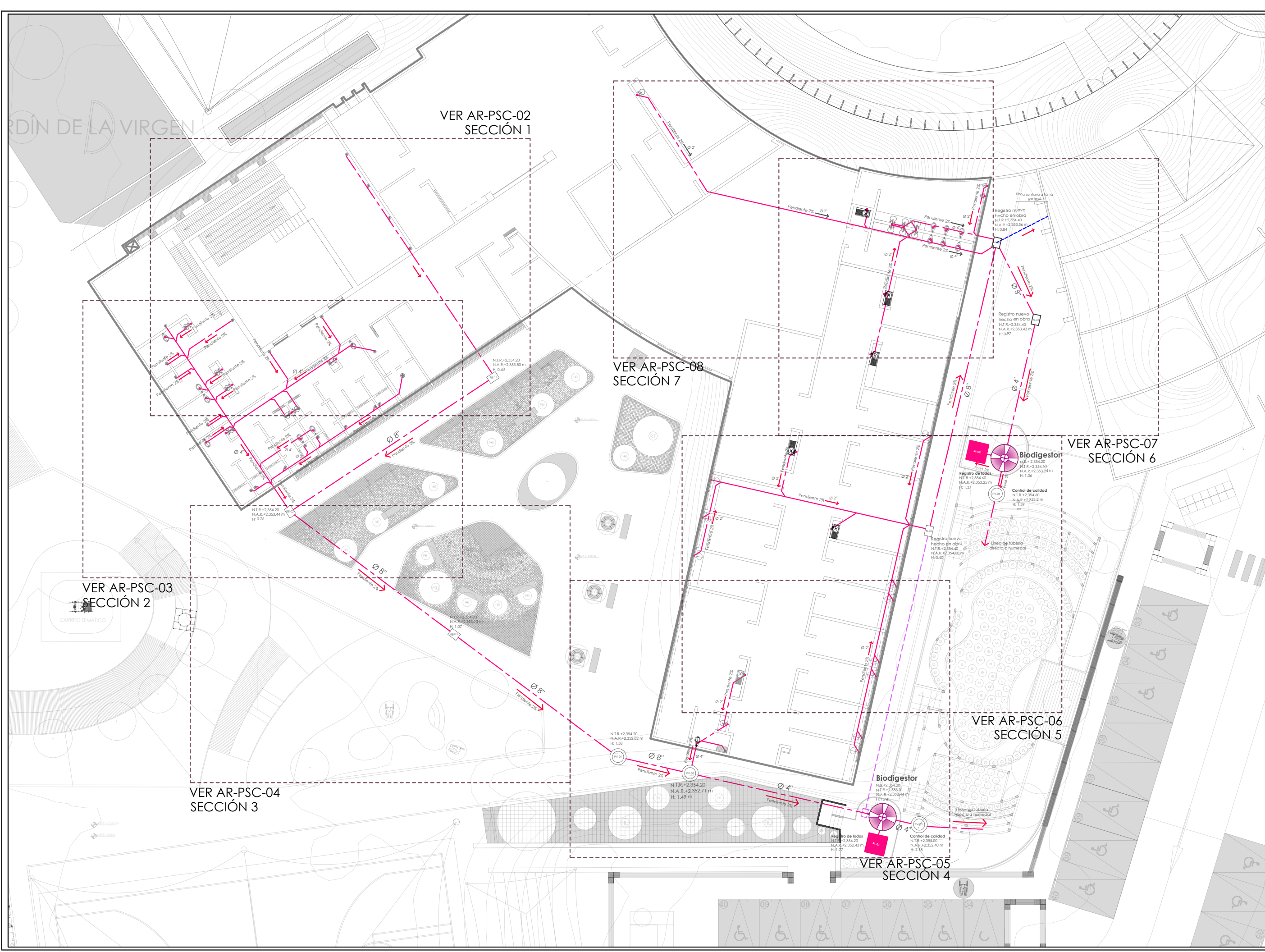
 27/01/2025

ESCALA **COTAS**

1:250 METROS

NOMENCLATURA

AR-PVE-03



VER AR-PSC-02 SECCIÓN 1

VER AR-PSC-08 SECCIÓN 7

VER AR-PSC-07 SECCIÓN 6

VER AR-PSC-06 SECCIÓN 5

VER AR-PSC-05 SECCIÓN 4

VER AR-PSC-03 SECCIÓN 2

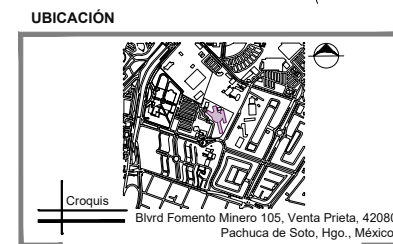
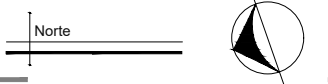
VER AR-PSC-04 SECCIÓN 3

RDÍN DE LA VIRGEN

CARRITO TEMÁTICO

En el plano AR-PSC-02 se observa una sección del edificio de Terapia Física. Al revisar todo el conjunto, se detectó que la pendiente originalmente propuesta no coincidía con varios registros sanitarios mostrados en el plano proporcionado por el centro.

Por esta razón, se decidió ajustar las pendientes, estableciéndolas al 2%. Las pendientes entre 2% y 5% se consideran con flujo continuo, mientras que las que van de 0% a menos de 2% pueden presentar flujo intermitente o nulo (Rodríguez Ruiz et al., 2007). Esta consideración fue clave para el rediseño de la red sanitaria.



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Curvas de nivel
- Árboles existentes
- Árboles reubicados
- Línea de red sanitaria existente
- Registros sanitarios existentes
- Pozos de visita nuevos
- Línea propuesta a biodigestores
- Línea de tubería a red general
- Registros sanitarios nuevos hechos en obra
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
- Pendiente 2%
- $\varnothing 2"$ Diámetro de tuberías en pulgadas
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 4"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$
- Salida sanitaria $\varnothing 2"$

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
 Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 01

ESCALA GRÁFICA 0 0.2 0.4 1

FECHA 27/01/2025

ESCALA 1:75

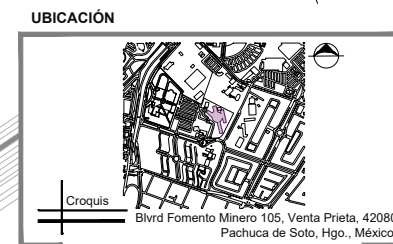
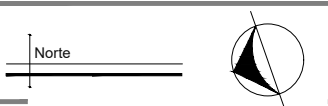
COTAS METROS

NOMENCLATURA

AR-PSC-04



Para el diseño de la red principal que conduce todas las aguas residuales hacia el biodigestor, se consideró un diámetro de 8 pulgadas, tal y como se ve en el plano AR-PSC-03. Esta elección se fundamenta en la experiencia acumulada en la operación de sistemas de alcantarillado, la cual indica que, para evitar obstrucciones y asegurar un flujo adecuado, el diámetro mínimo recomendado para tuberías de drenaje es de 20 cm (8 pulgadas). En situaciones especiales, este mínimo puede reducirse a 15 cm (6 pulgadas), según lo establece la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2009).



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Curvas de nivel
- Árboles existentes
- Árboles reubicados
- Línea de red sanitaria existente
- Registros sanitarios existentes
- Registros de visita nuevos
- Línea propuesta a biodigestores
- Línea de tubería a red general
- Registros sanitarios nuevos hechos en obra
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
- Pendiente 2%
- Diámetro de tuberías en pulgadas
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø4"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 02

ESCALA GRÁFICA **FECHA**
 0 0.2 0.4 1 27/01/2025

ESCALA **COTAS**
 1:75 METROS

NOMENCLATURA

AR-PSC-05



Se optó por utilizar tubería de concreto simple debido a que, en comparación con otros materiales, ofrece un menor costo, requiere poco mantenimiento y presenta buena durabilidad. Además, su instalación es relativamente sencilla. Sin embargo, este tipo de tubería debe manipularse con precaución durante el transporte y la instalación para prevenir accidentes o daños (CONAGUA, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento., 2009).

El nivel de las tapas de registro y otros elementos se determinó a partir de la información proporcionada por el centro, complementada con el análisis de las curvas de nivel del terreno, como se muestra en el plano AR-PSC-04.

N.T.R.+2,354.20
 N.A.R.+2,353.44 m
 H: 0.76

RE-02

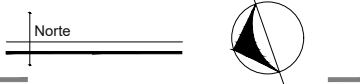
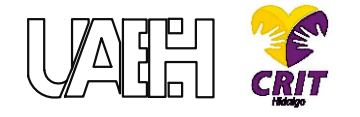
N.P.T + 2,354.20

N.T.R.+2,354.20
 N.A.R.+2,353.13 m
 H: 1.07

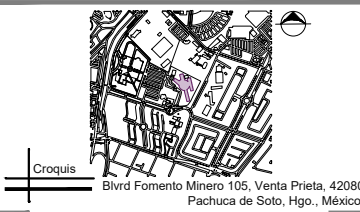
RE-03

Ø 8"
 Pendiente 2%
 15.03 m

Ø 8"
 Pendiente 2%
 15.01 m



UBICACIÓN



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Curvas de nivel
- Árboles existentes
- Árboles reubicados
- Línea de red sanitaria existente
- Registros sanitarios existentes
- Pozos de visita nuevos
- Línea propuesta a biodigestores
- Línea de tubería a red general
- Registros sanitarios nuevos hechos en obra
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
- Pendiente 2%
- Pendiente del 2% en tuberías
- Diámetro de tuberías en pulgadas
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø4"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 03

ESCALA GRÁFICA



FECHA

27/01/2025

ESCALA

1:75

COTAS

METROS

NOMENCLATURA

AR-PSC-06

La incorporación de pozos de visita en el proyecto que se muestra en el plano AR-PSC-05 y AR-PSC-06 respondió a las especificaciones establecidas. Se propuso el uso de pozos prefabricados de concreto con un diámetro de 1.20 metros y alturas variables, adaptadas a las necesidades del terreno. Según (CONAGUA, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento., 2009) la profundidad mínima de estos pozos debe ser de entre 0.90 y 1 metro, lo que determinó su implementación en puntos específicos del sistema.

