



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Planeación y diseño de la red
de distribución de agua
potable para el condominio
"Misiones de la Noria"**

TESINA

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

José Ángel Salguero Garnica

DIRECTOR DE TESINA

M.I. Cristian Emmanuel González Reyes



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado PLANEACION Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA EL CONDOMINIO "MISIONES DE LA NORIA", que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

JÓSE ANGEL SALGUERO GARNICA
Número de cuenta: 315287792

Contenido	
1. Objetivos	4
1.1 Objetivo general	4
1.2 Objetivos específicos	4
2. Alcance del proyecto	4
3. Caracterización de la zona de trabajo	5
3.1 Ubicación del condominio	5
3.2 Ubicación geográfica	6
3.3 Geología	6
3.4 Clima	7
3.5 Hidrografía	8
3.6 Uso de suelo y vegetación	9
3.7 Población	9
3.8 Economía	11
3.8.1 Comercio	11
3.8.2 Clase socioeconómica	11
3.8.3 Zonas ZAP	13
3.9 Educación	14
3.9.1 Niveles de escolaridad	14
3.10 Desigualdad social	15
3.11 Situación de la red de abastecimiento actual	16
3.11.1 Fuentes de abastecimiento de agua potable	16
4. Necesidades y demanda del condominio	18
4.1 Análisis de la situación actual de la red	18
4.2 Identificación de la problemática de acuerdo con la percepción de los habitantes	18
4.3 Encuesta a los pobladores	19
5. Planeación de la nueva red de distribución de agua potable	22
5.1 Propuestas	22
5.2 Comparativa de propuestas	24



6. Diseño de la nueva red de distribución de agua potable	26
6.1 Criterios en el diseño de la red	26
6.2 Cálculo de la demanda base del condominio	26
6.3 Descarga y procesamiento de información del condominio, INEGI	31
6.3.1 Uso de QGIS para el análisis del terreno	32
6.3.2 Generación aproximada de la topografía local	33
6.3.3 Uso del software HTP para el análisis de la red propuesta	33
6.4 Trazo de la red como boceto guía	34
6.5 Propuesta de materiales, diámetro y calibre de la tubería	34
6.6 Trazo de la red como boceto guía	34
6.7 Simulación en EPANET	35
6.8 Patrón de demanda	40
6.8.1 Patrón de demanda para riego	40
6.9 Operación y mantenimiento	41
6.9.1 Operación	41
6.9.2 Mantenimiento correctivo	43
6.9.3 Mantenimiento preventivo	43
7. Análisis técnico y económico	45
7.1 Presupuesto	45
7.2 Resultados	48
7.2.1 Cruceros y tramos de tubería	49
7.2.2 Zanjas	54
8. Anexo A	56
8.2 Anexo B.....	57
8.3 Anexo C.....	58
9. Bibliografía.....	87



1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Planear y diseñar una red de distribución de agua potable que trabaje de manera eficiente y segura para satisfacer la demanda de agua potable del condominio Misiones de la Noria, en Xochimilco, Ciudad de México, en consideración de la mayor cantidad de aspectos de diseño, tal como el volumen de población, la dotación, patrones de consumo, percepción de los usuarios, patrones de entrega por parte del organismo operador, condiciones actuales de la red existente y la topografía del terreno.

1.2 Objetivos específicos

- Analizar los aspectos físicos del predio: topografía, hallazgos, calidad en el servicio, entre otros.
- Determinar la demanda de agua en el predio, para el dimensionamiento de la red.
- Revisar el cumplimiento de los aspectos jurídicos y lineamientos aplicables para así brindar un servicio de suministro de agua potable con la calidad pertinente, evitando fugas y disminuyendo los costos de operación y mantenimiento.
- Diseñar la red de agua potable considerando todo lo necesario para que la construcción y operación se realicen con éxito, incluyendo la determinación aproximada de la topografía; especificación de diámetros, calibres, materiales, métodos de armado y de construcción.
- Simular el funcionamiento de la red con apoyo de EPANET.
- Realizar un cálculo de presupuesto base.

2. Alcance del proyecto

La elaboración de este proyecto permitirá mejorar las condiciones hidráulicas, ya que a partir del análisis de la percepción de la población descrito en este texto, se



identificaron varias problemáticas, entre las que destacan la poca presión con la que se recibe el agua por parte del organismo operador y la consecuente falta de presión en las zonas más alejadas de la toma, hacia la parte sur del condominio.

Con el diseño propuesto de la red se busca brindar un servicio que cumpla con la presión y calidad, en la medida de los aspectos competentes a la red de distribución, ya que como se sabe, en algunas regiones específicas de la Ciudad de México se carece de un suministro regular de agua potable, lo que implica en ocasiones recibir el agua en bloque (también denominada tandeo) que no permite asegurar un servicio efectivo, por lo tanto, no es posible brindar continuidad en el mismo.

Otro de los puntos a considerar en este proyecto es la economía. Para ejecutar el proyecto se requerirán recursos económicos; con el diseño óptimo se pretende reducir costos al optimizar la elección y cantidad de material, las trayectorias y dimensiones de la tubería, el tamaño y número de válvulas, así como la elección del proceso constructivo.

3. Caracterización de la zona de trabajo

3.1 Ubicación del condominio

El condominio se encuentra en la calle Prolongación Ignacio Aldama, número 188, en la colonia San Juan Tepepan, en la alcaldía Xochimilco. Durante el recorrido explicado en el apartado 4.1 de este texto, se pudo observar que corresponde con una zona en la cual la clase socioeconómica es principalmente residencial (CONAGUA, 2019), esto es una de las consideraciones principales para definir el consumo de agua y la determinación de la demanda base para el condominio en estudio.

A continuación, se presenta una vista satelital del sitio.





Figura 1. Imagen satelital de la zona de trabajo (Google Maps, 2025).

3.2 Ubicación geográfica

La alcaldía Xochimilco está ubicada entre las coordenadas geográficas 19° 09' y 19° 19' de latitud norte, y 99° 00' y 99° 10' longitud oeste, con una altitud promedio de 2650 metros sobre el nivel del mar.

Esta demarcación colinda con las alcaldías Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa, Tláhuac y Milpa Alta, al sur de la Ciudad de México.

Su extensión abarca el 8% de la superficie de la Ciudad de México y se conforma por 94 localidades (INEGI, 2010).

3.3 Geología

La composición del terreno de Xochimilco se forma por las siguientes rocas: basalto 15.56%, andesita 7.36%, brecha volcánica 6.67% y toba 0.09% (INEGI, 2010).

Acorde con Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), el 14.66% de su suelo es lacustre, lo cual es importante tomar en cuenta debido a que esto afecta el procedimiento constructivo. Un suelo con estas características posee una humedad alta e inclusive un nivel freático somero, lo que puede propiciar pequeños deslaves o inundación de la zanja, lo que puede complicar el acceso y el proceso constructivo.



Los suelos lacustres se forman sobre depósitos lacustres o a partir de los mismos, es decir que los cuerpos de agua reciben depósitos de material sólido hasta que se alcanza la superficie (INEGI, 2010).

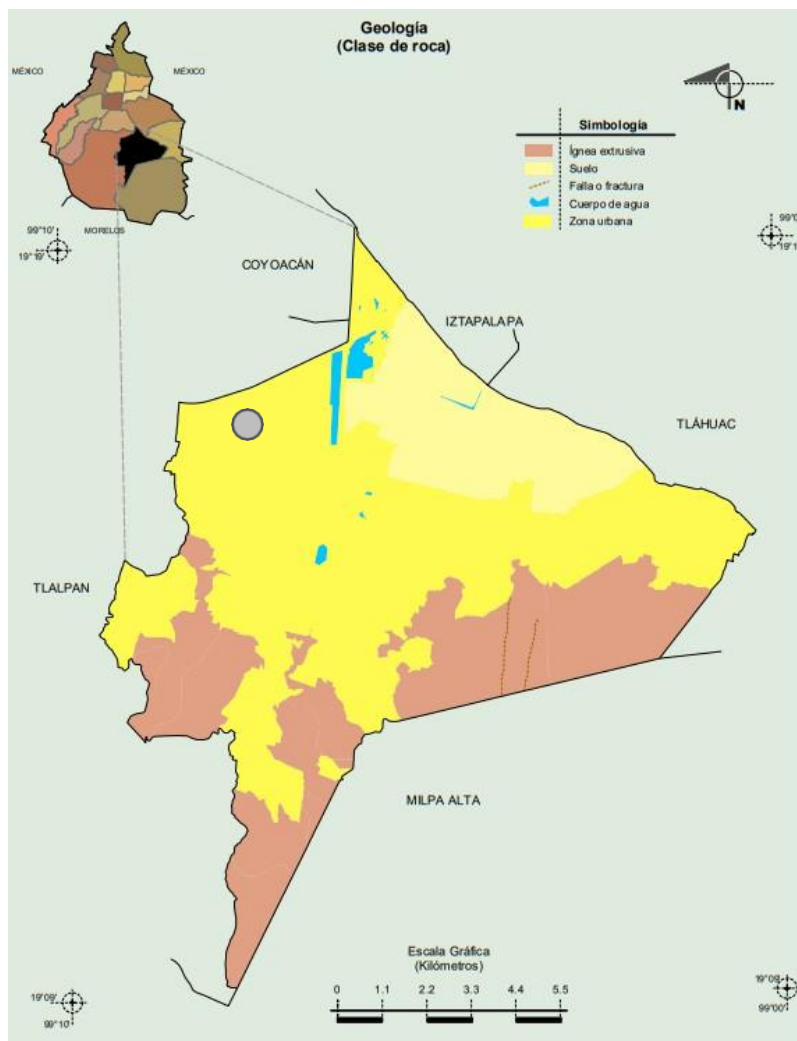


Figura 2. Geología en Xochimilco (INEGI, 2010).

Nota: El punto gris en el mapa indica la ubicación del condominio.

3.4 Clima

Xochimilco posee un rango de temperatura de 5 a 18 °C y cuenta con una precipitación pluvial dentro del rango de los 600 a 1100 milímetros. Su clima se divide de la siguiente manera: templado subhúmedo con lluvias en verano con humedad media de 68.19%; templado subhúmedo con lluvias en verano con humedad mayor



20.51%; templado subhúmedo con lluvias en verano, con humedad menor al 8.68% y semifrío subhúmedo con lluvias de mayor humedad en verano de 2.62% (INEGI, 2010).