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

- Curvas de nivel
- Árboles existentes
- Árboles reubicados
- Línea de red sanitaria existente
- Registros sanitarios existentes
- Pozos de visita nuevos
- Línea propuesta a biodigestores
- Línea de tubería a red general
- Registros sanitarios nuevos hechos en obra
- Registros de lodos
- Biodigestores Rotoplas de 3000L
- Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
- Pendiente 2%: Pendiente del 2% en tuberías
- Ø 2": Diámetro de tuberías en pulgadas
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø4"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"
- Salida sanitaria Ø2"

ESPECIFICACIONES

N.T.R.+: Nivel de tapa de registro N.B.+: Nivel de banqueteta
N.A.R.+: Nivel de arrastre de registro
H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

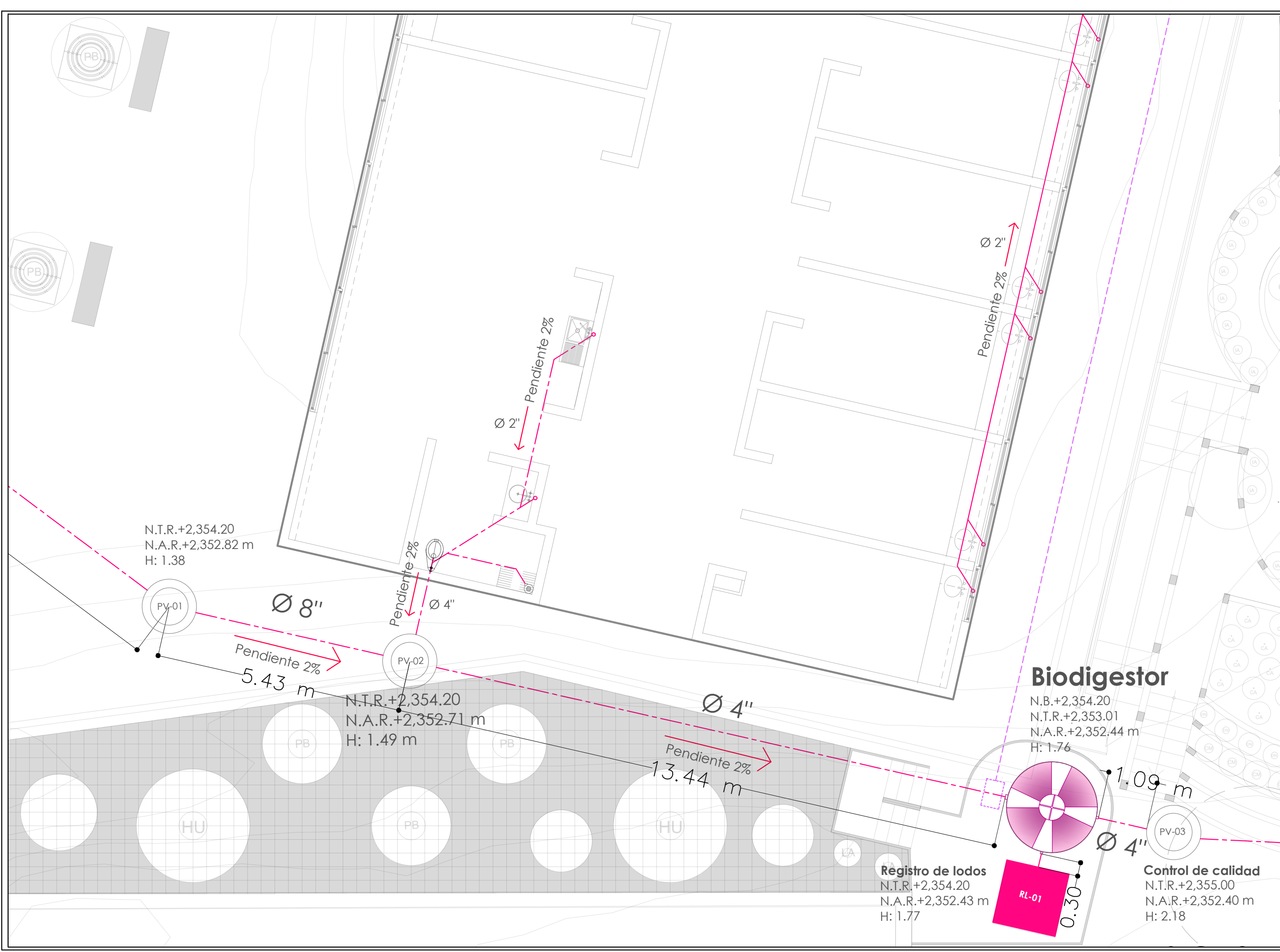
Plano Sección 04

ESCALA GRÁFICA FECHA
0 0.2 0.4 1 27/01/2025

ESCALA COTAS
1:75 METROS

NOMENCLATURA

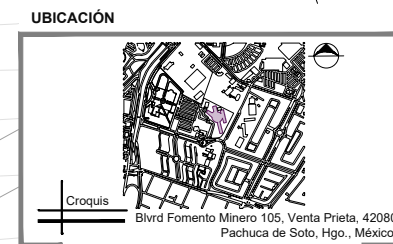
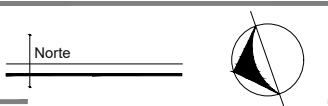
AR-PSC-07



La selección del biodigestor autolimpiable se basó en sus ventajas comprobadas y en su aplicación exitosa en contextos similares, tanto rurales como urbanos. Un ejemplo de ello se encuentra en la comunidad de “La Codicia”, en Ecuador, donde esta tecnología resolvió problemas relacionados con el manejo de aguas contaminadas. A diferencia de las letrinas o fosas sépticas tradicionales, el biodigestor autolimpiable no representa un foco de infección, y permite reutilizar el agua tratada para riegos subterráneos, beneficiando directamente a 17 familias (Rotoplas Ecuador, 2021). Su implementación en el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón busca replicar estos beneficios, promoviendo el reúso del agua y una mayor integración con el entorno local.

En el plano AR-PSC-06 también podemos notar el registro de lodos que sirve para conservar y tratar la composta que será utilizada en jardines del lugar.

En los planos AR-PSC-07 y AR-PSC-08 se observa la distribución de los muebles sanitarios conectados hacia los registros. También se identifica una línea punteada que representa una conducción suspendida en el diseño, la cual dirige el flujo hacia la salida principal del sistema de drenaje.



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

	Curvas de nivel
	Árboles existentes
	Árboles reubicados
	Línea de red sanitaria existente
	Registros sanitarios existentes
	Pozos de visita nuevos
	Línea propuesta a biodigestores
	Línea de tubería a red general
	Registros sanitarios nuevos hechos en obra
	Registros de lodos
	Biodigestores Rotoplas de 3000L
	Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigestor
	Pendiente del 2% en tuberías
	Diámetro de tuberías en pulgadas
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø4"
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø2"

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Sección 06

ESCALA GRÁFICA **FECHA**

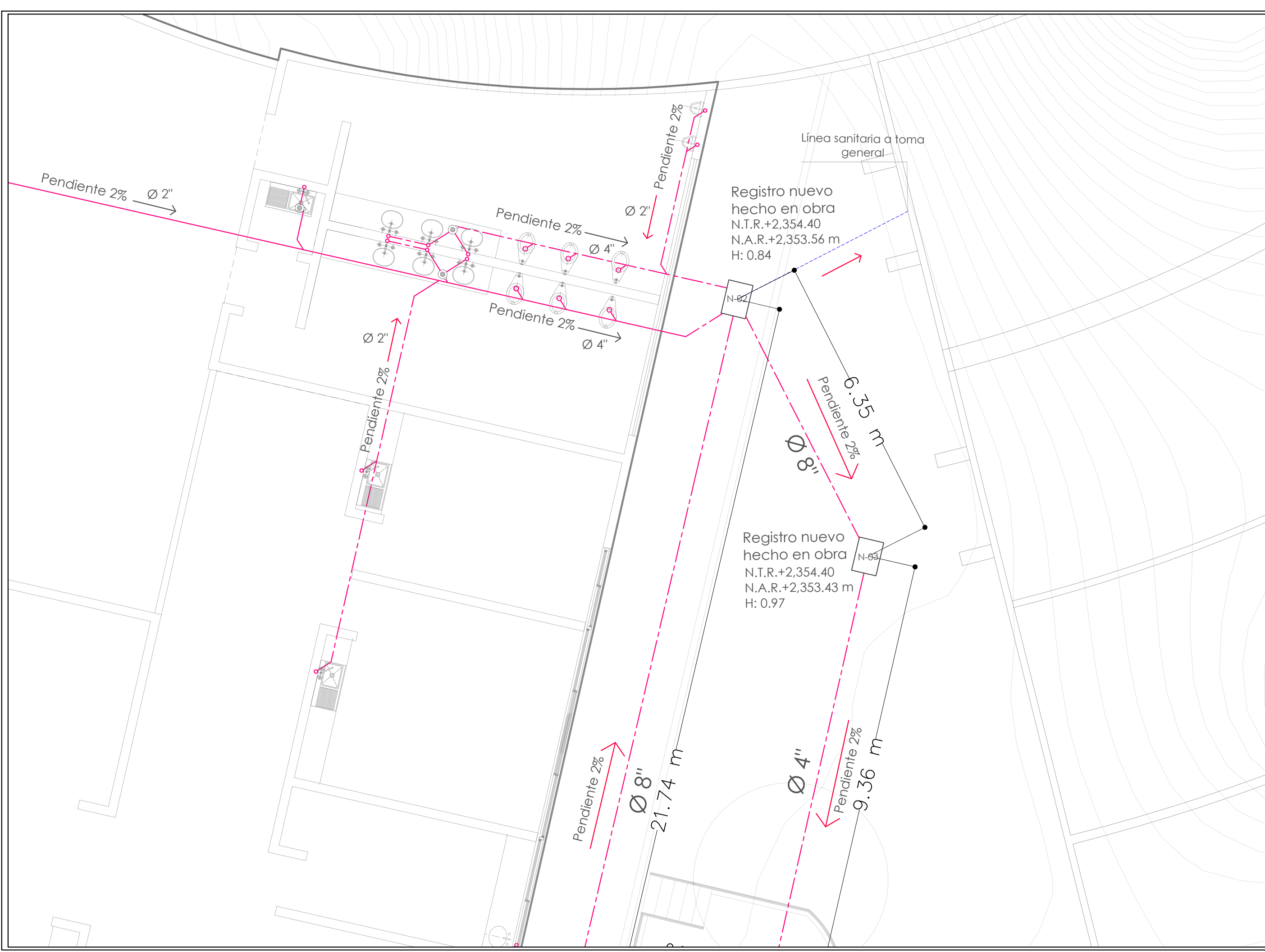
0 0.2 0.4 1 27/01/2025

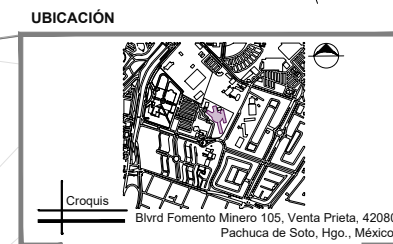
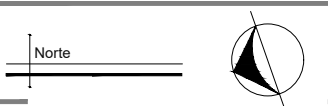
ESCALA **COTAS**

1:75 METROS

NOMENCLATURA

AR-PSC-09





NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

	Curvas de nivel
	Árboles existentes
	Árboles reubicados
	Línea de red sanitaria existente
	Registros sanitarios existentes
	Pozos de visita nuevos
	Línea propuesta a biodigestores
	Línea de tubería a red general
	Registros sanitarios nuevos hechos en obra
	Registros de lodos
	Biodigestores Rotoplas de 3000L
	Dirección de flujo de aguas negras y grises al Biodigester
	Pendiente del 2% en tuberías
	Diámetro de tuberías en pulgadas
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø4"
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø2"
	Salida sanitaria Ø2"

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz

Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López

Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García

Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz

Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigester para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

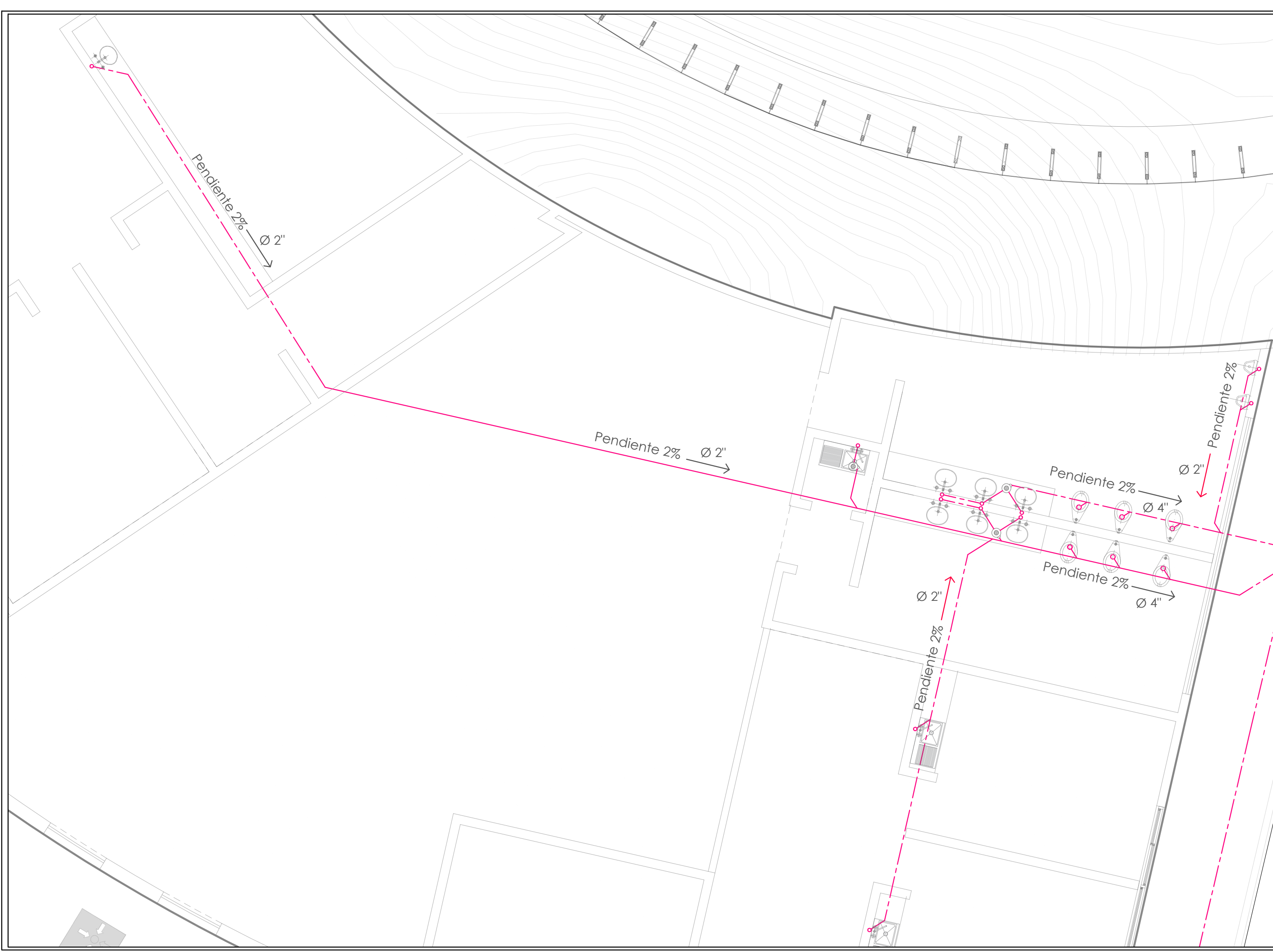
Plano Sección 07

ESCALA GRÁFICA	FECHA
	27/01/2025

ESCALA	COTAS
1:75	METROS

NOMENCLATURA

AR-PSC-10



Los planos de detalle proporcionan información específica sobre dimensiones, materiales y el funcionamiento de los distintos elementos que integran el proyecto. Cada uno de estos planos está diseñado para facilitar la correcta ejecución en obra y garantizar una instalación adecuada. A continuación, se presentan los planos correspondientes al Detalle de los Biodigestores Autolimpiables de 3000 L, Registro de lodos, Registros tipo, Pozo de visita prefabricado, así como la instalación y funcionamiento del biodigestor autolimpiable. (*Ver planos AR-DET-09, AR-DET-10, AR-DET-11, AR-DET-11, AR-DET-12, AR-DET-12, AR-DET-13 y AR-DET-14*) (Rotoplas, 2020), (Polycon industrias, 2021).