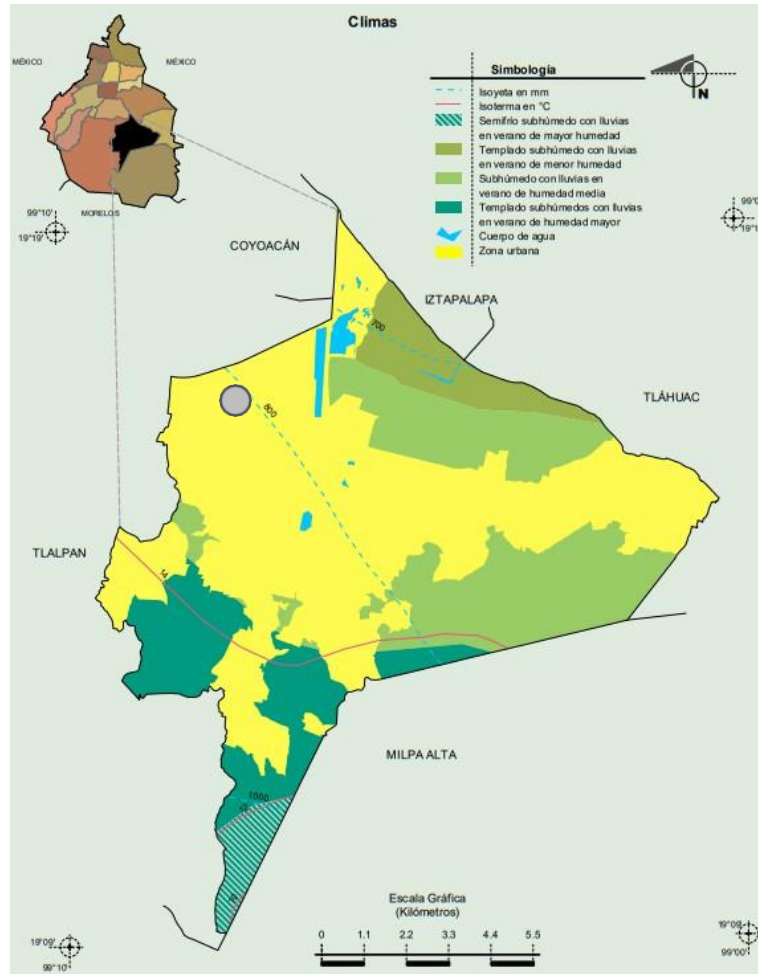


Figura 3. Climas en Xochimilco (INEGI, 2010).

Nota: El punto en el mapa nos marca la ubicación del condominio.

3.5 Hidrografía

La alcaldía Xochimilco se encuentra totalmente dentro de la región hidrológica Pánuco, en la cuenca Moctezuma. Las principales corrientes de agua que suceden en Xochimilco son: el Río El Cuatzín, Canal de Chalco, Canal Nacional y Canal de Amecameca. A su vez, los cuerpos de agua principales son: Pista Olímpica de canotaje Virgilio Uribe, Lago Huetzalin, Lago Acitlalin, Laguna de Caltongo y la Laguna de Xaltocan (INEGI, 2010).



3.6 Uso de suelo y vegetación

Los usos de suelo en la alcaldía Xochimilco son 54.63% zona urbana y 36.56% zona para agricultura. Su vegetación se compone de bosque en un 4.15% y de pastizal en un 3.63% (INEGI, 2010).

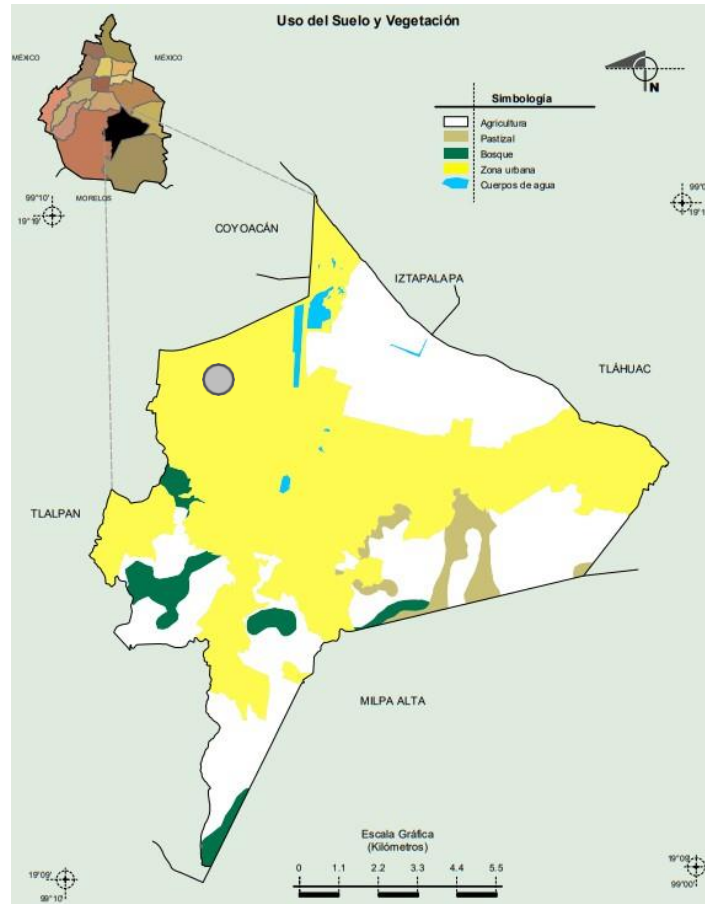


Figura 4. Uso de suelo y vegetación de Xochimilco (INEGI, 2010).

Nota: El punto en el mapa nos marca la ubicación del condominio.

3.7 Población

Instituciones como INEGI y el Consejo Nacional de Población (CONAPO) han realizado diversos estudios demográficos para la Ciudad de México. A partir de éstos se puede generar la pirámide poblacional de Xochimilco, la cual muestra que el volumen de la población para el año 2024 fue de 443,400 personas (SEBIEN, 2024). A continuación, se desglosan características complementarias de la población:

El análisis por género indica un 50.7% de mujeres y 49.3% de hombres. Los grupos de edad con la mayor población son los siguientes (SEBIEN, 2024).



- 60 años o más (tercera edad) con 64,820 habitantes.
- 30 a 34 años con 36,995 habitantes.
- 25 a 29 años con 36,988 habitantes.
- 20 a 25 años con 36,644 habitantes.
- 15 a 19 años con 34,860 habitantes.

La población de Xochimilco es joven. La totalidad del volumen de la población por grupos etarios se muestra en la figura 5.



Figura 5. Pirámide poblacional de Xochimilco (SEBIEN, 2024).

- Población total de hombres: 215,452 personas.
- Población total de mujeres: 226.726 personas.
- Edad promedio: 33 años.
- Densidad de población: 3874.8 habitantes por kilómetro cuadrado.



3.8 Economía

3.8.1 Comercio

En la alcaldía de Xochimilco se tienen cifras precisas y actuales, ya que este tipo de análisis se realizan cada año, a diferencias de los censos o conteos de población. Para mayo del 2025, las ventas internacionales de Xochimilco fueron de 47.4 millones de dólares y las compras alcanzaron la cantidad de 84.9 millones de dólares, lo que arroja un balance comercial poco favorable de -37.5 millones de dólares (SE, 2024).

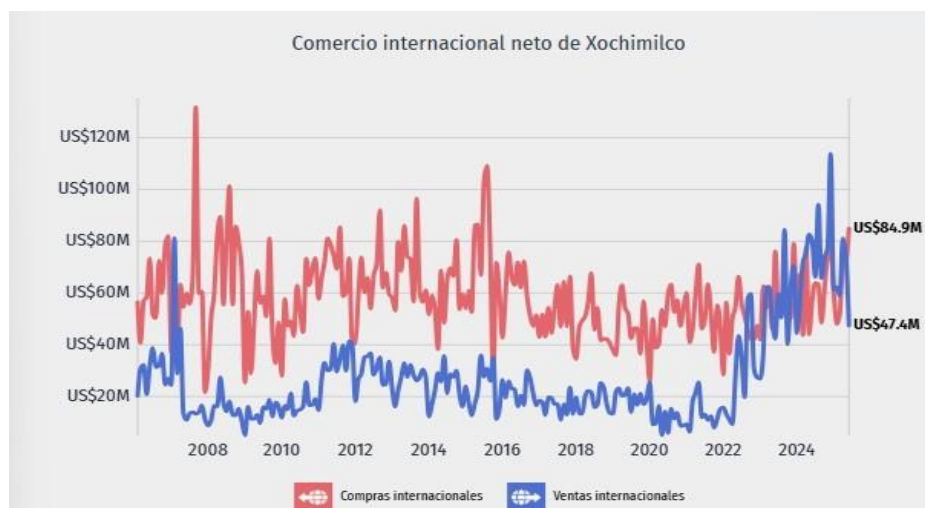


Figura 6. Balance económico en el comercio internacional de Xochimilco. (SE, 2024)

3.8.2 Clase socioeconómica

De acuerdo con el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2025 realizado en la Ciudad de México, la situación socioeconómica no es la más alentadora, dado que se visualiza una ciudad con muchas carencias. Los grupos que tienen una buena calidad de vida son muy pequeños, sobre todo en comparación con el total de la población que, según los datos publicados, viven en condiciones poco favorables.

Se observan datos desalentadores dentro de Xochimilco, aunque hay sectores privilegiados en los que se percibe que la población tiene una mejor calidad de vida. La mayoría de la población se encuentra en condiciones desfavorables, ya que se



tienen carencias económicas en servicios de salud, servicios para satisfacer las necesidades básicas. Lo anterior se ilustra en la Figura 7, que muestra el nivel socioeconómico de la población en el territorio de Xochimilco (SEBIEN, 2024).

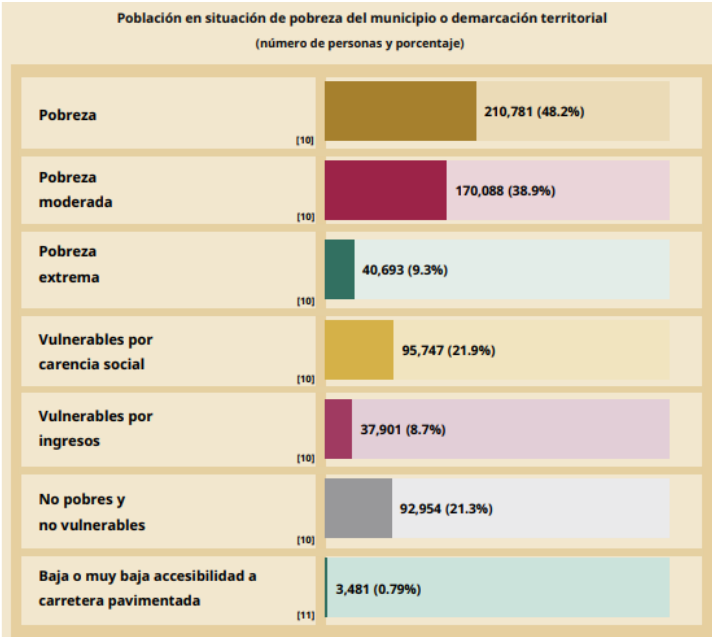


Figura 7. Población en situación de pobreza por demarcación territorial (SEBIEN, 2024).

Uno de los aspectos a considerar son los indicadores de rezago social, que permiten identificar las zonas que más han sido afectadas por condiciones socioeconómicas y que tienen valores bajos en el índice de rezago social (INEGI, 2024).



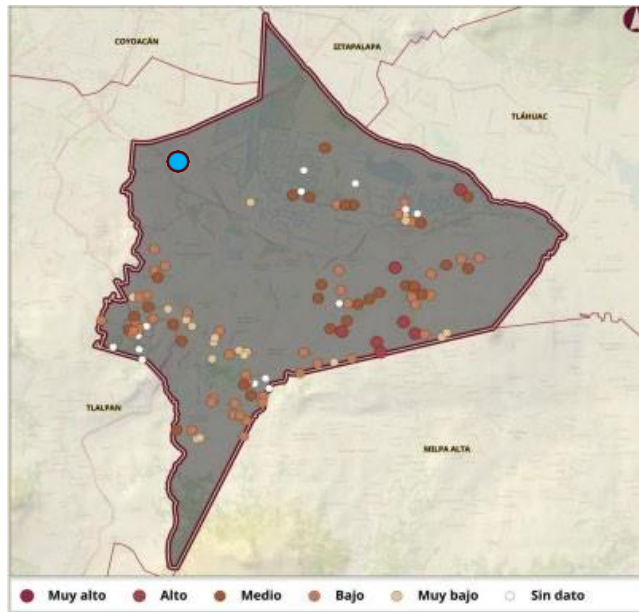


Figura 8. Grado de rezago social de Xochimilco. (SEBIEN, 2024).

Nota: El punto azul en el mapa indica la ubicación del condominio, el grado de rezago social tomado en cuenta es el más cercano, es decir, el de muy bajo.

El condominio “Misiones de la Noria” está ubicado al noroeste de la alcaldía Xochimilco. Como se puede observar en la Figura 8, el punto más cercano a la localidad de interés es un punto color arena que representa un grado de rezago social muy bajo. Al tomar en cuenta varios factores, tal como entrevistas directas a los usuarios del condominio y recorridos en sitio, se puede llegar a resultados más precisos, importante labor para determinar la clase socioeconómica predominante, que es necesario para calcular la demanda de agua del condominio.

3.8.3 Zonas ZAP

De acuerdo con la Secretaría del Bienestar (SEBIEN, 2021) y CONEVAL (CONEVAL, 2021) las ZAP son áreas, tanto para el ámbito rural como para el ámbito urbano, con una población que registra un cierto índice de pobreza y/o marginación, que propicia la aparición de insuficiencias en los derechos para el desarrollo social.

En algunas zonas de Xochimilco se presenta pobreza, que va de la mano con carencias sociales, como la falta de infraestructura o un bajo mantenimiento en esta.

Otros factores a considerar son la falta de trabajos formales, servicios básicos como luz, agua o drenaje e incidencia de delitos.

Para el caso de la mayoría de los estados se lleva a cabo un registro de todos los municipios ZAP, para el caso de la Ciudad de México es distinto, ya que no se tienen demarcaciones territoriales completas en esta situación. Son algunas colonias o incluso fracciones de colonias las que se ven afectadas (SEBIEN, 2021). En ese sentido se puede clasificar la clase socioeconómica de un grupo de manzanas y no de una zona completa, lo que permite determinar con precisión las condiciones de vida, lo que influye directamente en la demanda de agua.

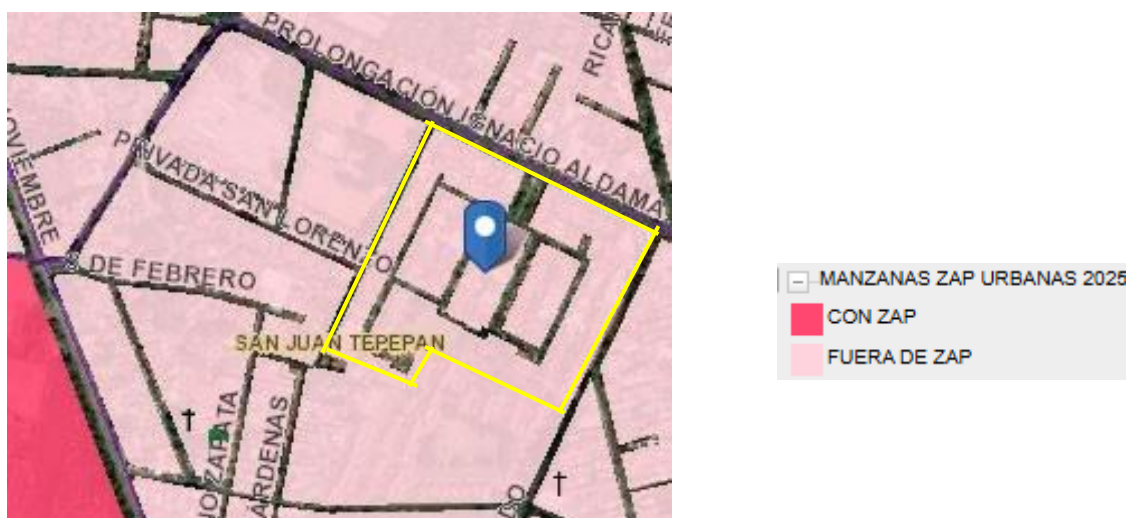


Figura 9. Ubicación del condominio Misiones cerca de manzanas consideradas zonas de atención prioritaria (SEBIEN, 2024).

3.9 Desigualdad social

En México se cuenta con el índice Gini, que es una medida estadística de la distribución de los ingresos para cada estrato social. Los índices más cercanos a 0 representan una mayor equidad entre los habitantes de una localidad, en cambio los valores que se comienzan a acercar al 1, representan una menor equidad entre la población (SE, 2024).

En el año 2020 en la Ciudad de México las alcaldías con una menor desigualdad social, tomando como referencia el índice Gini, fueron, en orden ascendente: Milpa Alta con 0.364, Azcapotzalco con 0.368, Benito Juárez con 0.369 y Tláhuac con 0.375. En el extremo contrario, tenemos a las alcaldías con una igualdad social menor: La Magdalena Contreras con 0.406, Cuajimalpa de Morelos con 0.404, y Xochimilco con 0.403 (SE, 2024).

Como se observa en la Figura 11, en Xochimilco se tienen problemas económicos y sociales que están marcados y que representan una brecha social, tanto así, que esta alcaldía está en uno de los primeros lugares en desigualdad social de la Ciudad de México.

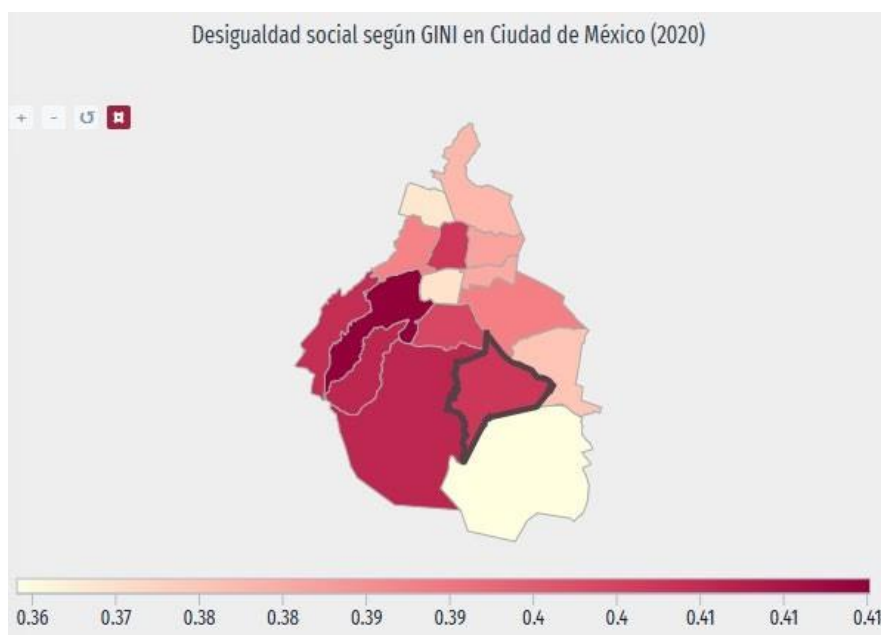


Figura 11. Desigualdad social en Ciudad de México, índice Gini. (SE, 2024).

3.10 Situación de la red de abastecimiento actual

3.10.1 Fuentes de abastecimiento de agua potable

El Sistema Cutzamala como fuente de abastecimiento de agua para la Ciudad de México cubre un 25.5% de sus necesidades. La mayor parte de los requerimientos hídricos de la Ciudad de México son cubiertos por la extracción de agua desde los acuíferos de la zona metropolitana, lo que representa un 66.3% de la demanda; el resto es abastecido desde el sistema Lerma, con un 6.3%, y un 1.8% desde la presa Madín y manantiales de la zona poniente y sur (SACMEX, 2025).