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

Arquitectónico

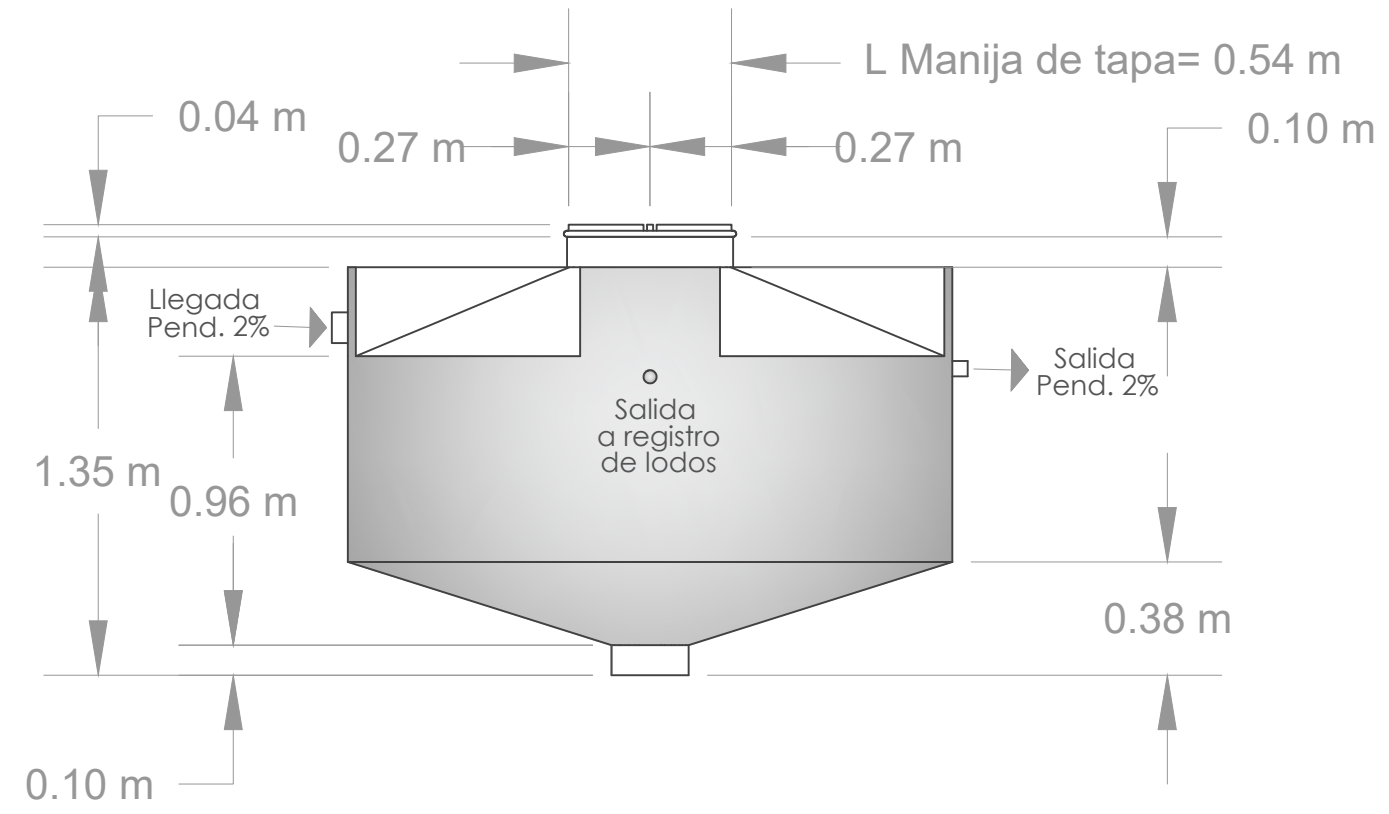
Plano Detalle 01



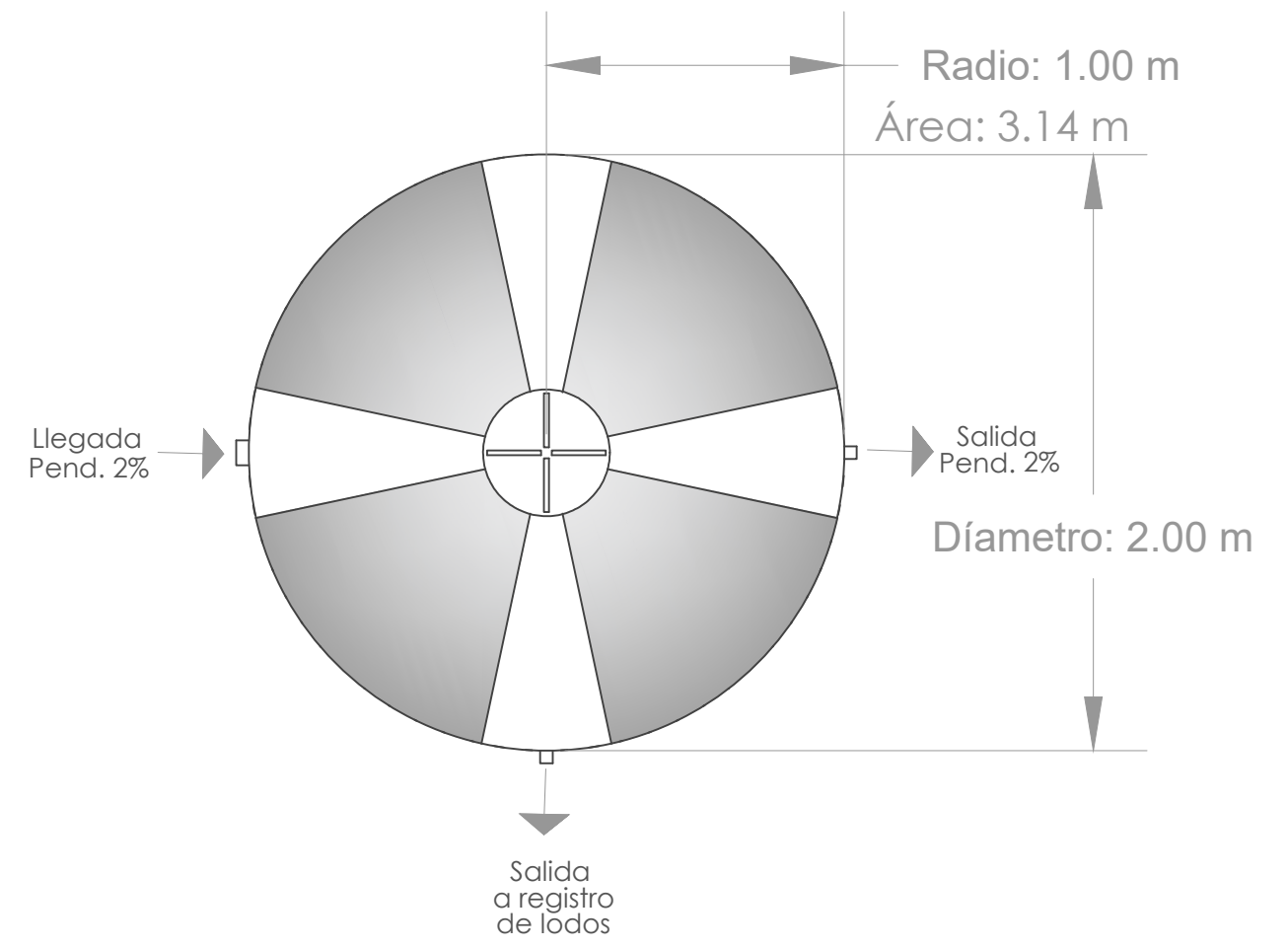
27/01/2025

1:25

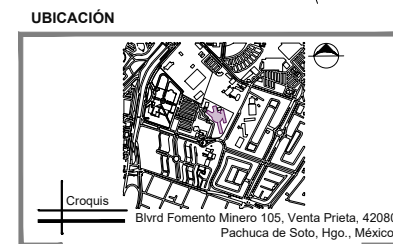
METROS



Detalle de Biodigestor Autolimpianle ROTOPLAS 3000 lts
Perfil
Escala: 1:25



Detalle de Biodigestor Autolimpianle ROTOPLAS 3000 lts
Planta
Escala: 1:25



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO

0.00 Medidas en metros

ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
 Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Detalle 02

ESCALA GRÁFICA



FECHA

27/01/2025

ESCALA

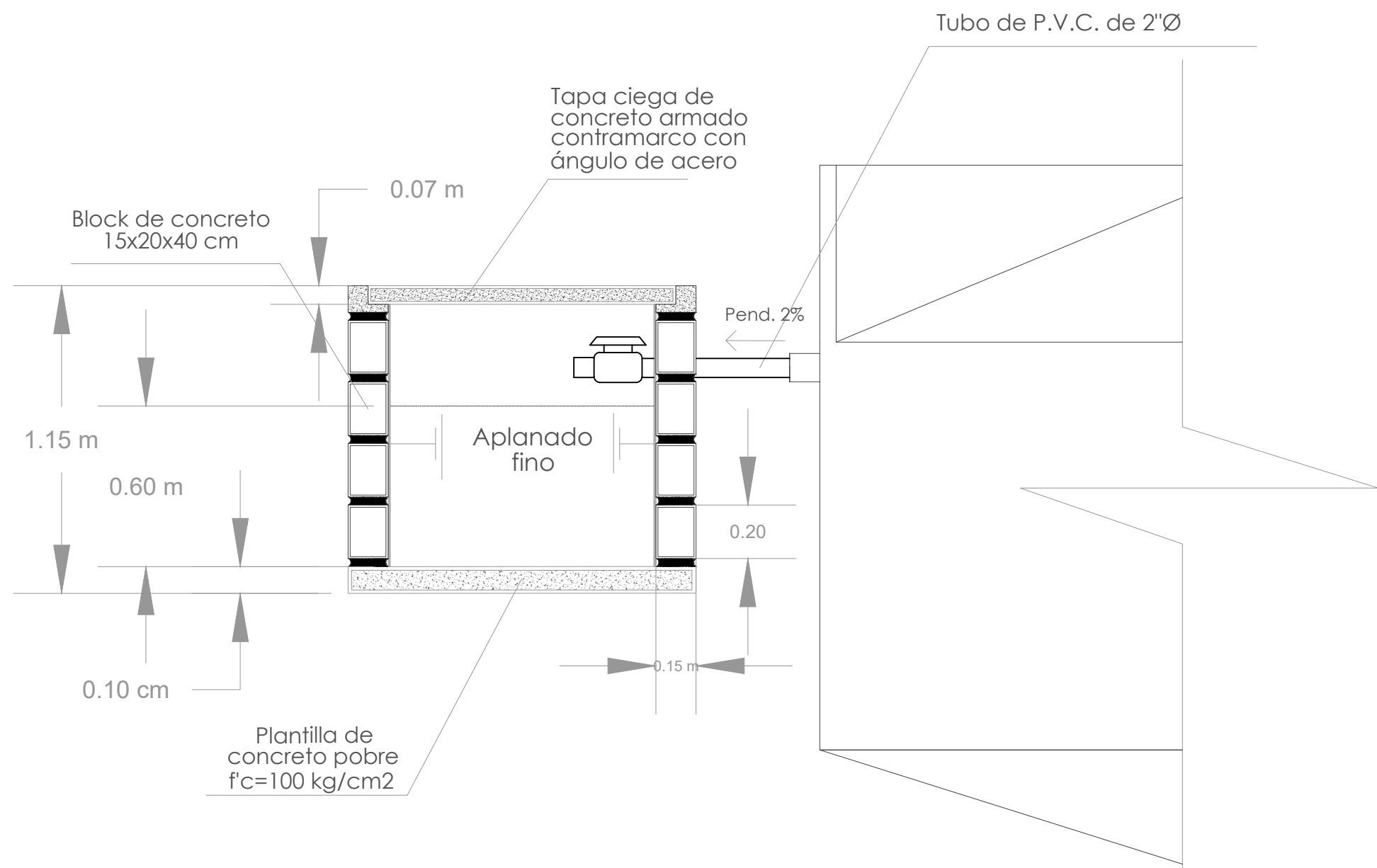
1:20

COTAS

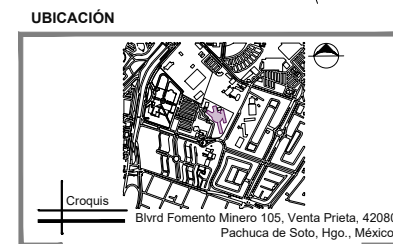
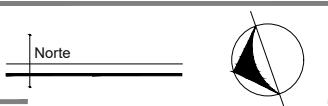
METROS

NOMENCLATURA

AR-DET-12



Detalle de registro de lodos Rotoplas
 Perfil
 Escala: 1:20



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA DEL PLANO



ESPECIFICACIONES

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

RESPONSABLES

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
 Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