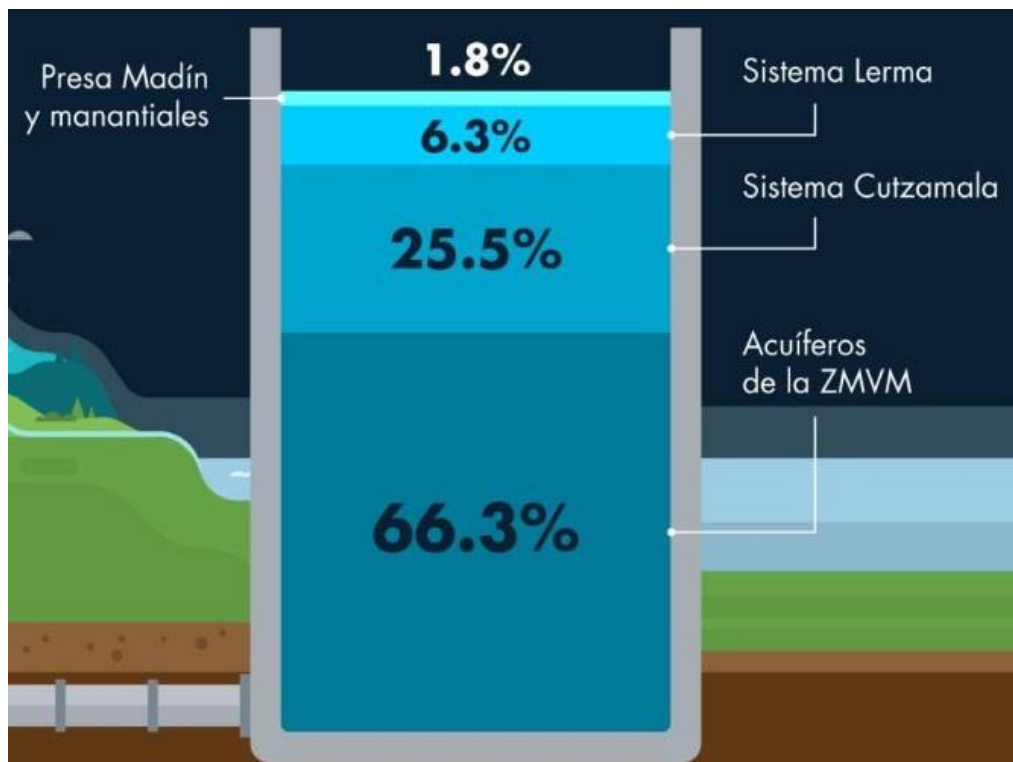


Figura 12. Abastecimiento de agua potable para CDMX (El Economista, 2024).

De acuerdo con SEGIAGUA (2025), únicamente el 45% de la población capitalina tiene un servicio de agua de manera regular; el 25% recibe agua por tandeo, y el 30% de las personas no reciben agua corriente, quienes se ven obligados a abastecerse mediante pipas.

Para poder conocer la principal fuente de abastecimiento de agua potable de San Juan Tepepan se consultó el portal “Fuente en tu Colonia” de SACMEX, ahora SEGIAGUA, en el que se pueden aplicar filtros por alcaldía y colonia, que además se actualiza en tiempo real. En esta colonia, la fuente de abastecimiento es agua subterránea extraída mediante pozos. Según el portal, el suministro de agua se brinda de manera continua, aunque difiere de lo indicado por los habitantes del condominio, debido a que el gasto otorgado, aunque no se interrumpe, baja drásticamente, por lo que no se cuenta con un servicio eficaz, además de que la presión del agua es suficiente solo para las casas cercanas a la toma (SACMEX, 2025).

Como parte del proceso de reconocimiento en sitio del presente proyecto se acudió al condominio a realizar la medición de presión en ciertos puntos de la red existente. Se observó que después de aproximadamente 100 metros de distancia de la toma, el flujo de agua potable cesaba, lo que puede deberse a que el caudal y presión no sean suficientes para alcanzar a la totalidad de usuarios.



4. Necesidades y demanda del condominio

4.1 Análisis de la situación actual de la red

Con base en la solicitud de apoyo recibida por la Facultad de Ingeniería (Anexo A del presente documento), el análisis de presiones en sitio, la consulta de la percepción de los habitantes del condómino y de la descripción hecha por parte de la administración de este, se identificó la problemática del sistema de distribución de agua potable del condominio “Misiones de la Noria”. De acuerdo con la información reportada, se han identificado fugas de agua en algunas partes de la red, lo cual es de esperarse dada la antigüedad del sistema.

De acuerdo con la información que se ha brindado por los habitantes del condominio, la instalación hidráulica ha funcionado de manera continua por más de 50 años, por lo que es de esperarse la aparición de fugas. Acorde con CONAGUA (2021), la vida útil de una red de distribución oscila entre 15 y 30 años.

La red de distribución actual se compone principalmente de asbesto, material comúnmente usado durante la segunda mitad del siglo XX, ya que posee características entre las que destacaron la versatilidad, asequibilidad, y un buen rango de diámetros, lo que permitía solucionar requerimientos hidráulicos específicos. Con el paso de los años, el uso de este material disminuyó hasta desaparecer, entre otras cuestiones porque se sospecha es perjudicial para la salud de los fabricantes y posiblemente también de los usuarios de dichos productos. Debido a esto se ha previsto la sustitución de las tuberías existentes para garantizar la salud de la población del condominio.

Adicionalmente durante las labores de reconocimiento en sitio, se consultó a los administradores del condominio para ubicar las zonas más afectadas.

4.2 Identificación de la problemática de acuerdo con la percepción de los habitantes

Uno de los aspectos que más afectan el funcionamiento hidráulico de la red es la baja presión de agua en una buena parte del condominio. Los residentes comentan que se cuenta con un caudal deficiente desde la red urbana y que la presión



disminuye conforme el agua recorre las tuberías. Este comportamiento provoca un desequilibrio en la distribución del agua, ya que las casas más alejadas del punto de conexión con la red pública requieren más energía hidráulica y mayor caudal de origen para su abastecimiento. Para mitigar este problema, será necesario reconfigurar la red para satisfacer necesidades actuales y futuras. Las premisas para el planteamiento de la solución son: seguridad, eficiencia, sostenibilidad y economía. Con el fin de elegir la opción más conveniente, se realizó un análisis técnico y de costo - beneficio, que tomó en cuenta aspectos de operación, mantenimiento y la vida útil. La alternativa elegida debe procurar minimizar los costos, tener un funcionamiento óptimo en cualquier día y horario de su periodo de diseño y alcanzar una vida útil correspondiente con lo establecido en los lineamientos técnicos aplicables.

4.3 Encuesta a los pobladores

Para poder realizar un análisis más preciso se realizó una entrevista que aborda la problemática. La encuesta fue contestada por 64 personas, cifra significativa para representar las necesidades y la situación actual de los habitantes del condominio. Se realizaron preguntas relacionadas a la red de agua potable; fue necesario saber si se cuenta con cisterna y tinaco, antigüedad de las casas y de sus tuberías, habitantes, entre otros datos.

Se identificó un patrón en cuanto a la presencia de fugas en la tubería, argumentado por los habitantes debido a la antigüedad de la red de distribución, además de una mala calidad del agua.

En busca de visibilizar la problemática, se realizó la gráfica de la Figura 13:



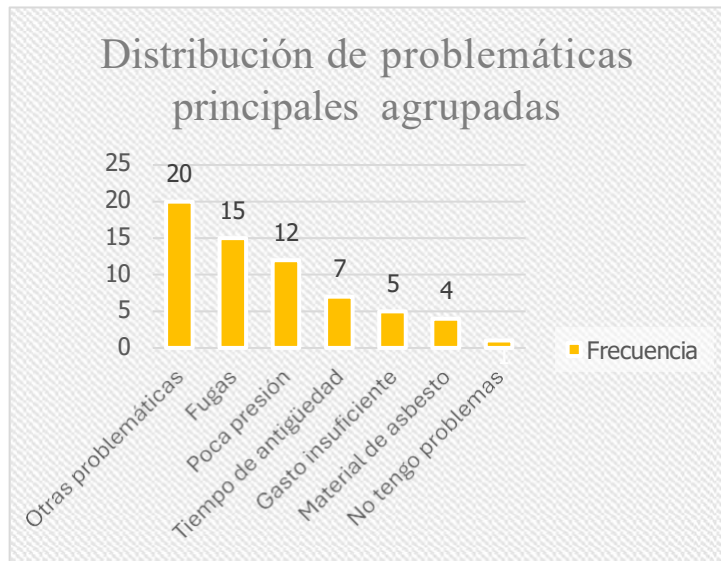


Figura 13. Gráfica de la problemática dentro del condominio. Elaboración propia.

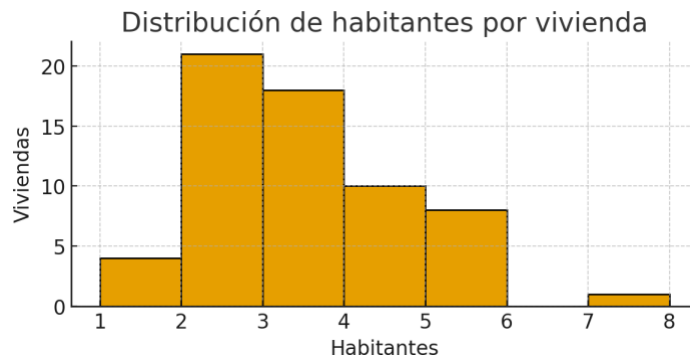


Figura 14. Número de habitantes por vivienda. Elaboración propia.

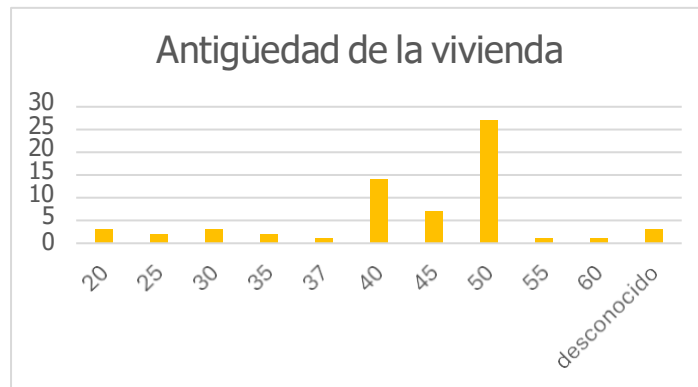


Figura 15. Antigüedad de la vivienda. Elaboración propia.



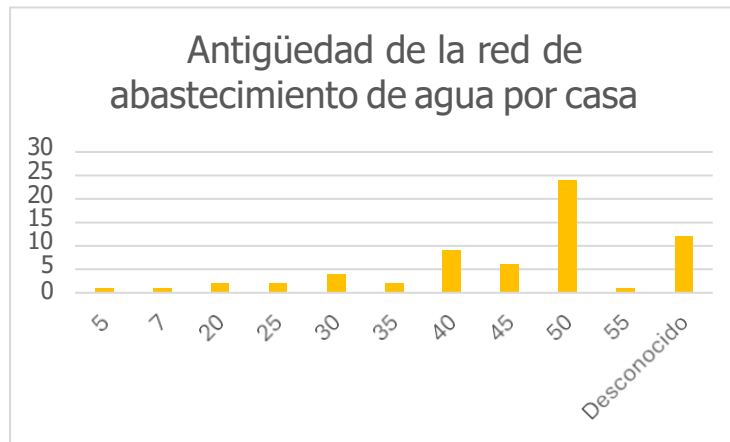


Figura 16. Antigüedad de la red. Elaboración propia.

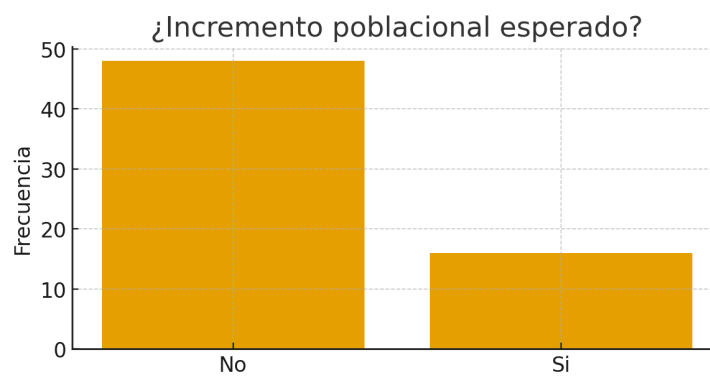


Figura 17. Incremento en la población. Elaboración propia.

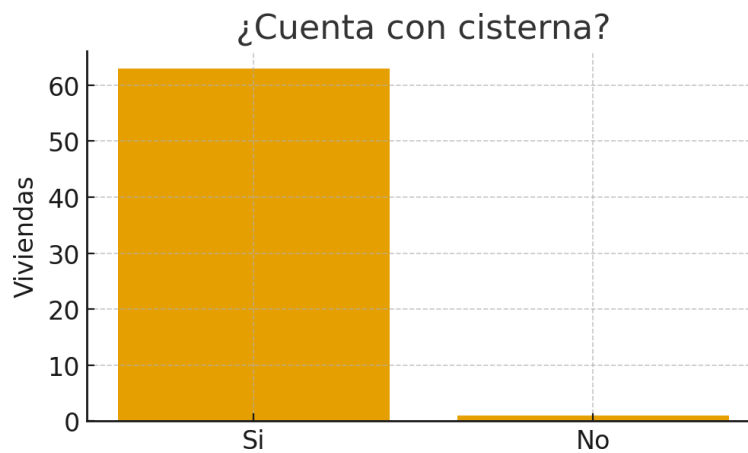


Figura 18. Casas que cuentan con cisterna. Elaboración propia.



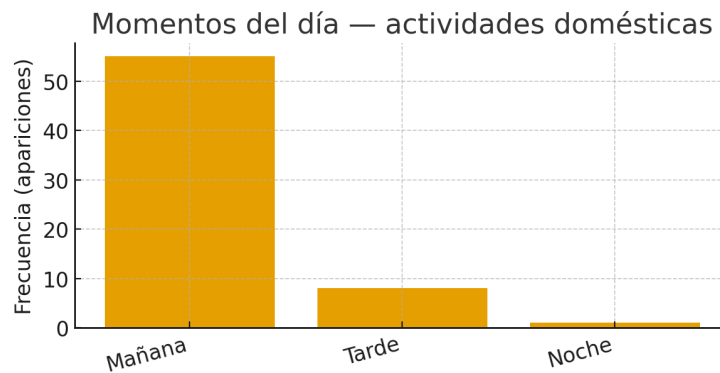


Figura 19. Horas de mayor demanda de agua. Elaboración propia.

De las figuras anteriores (figura 14 a figura 29) se concluye lo siguiente:

- Debido a la antigüedad de las viviendas y de sus redes de distribución es razonable que comiencen a aparecer fugas a lo largo de la tubería, lo que baja la eficiencia de la red y afecta a sus ocupantes.
- De acuerdo con la distribución de los habitantes en cada casa, se observa que se tiene un número promedio de poco más de 3 habitantes. En este caso se tomó en cuenta el número mayor redondeado, esto debido a que con este valor es posible prever un probable incremento en los habitantes, mitigando el riesgo de no cumplir con la demanda en un futuro, solo como medida de prevención.
- Prácticamente todas las casas cuentan con cisterna, por lo que se consideró que la mejor situación que representa el funcionamiento de la red no obedece a un patrón de consumo regido por hábitos de consumo, sino en horarios de llenado de cisterna, que suele suceder en la noche, cuando existe menos demanda y, por ende, mayor presión en el sistema.

5. Planeación de la nueva red de distribución de agua potable

5.1 Propuestas

A continuación, se enuncian y describen 3 propuestas para resolver la problemática de fugas y falta de presión:

1. **Cambio de solo algunos tramos de tubería.** La solicitud enviada por la administración del condominio a la Facultad de Ingeniería enuncia el problema: *“la red hidráulica ya tiene más de 50 años de uso y se han presentado fuertes fugas de agua generando con ello, socavones, inundaciones severas”*. La primera opción considerada fue cambiar exclusivamente algunos tramos de tubería en los que se presente un mayor desgaste y, por ende, un mayor riesgo de fugas.
Al cambiar los tramos de tuberías o las válvulas problemáticas, se soluciona momentáneamente el problema, sin involucrar una cantidad fuerte de recursos económicos.
2. **Diseño de red con tanque de cola.** Existe la alternativa de implementar un tanque de almacenamiento al final de la red del condominio, justo en donde se presenta la mayor escasez y las menores presiones. Este depósito recibe agua en horarios en los cuales aumenta la presión y caudal, y con lo almacenado reabastece de vuelta a las casas desde el fondo hacia el frente en los horarios en donde la presión y caudal disminuyen por efecto de la extracción masiva de agua de la red de distribución.
3. **Red cerrada nueva.** Los habitantes del condominio mencionaron que las casas alejadas de la acometida contaban con una presión muy baja, aún en horas favorables de entrega; y cuando la cantidad de agua es menor, la presión no era suficiente para las casas más alejadas de la conexión.



La propuesta que consiste en:

- Proponer un nuevo material resistente para la red, práctico, accesible y que no represente un potencial problema a la salud de los usuarios.
- Proponer un espesor que no implique altos costos y que soporte la presión máxima de operación.
- Se propondrán diferentes diámetros de acuerdo con la demanda de agua. Se va a reducir o ampliar el diámetro de acuerdo con la necesidad de flujo para la entrega efectiva de agua a todos los usuarios de la red.

5.2 Comparativa de propuestas

En este apartado se explica el análisis realizado para cada una de las propuestas, lo que sirvió de base para elegir la alternativa más conveniente, con base en aspectos de salud, calidad del agua y calidad del servicio.

Propuesta 1

La red hidráulica actual tiene una antigüedad mayor a 50 años, lo que ha derivado un desgaste considerable en las paredes de las tuberías a causa de la erosión hidráulica, incrustación de depósitos cálcicos en accesorios ferrosos, entre otros aspectos relacionados con la extensión de la vida útil de la red. Esta situación es desfavorable pues se han propiciado fugas visibles y no visibles que han desencadenado, inclusive, socavones.

El diseño actual no puede cubrir adecuadamente la demanda del condominio. La administración y los habitantes de la parte posterior del condominio han reportado que la presión es muy baja, lo cual merma las necesidades básicas, como llenar cisternas o usar las llaves de los patios.

Otro aspecto por considerar es el material de la tubería actual. El asbesto es un grupo de minerales que se da en forma de fibras, las cuales tienen propiedades como la resistencia a la compresión, resistencia al calor y a la corrosión, razón por la cual se



usó durante años en el pasado. Según estudios realizados en clínicas y laboratorios, hay evidencia de que el asbesto aumenta el riesgo de que aparezcan algunos tipos de cáncer, por lo que se ha descartado el uso de este material y se han realizado esfuerzos por sustituir este material a lo largo de los años (NIH, 2015).

Por lo anterior, se descarta la primera opción. Aún si pudiéramos solucionar los problemas de pérdidas de presión y agua, el problema de la calidad del agua y de salud seguiría presente, además, considerando el tiempo que ha funcionado la red, los hundimientos diferenciales de la zona sur asociados a la extracción de agua del acuífero y la sismicidad de la zona, es muy probable que otros tramos comiencen a presentar fallas también, lo cual implica potenciales intervenciones que conllevan tiempo y gastos de operación.

Propuesta 2.

Esta alternativa consiste en instalar un tanque de almacenamiento al final del condómino, llamado tanque de cola. Este dispositivo recibiría agua de la red principal que llegue al condominio, para posteriormente redistribuirla a las viviendas menos favorecidas en cuanto a la presión.

Con esta propuesta se busca contrarrestar los problemas de presión con los que lidia la parte final del condominio, pero se tienen las siguientes problemáticas:

- Representa costos elevados de construcción y operación, en caso de requerir bombear el agua.
- Esta opción se propuso antes de asistir por primera vez al condominio, pero al acudir el equipo de trabajo se percató que no se cuenta con el espacio físico para la instalación del tanque.