PROYECTO

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

TIPO DE PLANO

Arquitectónico

PLANO

Plano Detalle 03

ESCALA GRÁFICA

FECHA

27/01/2025

ESCALA

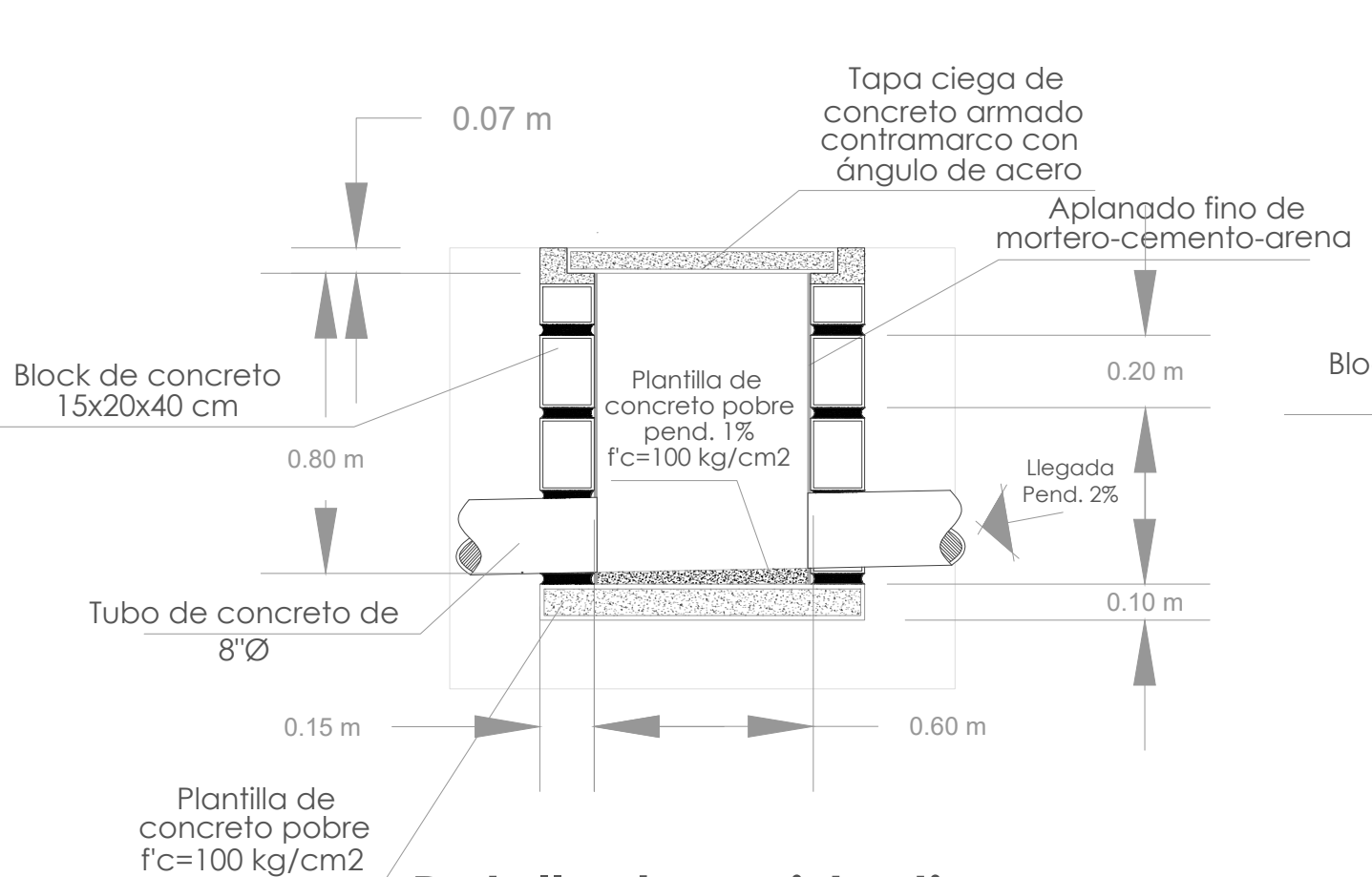
1:20

COTAS

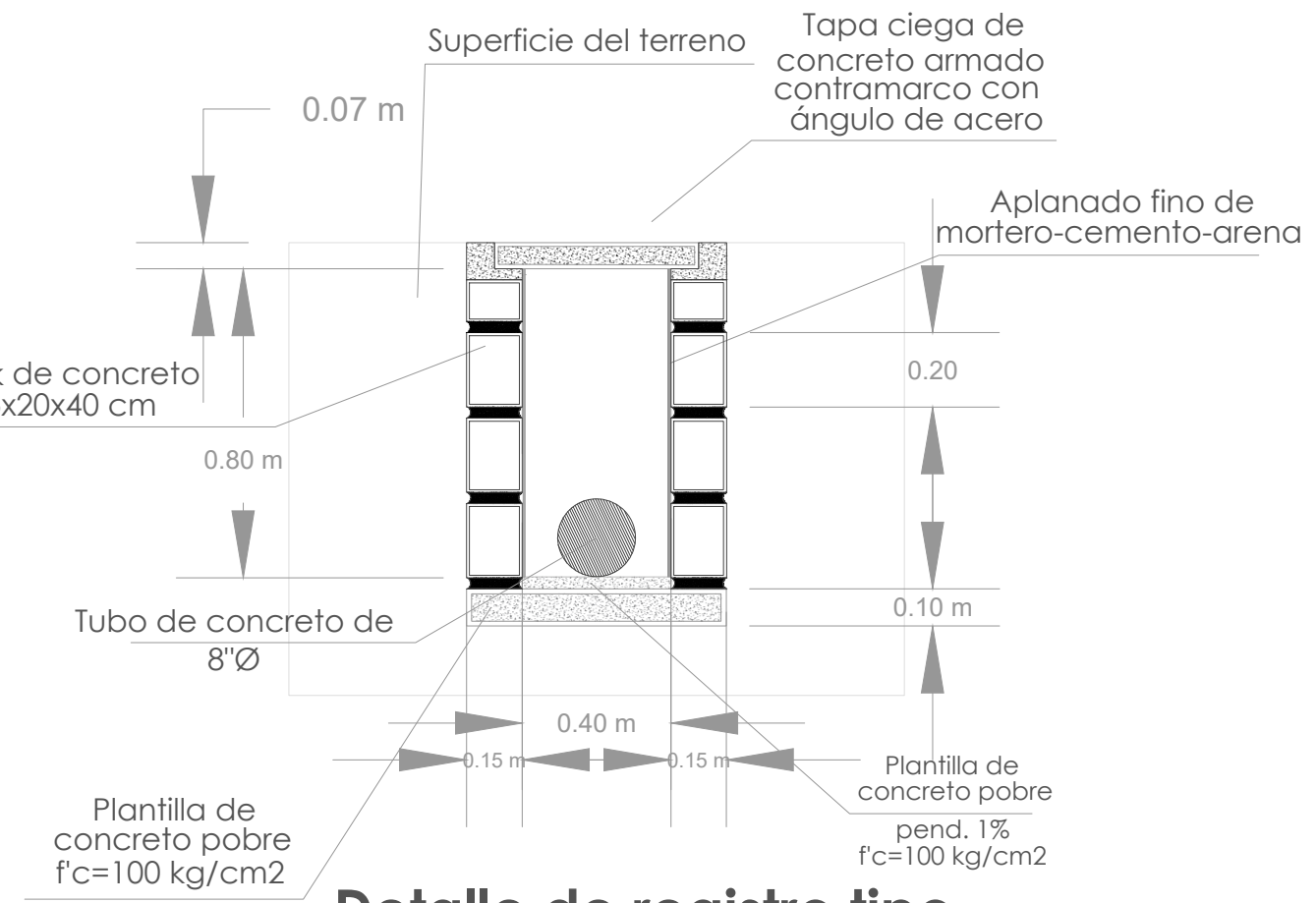
METROS

NOMENCLATURA

AR-DET-13



Detalle de registro tipo
 Longitudinal
 Escala: 1:20



Detalle de registro tipo
 Transversal
 Escala: 1:20

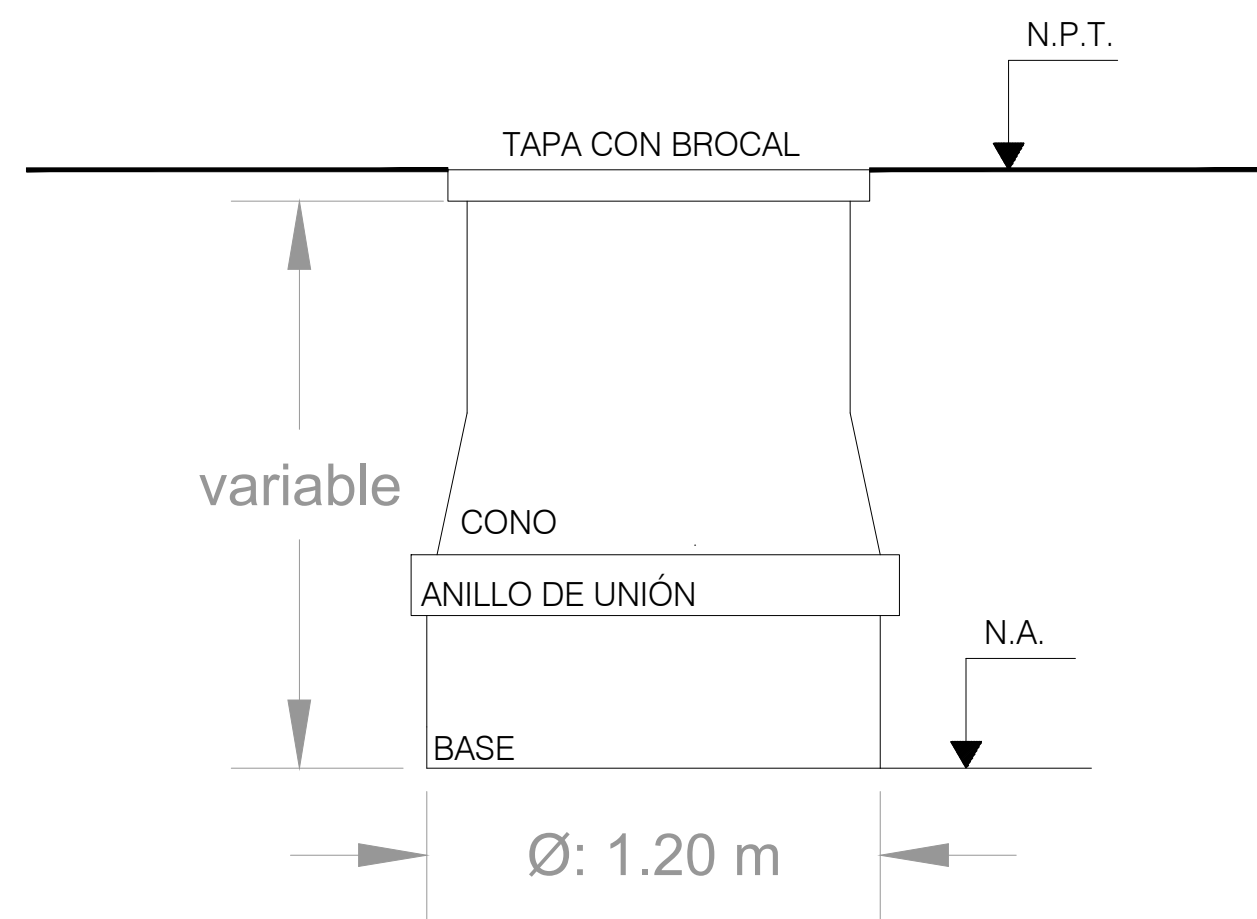
- N.P.T.+ : Nivel de piso terminado
- N.A. + : Nivel de arrastre
- H: Altura de registro

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

Arquitectónico

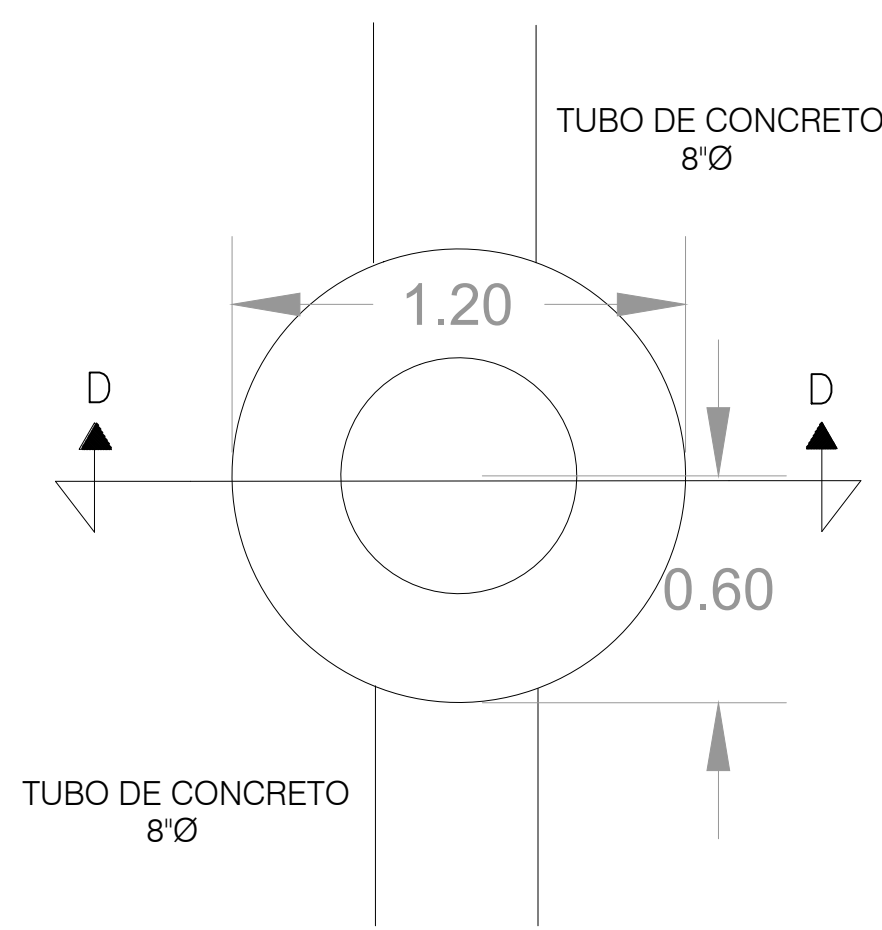
Plano Detalle 04



CORTE D-D

Detalle de pozo de visita prefabricado

Escala: 1:20



Detalle planta de pozo de visita prefabricado

Escala: 1:20

- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
C. Suseth Lozano Díaz
Dibujo 2d:
C. Suseth Lozano Díaz
Asesoría para el diseño de la red:
Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
Mtro. Christopher Contreras López
Revisión:
Dr. Marco Antonio Escamilla García
Presupuesto:
C. Suseth Lozano Díaz
Coordinación y gestión de proyecto:
Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

Arquitectónico

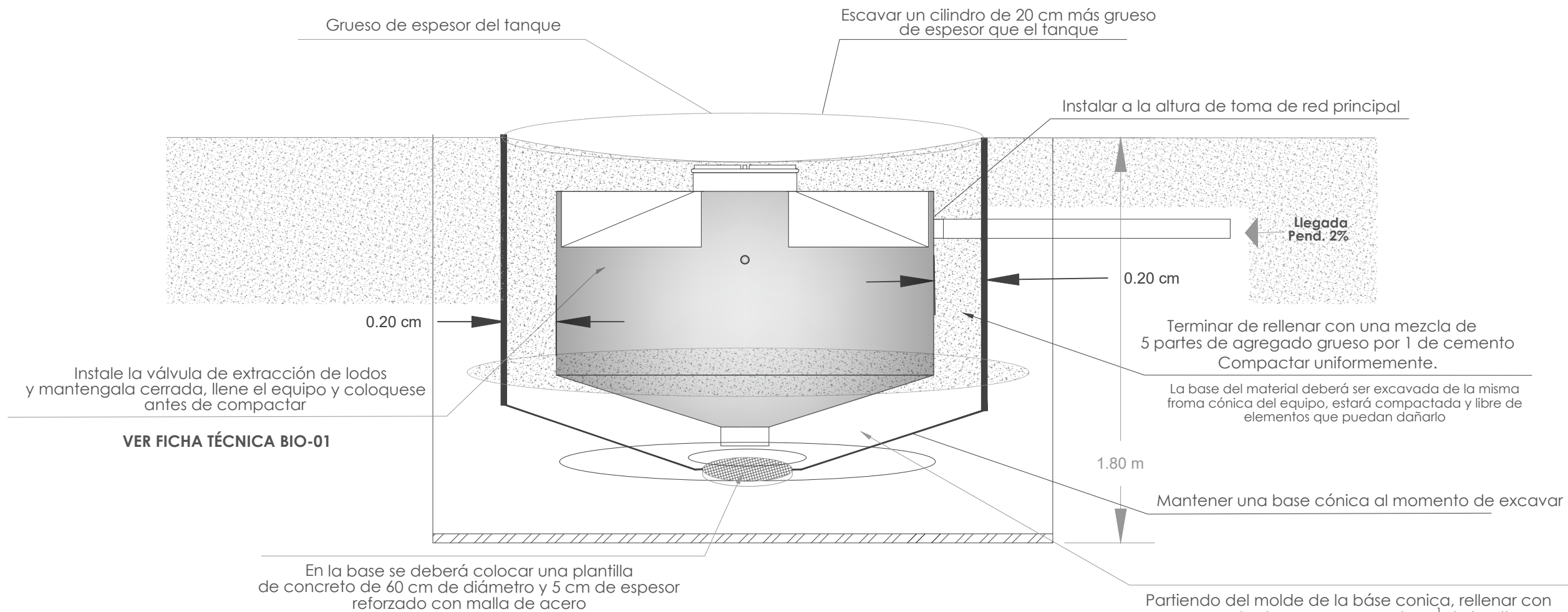
Plano Detalle 05



1:25

27/01/2025

METROS



Detalle de instalación Biodigester ROTOPLAS 3000 lts
Escala: 1:25

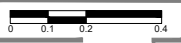
- N.T.R.+ : Nivel de tapa de registro
- N.A.R.+ : Nivel de arrastre de registro
- H: Altura de registro

Diseño de red para conducción de aguas residuales y sistema de biodigestores:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Dibujo 2d:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Asesoría para el diseño de la red:
 Dra. Eunice Sarai Flores Lozano
 Mtro. Christopher Contreras López
 Revisión:
 Dr. Marco Antonio Escamilla García
 Presupuesto:
 C. Suseth Lozano Díaz
 Coordinación y gestión de proyecto:
 Dr. Boris Vladimir Tapia Peralta

Diseño de la red de aguas residuales y sistema de biodigestor para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Hidalgo

Arquitectónico

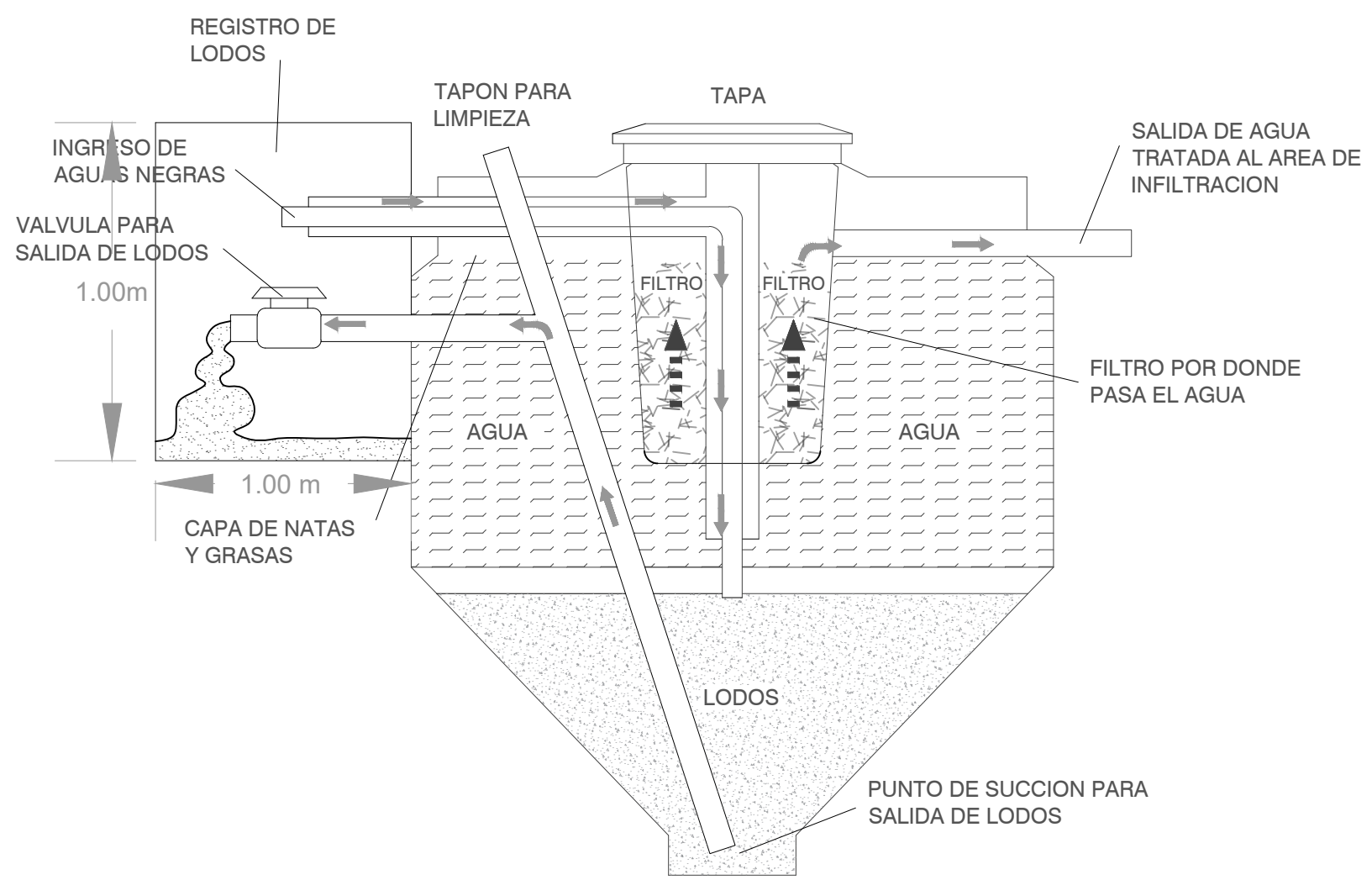
Plano Detalle 06



27/01/2025

1:20

METROS



Detalle de funcionamiento biodigestor Rotoplas 3000 lts
 S/E

El catálogo de conceptos que se presenta a continuación contiene el presupuesto paramétrico elaborado con el propósito de estimar de forma general el costo total de la intervención propuesta. Este análisis permite tener una referencia económica aproximada previa a la ejecución del proyecto.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
PARTIDA	TRABAJOS PRELIMINARES				
SUBPARTIDA	INHABILITACIÓN Y RELLENO DE POZOS/REGISTROS/TUBERIA				
IN-01	Registro existente que se demuele	m3	1.411	575.71	812.32
IN-02	Pozos existentes que se demuelen	m3	2.433	575.71	1,400.70
SUBPARTIDA	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
PR-01	Limpieza del terreno manual	m2	0.981	130	127.53
PR-02	Trazo y nivelación con equipo topográfico, bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.	m2	9.816	8.95	87.85
PR-03	Excavación manual para Biodigestores	m3	23.04	443.39	10,215.70
PR-04	Refine nivel y compactación lateral	m2	38.04	34.72	1,320.74
PR-05	Compactación de base de biodigestores	m2	11.52	34.72	399.97
SUBPARTIDA	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
OCS-01	Plantilla de concreto para Biodigestores	m3	0.018	1,154.04	20.77
OCS-02	Malla de acero para losa de fondo de Biodigestores	kg	0.36	1,887.97	679.66
OCS-03	Mezcla homogénea 1:5 cemento-arena	m3	0.018	692.11	12.45
SUBPARTIDA	EQUIPAMIENTO				
EQ-01	Suministro e instalación de Biodigestores de 3000 LT ROTOPLA	UD	2	58,764.49	117,528.98
EQ-02	Compactación y acabado de biodigestores	m3	2.76	643.26	1,775.39
SUBPARTIDA	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO DE Ø 8"				
TUB-01	Excavación de 75 cm de ancho y 115 cm de profundidad	m3	37.13	443.39	16,463.07
TUB-02	Plantilla (Cama de arena)	m2	2.15	350	752.5
TUB-03	Colocación del tubo	pza	48	70	3360
TUB-04	Sellado de tubería con mortero 1:4	m3	9,628	691.71	6,659.78
TUB-05	Compactación y acabado de tubería	m3	35,408	691.71	24,492.06
SUBPARTIDA	INSTALACIÓN DE POZO DE VISITA PREFABRICADO				
RP-01	Limpieza del terreno manual	m2	1.296	130	168.48
RP-02	Trazo y nivelación con equipo topográfico, bancos de nivel,	m2	10.178	8.95	91,093
RP-03	Excavación manual para pozo de visita	m3	27.736	443.39	12,297.86
RP-04	Cimentación y asentamiento de pozos de visita con básicos, mano de obra, equipo y herramienta	m2	8,424	2,888.77	24,334.99
RP-04	Suministro e instalación de pozo de visita 1.20x1.20x1.50	UD	1	15,080	15,080.00
RP-05	Suministro e instalación de pozo de visita 1.20x1.20x2.70	UD	1	21,715	21,715.00
RP-06	Suministro e instalación de pozo de visita 1.20x1.20x2.10	UD	2	11,810.41	23,620.82
RP-08	Compactación y acabado pozo de visita 1.20x1.20x1.50	m3	3.39	643.26	2,180.65
RP-09	Compactación y acabado pozo de visita 1.20x1.20x2.70	m3	6.10	643.26	3,923.88
RP-09	Compactación y acabado pozo de visita 1.20x1.20x2.10	m3	5.90	643.26	3,795.23
SUBPARTIDA	INSTALACIÓN DE REGISTROS HECHOS EN OBRA				
R-01	Registro sanitario con mediadas interiores de 0.60 x 0.40 y 0.80 m. de profundidad, fabricado con muros de block de concreto, asentado con mezcla cemento arena en proporción de 1:5, sobre firme de 0.10 m. y cubierta de 0.11m. de espesor de concreto hecho en obra de F'c=100 kg/cm2, con marco y contramarco comercial, Incluye: excavación en terreno compacto, suministro de materiales, acarreo.	pza	4	3,085.65	12,342.6
SUBPARTIDA	INSTALACIÓN DE REGISTROS DE LODOS HECHOS EN OBRA				
RL-01	Registro de lodos con medidas interiores de 1.00 x 1.00 y	pza	2	3,598.13	7,196.26
SUBPARTIDA	TRANSPANTAR ARBOLES				
A-01	Transplante de árbol, incluye: excavación, equipo mecánico para extracción de boleto, riego 2 veces por día, excavación en el lugar de transplante y tratamiento mediante previo riego con pipa y aplicación de un saco de composta por árbol, relleno con material 50% tierra de sitio, 30% de composta y 20% tierra de homa con una cama de tezontle de 5 a 10 cm. Grua, carga y traslado a lugar de transplante según indique el proyecto, herramienta, equipo, mano de obra.	M3	18	15,500	279,000
AC-01	ACARREO A 1er. KM. EN CAMION CON CARGA MECANICA DE MATERIALES ASFALTICOS Y PETREOS SELECCIONADOS PARA LA CONSTRUCCION DE SUB-BASES Y BASES HASTA EL SITIO DE LA OBRA. (MEDIDO COMPACTO)	m3	58.27	32.57	1,897.85
COSTO DIRECTO					603,413.86