Por estas razones, se plantea, pero se deja en segundo término esta opción, principalmente por los costos asociados a la construcción y operación del tanque.



Propuesta 3.

Esta propuesta se trata de reemplazar por completo la red de distribución de agua, eligiendo un material más liso, ligero e inerte, que no represente un problema de salud para los usuarios, que sea confiable y accesible. En este caso se optó por el polietileno de alta densidad.

En el nuevo diseño se tomaron en cuenta las condiciones actuales, procurando considerar las condiciones a futuro para prolongar su vida útil, y se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

- Cambiar la actual red abierta por una red cerrada.
- Material nuevo, durable y resistente mecánica y químicamente.
- Mantener la presión en todo lo largo del condominio. En este sentido se consideró una presión en todos los puntos de la red de entre 1 a 3 kg/cm².
- Patrones de consumo de agua que no obedecen a los hábitos de consumo, sino al llenado de las cisternas de los domicilios.

Esta opción es la más eficiente y brinda un servicio equitativo para todo el condominio, protege la salud y la calidad de vida.

6. Diseño de la nueva red de distribución de agua potable

6.1 Criterios en el diseño de la red

Una vez elegida la alternativa más conveniente para este proyecto (opción 3), se consideran los aspectos siguientes para el diseño (CONAGUA, 2019):

- Demanda base (consumo por nodo).
- Información georreferenciada (productos de INEGI).
- Materiales y sus características.
- Comportamiento en una simulación (Simulación en EPANET).
- Costo de construcción, operación y mantenimiento.



6.2 Cálculo de la demanda base del condominio

Para determinar la demanda de agua del condominio se siguió la siguiente metodología:

1. En primera instancia se Identificó la temperatura promedio del lugar para clasificar el clima, después, con la información recabada en el apartado de economía se estableció la clase socioeconómica del condominio. Con ambos datos se consultó la tabla 1 publicada por CONAGUA la cual nos indica el consumo de agua por clase socioeconómica y clima, en litros/ habitante/ día.

Tabla 1. Consumo de agua por clase socioeconómica y clima, en [l/hab/día] (CONAGUA, 2019).

Clima	Consumo por nivel socioeconómico [l/hab/día]		
	Popular	Media	Residencial
Cálido húmedo	198	206	243
Cálido subhúmedo	175	203	217
Seco	184	191	202
Frío	140	142	145

Para clima semifrío se consideran los mismos valores que para clima templado.

De acuerdo con la información recabada, la zona cuenta con una temperatura promedio de 18°C, un clima cálido subhúmedo, con hogares que coinciden con una clase socioeconómica residencial, lo que permite elegir un consumo de agua de 175 litros por habitante por día.

2. Se contaron las casas que hay antes de cada cruce para saber la demanda por tramo; se asignó un número promedio de 4 habitantes por cada casa; se procuró diseñar con un valor de 4 habitantes considerando un posible crecimiento de la población y que esto pueda alterar el funcionamiento futuro de la red. Para obtener la población de proyecto se calculó el producto entre el número de casas y la densidad de población igual a 4.



3. Posterior al cálculo de la población y de la determinación del consumo de agua, se procedió a calcular el gasto medio (Q_{med}) en litros por cada segundo, utilizando la siguiente fórmula (CONAGUA, 2019).

$$Q_{med} = \frac{(P * D)}{(86400)}$$

En donde:

- Q_{med} : Gasto medio, en l/s.
 - P: Población, en número de habitantes.
 - A: Dotación, en l/habitante/día.
4. Otros parámetros que se tomaron en cuenta para calcular la demanda del condominio son el gasto máximo diario (Q_{MD}) y el gasto máximo horario (Q_{MH}), que se determinan a través de los coeficientes de variación siguientes:

Tabla 2. Coeficientes de variación diaria y horaria (CONAGUA, 2019).

Concepto	Valor
Coeficiente de variación diaria (CVD).	1.2 – 1.4
Coeficiente de variación horaria (CVH)	1.55

5. Con ayuda de los factores anteriores, se calcularon los gastos máximo diario y máximo horario:

- Para el gasto máximo diario se consideró el extremo mayor del rango.

La fórmula queda de la siguiente manera (CONAGUA, 2019):

$$Q_{MD} = Q_{med} * CVD = Q_{med} * 1.4$$

- Para el gasto máximo horario se utiliza el único factor de 1.55.

$$Q_{MH} = Q_{MD} * CVH = Q_{MD} * 1.55$$

Los gastos de diseño para cada uno de los nodos asociados con la red se muestran en la tabla 3. Cada área considerada manzanas con casas y áreas comunes que requieren riego. La determinación de áreas se muestra en la figura 14.



Tabla 3. Cálculo de demanda de agua por bloque de manzanas.

	Área [m ²]	Número de casas	Densidad de población	Población	Dotación (L/hab/día)	Qmed [L/s]	QMD [L/s]	QMH [L/s]
1	70	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
2	1900	28	4	112	217	0.2813	0.3938	0.6104
3	1140	6	4	24	217	0.0603	0.0844	0.1308
4	500	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
5	200	4	4	16	217	0.0402	0.0563	0.0872
6	200	4	4	16	217	0.0402	0.0563	0.0872
7	480	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
8	480	6	4	24	217	0.0603	0.0844	0.1308
9	280	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
10	1892	20	4	80	217	0.2009	0.2813	0.4360
11	684	2	4	8	217	0.0201	0.0281	0.0436
12	336	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
13	336	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
14	576	2	4	8	217	0.0201	0.0281	0.0436
15	1296	9	4	36	217	0.0904	0.1266	0.1962
16	1296	9	4	36	217	0.0904	0.1266	0.1962
17	1764	11	4	44	217	0.1105	0.1547	0.2398
18	1764	11	4	44	217	0.1105	0.1547	0.2398
19	1404	10	4	40	217	0.1005	0.1406	0.2180
20	1404	10	4	40	217	0.1005	0.1406	0.2180
21	456	2	4	8	217	0.0201	0.0281	0.0436
22	864	6	4	24	217	0.0603	0.0844	0.1308
23	600	4	4	16	217	0.0402	0.0563	0.0872
24	600	5	4	20	217	0.0502	0.0703	0.1090
25	165	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
26	150	1	4	4	217	0.0100	0.0141	0.0218
27	418	3	4	12	217	0.0301	0.0422	0.0654
28	432	3	4	12	217	0.0301	0.0422	0.0654
29	180	2	4	8	217	0.0201	0.0281	0.0436
30	70	2	4	8	217	0.0201	0.0281	0.0436

Adicionalmente, se realizó el cálculo de la demanda de agua para los 4 jardines del condominio, con un gasto de 5 litros por cada metro cuadrado de área verde. Las áreas de cada jardín son:



- Jardín A: 267 [m²]
- Jardín B: 2175.5 [m²]
- Jardín C: 522.99 [m²]
- Jardín D: 556.9 [m²]

6. El producto entre el consumo por riego por metro cuadrado y el área de los jardines da el volumen necesario para este concepto. Se tomó en cuenta un riego de 1 hora al día. Para el cálculo del gasto se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{A * D}{t}$$

Donde:

A: Área, en [m²]

D: demanda de agua en $\left[\frac{l}{m^2}\right]$, 5 $\left[\frac{l}{m^2}\right]$

T: tiempo, en [s]

Lo anterior se expresa en la siguiente tabla resumen:

Tabla 4. Cálculo de la demanda de agua por riego de jardines.

Jardines	Área [m ²]	Demanda [l/m ²]	Volumen [l]	Riego [min]	Riego [s]	Q [l/s]
A	267	5	1335	60	3600	0.37
B	2175.5	5	10877.5	60	3600	3.02
C	522.99	5	2614.95	60	3600	0.73
D	556.9	5	2784.5	60	3600	0.77

7. Se sumó el total del gasto máximo horario de las casas con el total de agua necesaria para los jardines para obtener la demanda total necesaria para el condominio.

$$Q_{total} = 3.64 + 4.89 = 8.53 \frac{l}{s}$$



El cálculo anterior se realizó tomando en cuenta los bloques de casas del siguiente esquema:

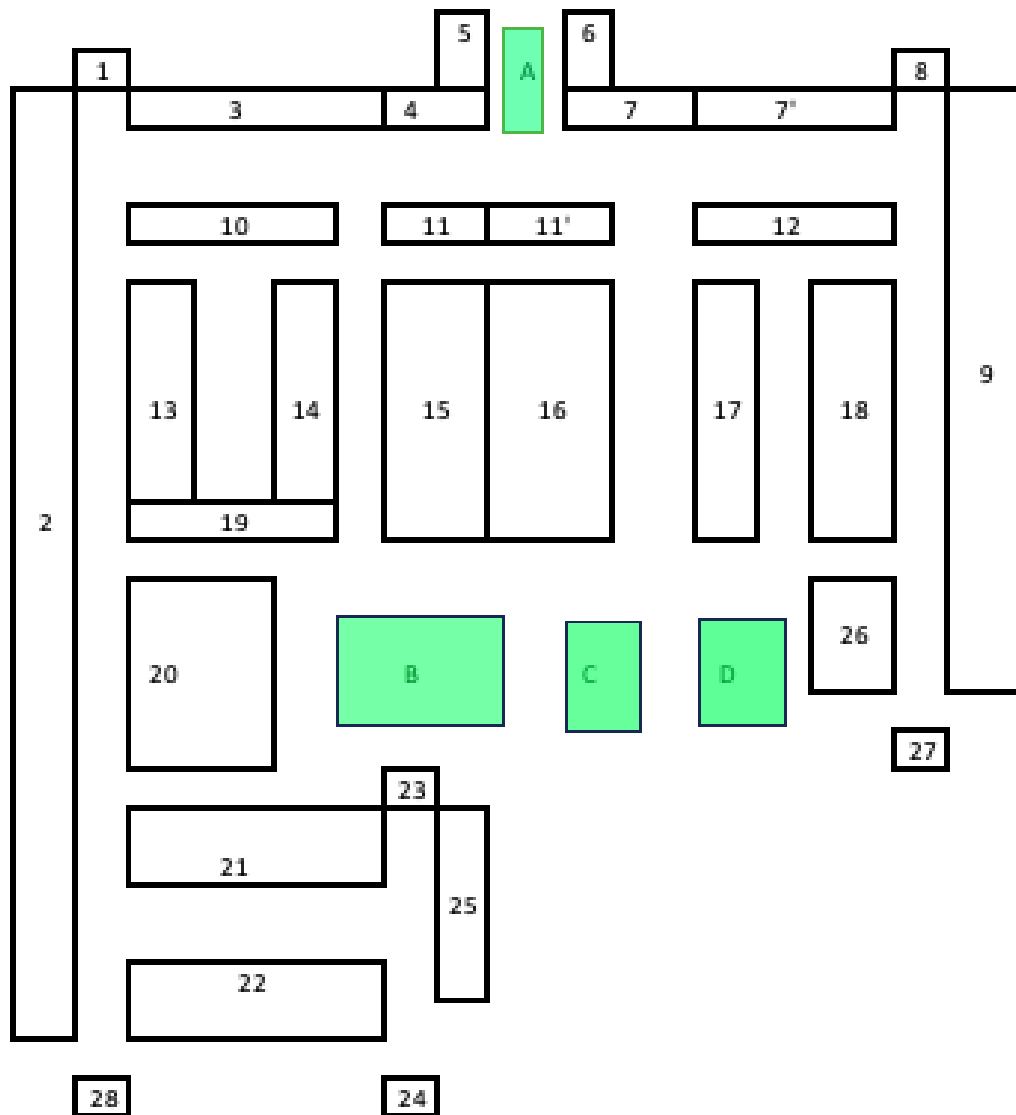


Figura 20. Esquema de manzanas. Elaboración propia.

6.3 Descarga y procesamiento de información del condominio, INEGI

Desde el geoportal de INEGI se recopiló la siguiente información:

- Shape file estatal, municipal, local y de manzanas.
- Raster del relieve continental, con escala de 1:10,000.



6.3.1 Uso de QGIS para el análisis del terreno

Con ayuda del software QGIS se ha hecho el procesamiento de la información en sistema de coordenadas UTM 14 EPSG: 32614.

Se cargaron las capas de manzana y el relieve para posteriormente crear una nueva capa que contenga únicamente la información necesaria del condominio, incluyendo trazo de manzanas, relieve y dimensiones; se omitió información no relevante.

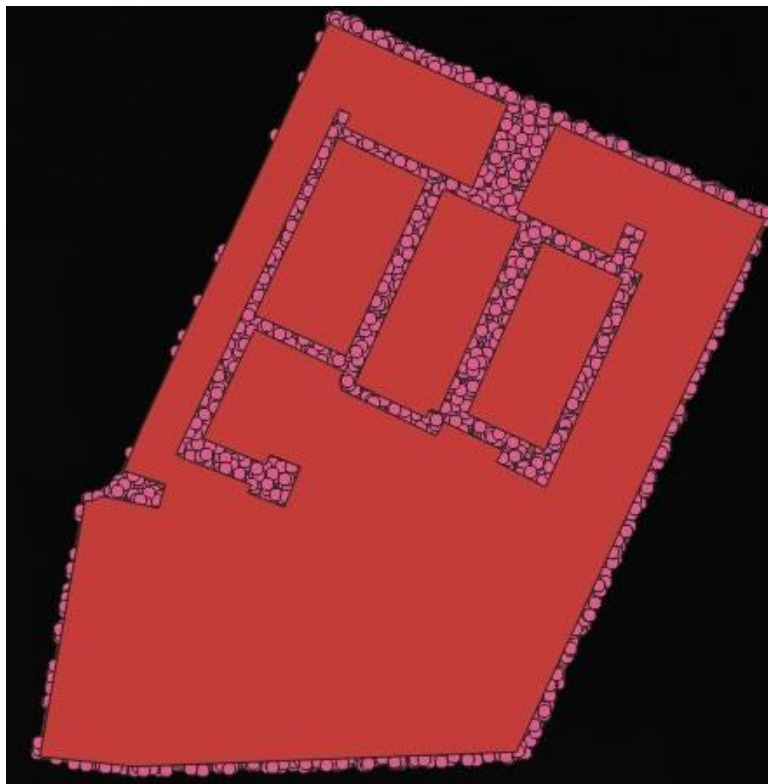


Figura 21. Trazo de calles y manzanas en QGIS. Elaboración propia.

Con base en esta proyección se obtuvieron coordenadas la latitud, longitud y altitud precisas, útiles para obtener una vista en plante del terreno. Con base en esta información se creó un Excel con coordenadas, lo que otorga con precisión las dimensiones y las elevaciones.

6.3.2 Generación aproximada de la topografía local

Con base en información de INEGI se generó la información topográfica del terreno, las curvas de nivel junto con sus elevaciones, que van a servir como punto de partida para determinar la altura topográfica más probable de los nodos o cruces del sistema de tubería, lo que permite realizar el análisis hidráulico y la simulación en un software especializado, con una buena precisión.



Figura 22. Curvas de nivel del terreno. Elaboración propia.

6.3.3 Uso del software HTP para el análisis de la red propuesta

Para elaborar el plano de las manzanas y la calle, se usó el programa HTP, un software útil para análisis y diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y drenaje, que permite llevar la información georreferenciada a una plataforma más amigable y de fácil visualización. Con ayuda de herramientas de este software, es posible obtener la vista en planta del sitio con dimensiones y altitud.

6.4 Trazo de la red como boceto guía

En AutoCAD, con ayuda de HTP, se realiza una primera propuesta de trazo de la red, para visualizar los posibles nodos en cada cruce, lo que brinda los datos de las elevaciones de cada nodo y de las tuberías. Esto representa una guía para el trazo de la red y su topografía, que permite realizar un análisis y la simulación con base en la demanda base, elevación y dimensiones.

6.5 Propuesta de materiales, diámetro y calibre de la tubería

El material propuesto es polietileno de alta densidad. Este se forma por varias unidades de etileno, las cuales presentan muy pocas ramificaciones entre sus moléculas, lo que se traduce en una densidad considerable, que implica una alta resistencia y dureza, lo que puede alargar la vida útil de la tubería (ENVASELIA, 2018).

Para la elección de los diámetros se parte de la base de 2 pulgadas de diámetro nominal. A partir de la simulación se realizan ajustes para procurar que la presión del agua sea adecuada en toda la extensión de la red de la tubería y en cualquier momento del día. En el apartado de la simulación en EPANET se describe esto con detalle.

El calibre de la tubería propuesto es RD-17, ya que tiene una gran resistencia ante futuros movimientos; además, debido al grosor, minimiza posibles fracturas y posibles fugas. En diámetros menores a 2 pulgadas se va a usar un RD-9, en tomas domiciliarias. Este calibre es el menor disponible para esta medida, que es suficiente para soportar la presión máxima de trabajo que se presentará en la red. Este RD ofrece una resistencia de hasta $11.25 \frac{kg}{cm^2}$.

6.6 Trazo de la red como boceto guía

Para realizar el trazo de la red de tubería del condominio, fue necesario elaborar primero un boceto con ayuda del software HTP y AutoCAD, que nos muestre el paso aproximado del trazo, así como la posición y elevación de los nodos, ya que se realizó basado en los puntos de coordenadas y las curvas de nivel. La información mencionada es útil en la elaboración de la simulación en EPANET.



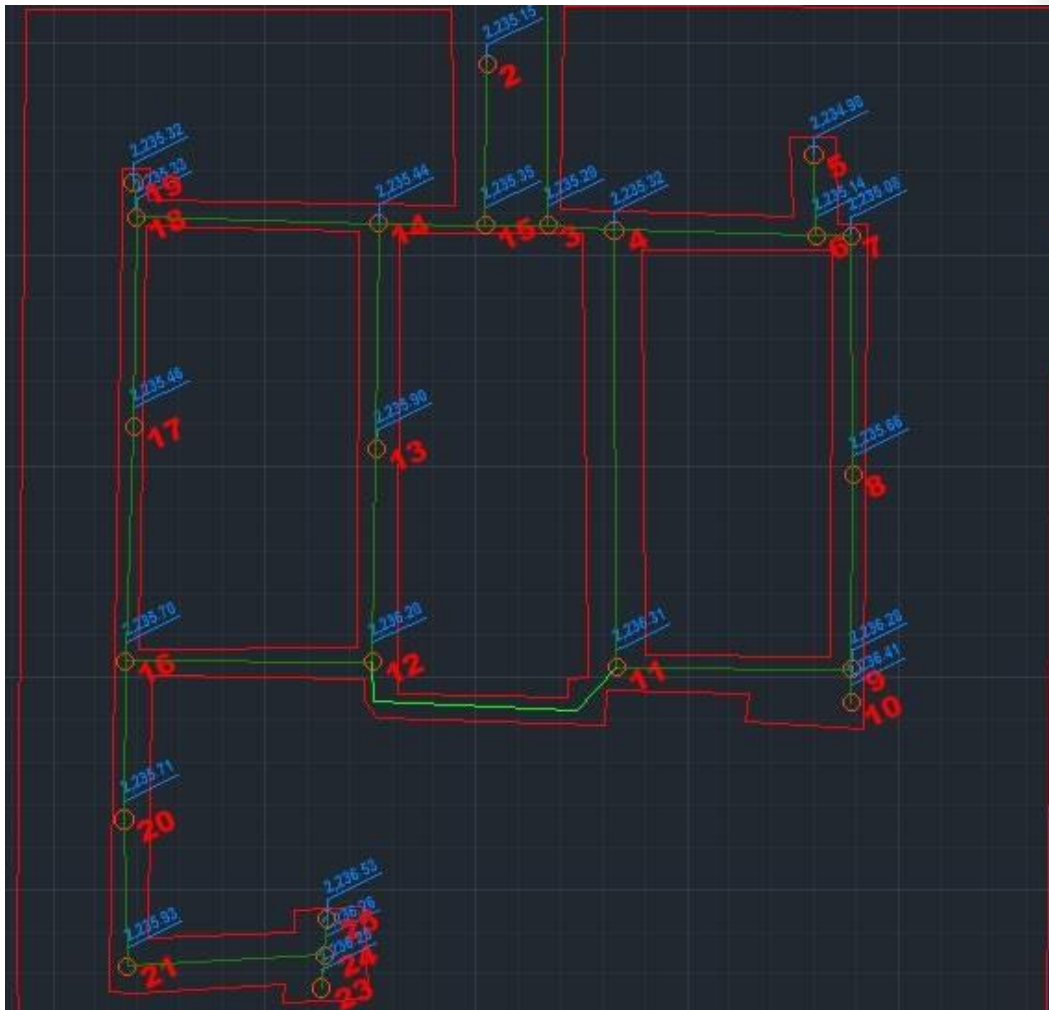


Figura 23. Boceto del sistema de tubería. Elaboración propia.