VI. Conclusiones y Recomendaciones

- Existen múltiples métodos para el tratamiento de aguas, los cuales varían en escala y aplicación; por ello, es fundamental evaluar el contexto específico para seleccionar el sistema más adecuado.
- El análisis de casos análogos permitió comprender de manera práctica el funcionamiento y la eficacia de los biodigestores autolimpiables, demostrando su viabilidad como alternativa sanitaria.
- La investigación previa sobre las características físicas del sitio —como las curvas de nivel, registros existentes y pendientes— resultó esencial para una zonificación adecuada y para evitar fallos en el diseño.
- La decisión de proponer registros de lodos construidos en obra respondió a la necesidad de manejar un mayor volumen de residuos, ya que no se encontraron soluciones comerciales que se ajustaran a las dimensiones del biodigestor planteado.
- En el desarrollo de una propuesta técnica, es crucial considerar el sentido de la descarga sanitaria, ya que omitir este aspecto puede derivar en complicaciones constructivas y costos adicionales.
- Se reafirmó la importancia de la reutilización del agua y su adecuada gestión como medida para mejorar el entorno ambiental y prevenir la contaminación.
- El análisis integral del contexto permitió llegar a una solución técnica y económicamente viable.
- La metodología aplicada en este proyecto puede adaptarse a otras intervenciones arquitectónicas, sin importar su escala, siempre y cuando se consideren las condiciones particulares del entorno y del sistema sanitario.
- Finalmente, aunque el proyecto concluyó con un presupuesto paramétrico, se recomienda complementar este trabajo con una representación tridimensional (3D) para facilitar la visualización del sistema propuesto y detectar posibles errores antes de su ejecución.

VII. Referencias bibliográficas

- Abalde Paz, E., & Muñoz Cantero, J. (1992). Metodología cuantitativa vs. cualitativa. *Repositorio Universidade Coru*, 94. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2183/8536>
- Alcantar Dominguez, A. L. (2021). Influencia del mal funcionamiento dentro de un proceso, caso de estudio: Planta de tratamiento de aguas residuales (Tesina de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). 2021. Biblioteca Digital UNAM, Ciudad de México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2021/julio/0813527/Index.html>
- Alegre Jara, M. J., Tresierra Aguilar, A. E., & Zeñas Alegre, A. J. (2023). Optimización del Proceso de Neutralización de Aguas Ácidas en Galvanizado Siderúrgico: Impactos Ambientales y Económicos. *Ciencia Latina*, 10832-10833. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13226
- Alfonso Correa, L. A., & Vargas Guerrero, L. T. (2018). *Desarrollo de una propuesta para el tratamiento de aguas residuales proveniente del proceso de producción de pulpas de fruta de la empresa Alimentos SAS S.A.S. (Tesis de Licenciatura, Fundación Universidad de América)*. Fundación Universidad de América, Bogota. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6836>
- Barrachina Álvarez, Y. (2014). *Análisis del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". (Trabajo de diploma, Universidad de Matanzas)*. Matanzas: Repositorio Institucional de la Universidad de Matanzas. Obtenido de <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/1207>
- Becerril L., D. O. (2009). *Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias*. Diego O. Becerril L.
- Borrero Salazar, P. E., Echeverry Ibarra, D. F., & Aponte Mayor, G. (2008). Ozonización del agua de piscinas: una alternativa al método tradicional de cloración. *Tecnura Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 11(22), 6-7. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020603001>
- Castillo Montenegro, P. M. (2018). *Propuesta de la implementación de un biodigestor tipo geomembrana PVC mediante la evaluación de un reactor piloto anaerobio para la producción de biogás (Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala)*. Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/8785>
- César Valdez, E., & Vázquez González, A. (2001). *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales* (Primera ed.). Ciudad de México: Fundación ICA. Obtenido de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/13428>
- Chávez Vera, I. G. (2017). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales. *POCAIP*, 3(1), 547. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6134928>
- Chinchilla Paniagua, M. (2016). Relación de sólidos sedimentados con la eficiencia de las trampas de grasas (desengrasadores). *AGUA, SANEAMIENTO & AMBIENTE –ASA*, 11(1), 41. doi:<https://doi.org/10.36829/08ASA.v11i1.1443>
- Collazos, C. J. (2008). *Tratamiento de aguas residuales Domésticas e Industriales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- CONAGUA. (2009). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. En C. N. Agua, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario* (pág. 70). Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de

- https://www.academia.edu/45318099/Manual_de_Agua_Potable_Alcantarillado_y_Saneamiento
- CONAGUA. (2009). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. En C. N. Agua, *Alcantarillado Sanitario*. (págs. 15, 87,89). Ciudad de México. Obtenido de <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro20.pdf>
- CONAGUA, C. N. (21 de Enero de 2025). *Gobierno de México*. Obtenido de Estadísticas del Agua en México: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-de-plantas-municipales-de-potabilizacion-y-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-operacion?idiom=es>
- Contreras López, C., & López de Juambelz, R. (2015). Growth of vegetation on mining jales to recover green areas of polluted communal open spaces. *Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes*, 937. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11441/59684>
- Corona Lisboa, J. L. (2011). Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Sistema de Información Científica Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)*, 11(4), 346. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90421972003>
- Corona Zúñiga, I. (2007). *Biodigestores (Monografía para Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)*. Mineral de la Reforma. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/362/1/Biodigestores.pdf>
- Cortijo Herrera, D. (2013). Desalcalinización del agua mediante intercambio iónico. *Revista de la facultad de Ingeniería, Universidad de Lima (Perú)*(31), 228. doi:<https://doi.org/10.26439/ing.ind2013.n031.24>
- del Barrio de Vergara, M. (2015). *Cloración frente a ozonización en el tratamiento de agua potable. Ventajas y desventajas de ambos procesos*. Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Madrid. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14352/66209>
- Díaz Cuenca, E., Alavarado Granados, A. R., & Camacho Calzada, K. E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 14(1), 81. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40123894005>
- Escaler, M., & Mujeriego Sahuquillo, R. (2001). Eliminación biológica de nutrientes (nitrógeno y fósforo) mediante un proceso discontinuo de fangos activados. *IWA publishing*, 8(1), 69-70. doi:<https://doi.org/10.4995/ia.2001.2860>
- Fábregas Cores, A. (2006). *Aplicación de indicadores de sostenibilidad a estaciones depuradoras de aguas residuales de poblaciones rurales de Portugal (Tesina, Universidad Politécnica de Catalunya)*. UPCommons. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/3271>
- Fernández, R. (2015). *Sedimentación/Aguas (Documentación para Maestría, EOI Escuela de Organización Industrial)*. Escuela de organización industrial. Obtenido de https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/sedimentacion_migma_2016_rfd_r ev0.pdf

- Forget, A. (2011). *Manual de diseño y de difusión de biodigestores familiares, con enfoque en biodigestores tubulares*. Lima. Obtenido de <https://www.astridforget.com/wp-content/uploads/2015/01/Manual-t%C3%A9cnico-y-difusi%C3%B3n-AF-biodigestores-VF-110617.pdf>
- Fundación Teletón. (2023). *Nosotros*. Obtenido de Quiénes somos: <https://teleton.org/nosotros/>
- Fundación Teletón. (Febrero de 2025). *Responsabilidad y Transparencia*. Obtenido de 5 paso de transparencia: <https://teleton.org/cuentas-claras/>
- Gamboa Samper, P. (2003). El sentido urbano del espacio público. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(7), 13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74810703>
- Giménez García, J. B. (2014). *Estudio del tratamiento anaerobio de aguas residuales urbanas en biorreactores de membranas (Tesis de doctorado, Universidad de Valencia)*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10550/35296>
- Giraldo Valencia, L. F., & Restrepo Marulanda, I. C. (2003). *Arranque y operación de un reactor experimental de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales urbanas (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia)*. Repositorio Institucional UNAL. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2612>
- Glick, T. F. (1994). Ecología urbana y administración municipal inglesa en el siglo XIX: Desde Chadwick hasta la junta de obras metropolitana. *CyTET*, 2(99), 97-98. Obtenido de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/83926>
- Hernández Hernández, B. (2022). *Sistema de corredores verdes y azules para la transformación urbana de las zonas agrícolas de Mixquiahuala y Progreso Hidalgo. (Tesis de Licenciatura, ITSOEH)*. Hidalgo: Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo.
- López de Juambelz, R., & Cabeza Pérez, A. (1998). *La vegetación en el diseño de los espacios exteriores*. Ciudad de México: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- López Vázquez, C. M., Méndez, G. B., García, H. A., & Cervantes Carrillo, F. J. (2017). *Tratamiento biológico de las aguas residuales: Principios, modelación y diseño*. IWA Publishing. Obtenido de <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/30973>
- Maqueira Yamasaki, Á. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura. *Sistema de Información Científica Redalyc*, 126. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495007>
- Martí Herrero, J. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Bolivia: gtz. doi:10.13140/RG.2.1.1048.6242
- Mayorga, M. A., & Ariza, C. A. (2013). Diseño básico de una celda electrolítica para la defluorización de aguas residuales industriales por electrodiálisis. *INGENIUM Revista de la facultad de ingeniería Bogotá Colombia*, 14(28), 43. doi:<https://doi.org/10.21500/01247492.1333>
- Mejía Arias, F., & Perez Sinch, K. L. (2016). *Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante biodigestor pre fabricado en la subestación eléctrica Cotaruse - Apurímac (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria)*. Universidad Nacional Agraria, Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2591>

- Mérida Rodríguez, M., & Lobón Martín, R. (Mayo de 2011). *ResearchGate*. (B. d. Españoles, Editor) Obtenido de La integración paisajística y sus fundamentos. Metodología de aplicación para construcciones ...:
https://www.researchgate.net/publication/277265910_La_integracion_paisajistica_y_sus_fundamentos_Metodologia_de_aplicacion_para_construcciones_dispersas_en_el_espacio_rural
- Moreno Benavides, J. A. (2011). *Diseño de planta de tratamiento de agua de osmosis inversa para la empresa Dober Osmotech de Colombia LTDA. (Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente)*. Santiago de Cali. Obtenido de
<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/cb5b978c-74b2-4c40-9143-d481558eca5f/content>
- Moscoso Yulán, E. F., Usho Ramírez, M. A., & Izurieta, J. J. (2019). *Rediseño del tratamiento primario de aguas residuales de una industria recicladora de plásticos. (Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral)*. Guauaquil: ESPOL. FCNM. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52137>
- Muñoz Cruz, A. (Junio de 2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales (Monografía de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). 125. UAEH Biblioteca Digital. Obtenido de
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/514>
- Penedo Medina, M., Manals Cutiño, E. M., Vendrell Calzadilla, F., & Salas Tort, D. (2015). Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco. *Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente.*, 35(1), 4to parrafo. Obtenido de <http://ref.scielo.org/g54826>
- Polycon industrias. (Agosto de 2021). *Polycon industrias*. Obtenido de <https://polycon.mx/producto/pozo-visita-sanitario-120120/>
- Prudencio Gonzales, J., & Vargas Simeón, R. O. (2018). *Eficiencia de los biodigestores prefabricados en el tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Ñausilla. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán)*. Huánuco, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/c77a6f1a-55a9-4992-95af-1386891c1d22>
- Ramalho, R. S. (1996). *Filtros Percoladores*. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA). Obtenido de <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/PERCOLADORES.pdf>
- Ramalho, R. S. (2015). *Tratamiento de aguas residuales*. Quebec, Canadá: REVERTÉ, S.A.
- Reynolds, K. A. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamerica. *De la Llave*, 2-3. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/10/Tratamiento-aguas-residuales-Latinoamerica.pdf>
- Rivas Solano, O., Faith Vargas, M., & Guillén Watson, R. (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Revista Tecnología En Marcha*, 23(1), 40. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835857>

- Rodarte García , R., & Galindo Escamilla, E. (2016). ESPACIO RURAL, ESPACIO URBANO EL ETERNO CONFLICTO, EL VALLE DE PACHUCA, HIDALGO. Mérida, Yucatán. Obtenido de <https://ru.iiec.unam.mx/3225/1/034-Rodarte-Galindo.pdf>
- Rodríguez Ruiz, J. L., Contreras López, C., & Pérez Herrera, L. R. (2007). Primeras aproximaciones a los potenciales usos de suelo para la conurbación de Mixquiahuala y Progreso, Hidalgo, mediante un análisis ambiental. *Repositorio Universidad Autónoma Metropolitana*, 57. Obtenido de <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/48140>
- Rodríguez, R. (2007). Un acercamiento al paisaje urbano. *Sistema de Información Científica Redalyc*, XXVIII(3), 28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376839853006>
- Rojas, R. (2002). *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Curso Internacional, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Romero Aguilar, M., Colín Cruz, A., Sánchez Salinas, E., & Ortiz Hernández, L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 157-158. Obtenido de <https://scielo.org.mx/pdf/rica/v25n3/v25n3a4.pdf>
- Rotoplas. (02 de Octubre de 2019). *Blog Rotoplas*. Obtenido de <https://blog.rotoplas.com.pe/conoce-las-ventajas-del-biodigestor-autolimpiable-y-su-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Rotoplas. (2020). Recuperado el 07 de Abril de 2025, de <https://rotoplas.com.mx/productos/tratamiento/biodigestor/>
- Rotoplas. (2023). *Rotoplas más y mejor agua*. Recuperado el 07 de Abril de 2025, de <https://rotoplas.com.mx/conoce-como-el-bano-humedo-con-biodigestor-cambio-la-vida-de-los-cortadores-de-limon-en-jalisco/>
- Rotoplas. (2024). *Rotoplas*. Obtenido de Ficha técnica: <https://rotoplas.com.mx/product/Biodigestor-Autolimpeable-Rotoplgas-4-pulgadas-7-000-litros/?srsltid=AfmBOoph-arC4KJ6dyKMf96cdcYMwnVKyQy-44O6oAo1gY5iuuG7Fxlx>
- Rotoplas Ecuador. (2021). *YouTube*. Recuperado el 07 de Abril de 2025, de <https://www.youtube.com/watch?v=raboFMQebto>
- Rotoplas México. (2019). *YouTube*. Recuperado el 07 de Abril de 2025, de <https://www.youtube.com/watch?v=-uf1s-bHf4g>
- Sánchez Ruiz, G. G. (2020). Ciudades latinoamericanas entre mediados del siglo XIX y principios del XX: del Higienismo al Urbanismo. *redalyc*, 41(2), 32. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376864178004>
- Sertório de Almeida, P. G., Bressani Ribeiro, T., Sidnei da Silva, B., Azevedo, L. d., & de Lemos Chernicharo, C. A. (2018). Contribución para el perfeccionamiento del diseño, la construcción y la operación de reactores UASB aplicados al tratamiento de aguas residuales urbanas. *Revista DAE*, 66(214), 91. doi:10.4322/dae.2018.043es
- Sierra Mesa, J. A., & Sepulveda Mancipe, B. B. (2017). *Guía y herramienta computacional para el diseño hidráulico de un sistema de tratamiento preliminar (cribado y desarenador) de aguas residuales*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/564>

- Sistema.bio. (2015). *YouTube*. Recuperado el 07 de Abril de 2025, de <https://www.youtube.com/watch?v=LPKCEzNIEM0>
- Steinbach, J. C. (2021). *Evaluación de la eficiencia de desnitrificación de un sistema de discos biológicos rotativos (biodiscos) en el tratamiento de efluentes urbanos. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional del COMAHUE)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE. Obtenido de <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/16907>
- Tapia Peralta, B. V. (2024). *Proyecto para los espacios exteriores del CRIT Hidalgo*. Pachuca, Hidalgo.
- UIN Universidad Insurgentes. (2020). *La forma arquitectónica y la forma del espacio (Teoría de la arquitectura)*. Obtenido de https://repositorio.scalahed.com/recursos/files/r171r/w29857w/TeoriaArquitectura_Ant_B4_C.pdf
- Universidad Ricardo Palma. (Julio de 2024). Universidades Cero Emisiones: Lecciones para una construcción sostenible en América Latina. *EUREKA*, 18(180), 3. Obtenido de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/57167/n/eureka-julio-2024.pdf>
- Vásquez, N., V. Rodríguez, J., & Torres L., P. (2010). Comportamiento del nitrógeno en un sistema de lodos activados en la modalidad de estabilización por contacto en el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Journal of Chemical Engineering Theoretical and Applied Chemistry*, 67(548), 284. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/269198>.

Índice de Imágenes

Figura 1. Parque Houtan en Shanghai / Turenscape (Fuente: Archdaily)	21
Figura 2. La historia del drenaje profundo en CDMX (Fuente: Silver Tubos)	22
Figura 3. Tratamiento Cribado o desbrozo (Fuente: WesTech Engineering, Inc.)	24
Figura 4. Tratamiento Cribado o desbrozo (Fuente: WesTech Engineering, Inc.)	24
Figura 5. Tratamiento de sedimentación con biodigestor autolimpiable (Fuente: Rotoplas)....	25
Figura 6. Tratamiento por flotación (Fuente: SPENA GROUP.)	26
Figura 7. Tratamiento por separación de aceites (Fuente: Saneamiento Ambiental S.A.S.)	27
Figura 8. Tratamiento por Homogeneización (Fuente: ACO REMOSA.).....	27
Figura 9. Tratamiento por Neutralización (Fuente: Aquadynamics.)	28
Figura 10. Tratamiento Lodos activos (Fuente: Cropaia.)	29
Figura 11. Tratamiento de lodos por estabilización por contacto (Fuente: Cidta)	30
Figura 12. Tratamiento de agua por Lagunaje (Fuente:Wikiwater)	31
Figura 13. Tratamiento de agua por filtros biológicos (percoladores) (Fuente: (Ramalho, Filtros Percoladores, 1996).....	31
Figura 14. Tratamiento de agua por discos biológicos (Fuente: (Steinbach, 2021)	32
Figura 15. Tratamiento anaerobio (Fuente: Instituto del agua).....	33
Figura 16. Coagulación y Floculación (Fuente: Instituto del agua)	34
Figura 17. Microtamizado y Filtración (Fuente: HUBER TECHNOLOGY).....	34
Figura 18. Adsorción (Fuente: MACROFILTER)	35
Figura 19. Adsorción en carbón activo (Fuente: 911 Metallurgist)	35
Figura 20. Intercambio iónico (Fuente: CONTYQUIM)	36
Figura 21. Diagrama de proceso de ósmosis y ósmosis inversa (Fuente: Carbotecnia)	37
Figura 22. Electrodiálisis (Fuente: Veolia Water Technologies & Solutions)	38
Figura 23. Cloración (Fuente: Instituto del Agua)	39
Figura 24. Ozonación (Fuente: El agua potable).....	39
Figura 25. Planta de tratamiento de fósforo en aguas residuales (Fuente: TECPA).....	40
Figura 26. Proceso Sonozone de purificación de aguas residuales (Fuente: (Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, 2015))	40
Figura 27. Biodigestor tipo chino o cúpula fija (Fuente: IQR Ingeniería Química).....	42
Figura 28. Biodigestor de tipo hindú o cúpula flotante (Fuente: ResearchGate).....	43
Figura 29. Biodigestor de tipo Taiwán o tubular: (Fuente: (Castillo Montenegro, 2018))	43
Figura 30. Biodigestor de tipo media bolsa (Fuente: (Forget, 2011))	44
Figura 31. Biodigestor prefabricado (Fuente: Rotoplas).....	45
Figura 32. Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily).....	47
Figura 33. Baño Húmedo Campo Jalisco (Fuente: (Rotoplas México, 2019))	48
Figura 34. Biodigestores Sistema Biobolsa en Morelos (Fuente: (Sistema.bio, 2015)	49
Figura 35. <i>Biodigestores La Codicia, Ecuador</i> (Fuente: (Rotoplas Ecuador, 2021)	50
Figura 36. Vista aérea del CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)	55
Figura 37. Imagen satelital con curvas de nivel zona norte (Fuente: Elaboración propia 15-10-2025).....	56
Figura 38. Usuarios en CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)	60
Figura 39. Interior CRIT Guanajuato 2004 (Fuente: Sordo Madaleno Projects)	62

Figura 40. Interior del CRIT Hidalgo, Pachuca (Fuente: Facebook CRIT Hidalgo)	62
Figura 41. Gestionar de forma sostenible el agua (Fuente: Regaber)	68
Figura 43. Vista 2 Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily).....	69
Figura 43. Vista 1 Parque Hídrico la Quebradora, México (Fuente: Archdaily).....	69
Figura 45. Parque Cuitláhuac, CDMX. (Fuente: Gobierno de la CDMX).....	70
Figura 45. Parque•Haerbin, China. (Fuente: Archdaily)	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Capacidad de biodigestor por número de usuarios y zona.....	45
Tabla 2. Factor, Fortalezas y Debilidades del sitio.....	63
Tabla 3. Unidades Mueble por edificio (CRIT).....	75
Tabla 4. Total de muebles por servicio	77
Tabla 5. Muebles sanitarios por edificio	77