6.7 Simulación en EPANET

Como parte del proceso de diseño de la nueva red de abastecimiento de agua potable se simula el sistema en un software especializado. En este caso se optó por el uso de EPANET.

EPANET es un software de uso libre desarrollado en Estados Unidos usado para modelar sistemas de distribución de agua. La idea principal de este programa es fungir como una herramienta que ayude a comprender el comportamiento de los



componentes del agua potable en los sistemas de distribución, así como aplicarlo al análisis de dichos sistemas de distribución. Con ayuda de este software se logra diseñar y dimensionar sistemas de distribución nuevos, actualizar infraestructuras existentes que sean obsoletas, optimizar tanques y bombas, y prever emergencias.

La simulación permite previsualizar el comportamiento del agua en cuanto a caudal y presión, y con ello revisar si se cumplen los criterios de diseño tubería a lo largo de la red y en periodo extendido. La simulación permite proponer cambios en las trayectorias, diámetros y la ubicación de válvulas y diversos accesorios para ajustar el funcionamiento hidráulico, principalmente presión y velocidad. Para esto se dibujó el esqueleto de la red con base en nuestra primera guía realizada en el programa HTP, ver figura 24.



Figura 24. Esquema en EPANET, sin escalas. Elaboración propia.

Como parte del proceso de diseño a través de la simulación, se obtuvieron datos de presión y velocidad del flujo, que cumplen con los criterios de operación adecuados, desde el punto de vista de continuidad, confort, presión y durabilidad del sistema. Una presión entre 10 y 30 metros de columna de agua (1 a 3 kg/cm²), es una presión que es suficiente para la mayoría de los usos dentro de una casa habitación, además



de que no representa un riesgo mayor de fugas. Por otra parte, una velocidad de 0.3 a 5 m/s se desea a lo largo de los tramos de la red, para evitar el azolve de arenas y disminuir la erosión de las paredes internas de la tubería. Lograr una velocidad constante en cada tramo es difícil, puesto que el flujo otorgado al condominio es cambiante (CONAGUA, 2019). Los resultados de la simulación se presentan en las siguientes tablas y gráficas.

Tabla 5. Presión en los nodos de la red.

Nodo	Presión [m]
1	29.31
2	29.2
3	29.22
4	29.32
5	26.88
6	26.74
7	29
8	20.38
9	29.1
10	28.15
11	29.01
12	29.02
13	27.87
14	26.65
15	25.83
16	25.84
17	25.56
18	26.68
A	29.86
B	28.35
C - D	28.11

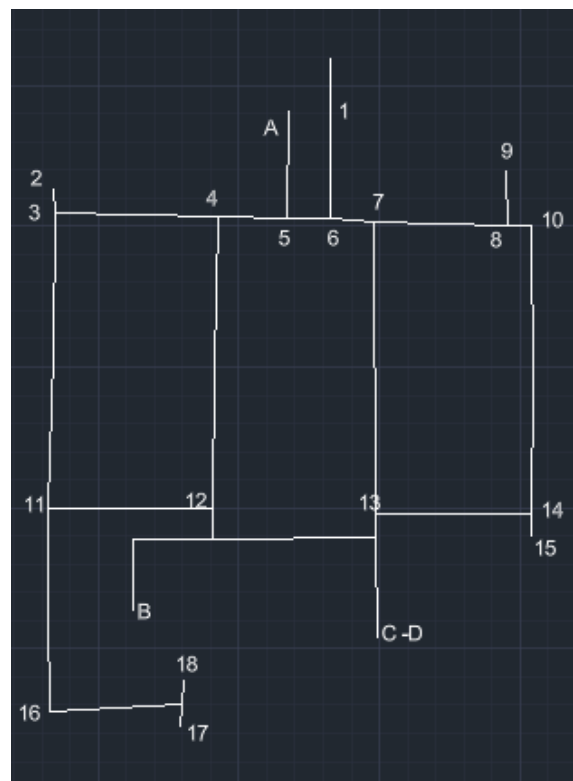


Figura 25. Esqueleto de la red con nodos.

Elaboración propia



En la figura 25 se observa un gráfico de la presión para cada uno de los nodos, dentro de un rango de 20 de 30 m de presión, lo cual esta dentro del parámetro permisible establecido por la CONAGUA, así se confirma que las dimensiones de la tubería son adecuadas.

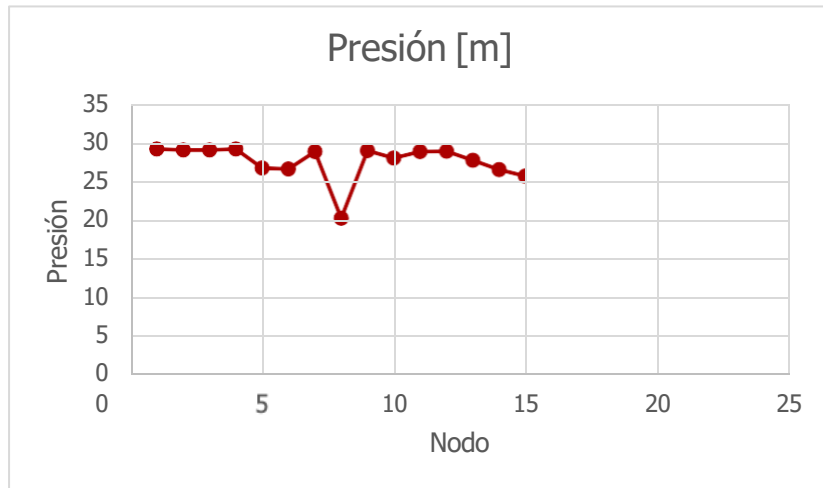


Figura 26. Presión en los nodos de la red

Tabla 6. Velocidad del flujo.

Tramo	Velocidad [m/s]
1	0.52
2	0.52
3	0.3
4	0.12
5	0.28
6	0.3
7	0.03
8	0.35
9	0.3
10	0.65
11	0.03
12	0.46
13	0.27
14	0.11
15	0.65
16	0.06
17	0.43
18	0.03

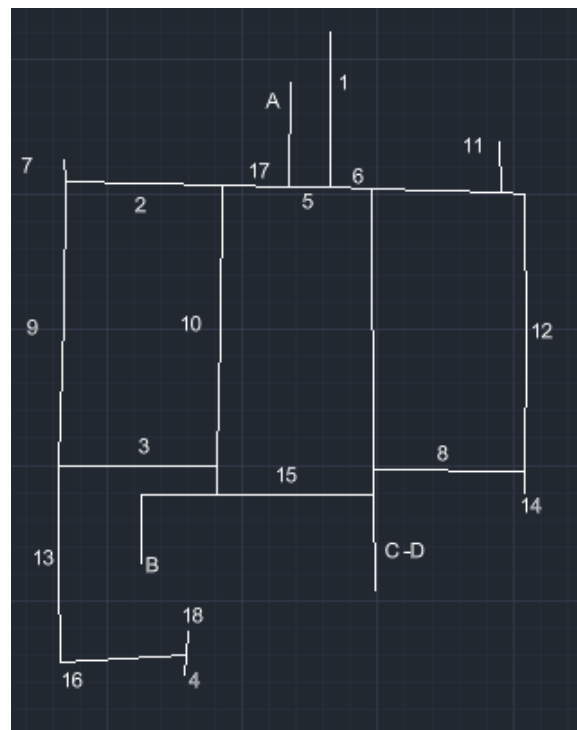


Figura 27. Tramos de tubería.
Elaboración propia



A	0.44
B	0.35
C-D	0.15

En la figura 28 se observa gráficamente la información de la tabla. En ella se expresa la gran diferencia que existe entre un tramo de tubería y otro, lo que justifica los diámetros variables en los diversos tramos.

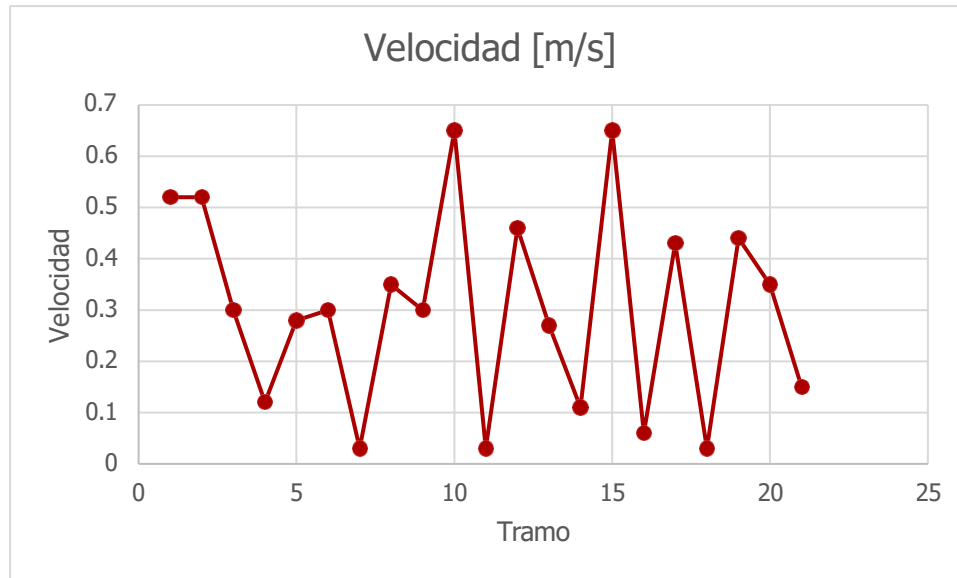


Figura 28. Velocidad del flujo de agua.

Modelar la calidad del agua es muy útil para conocer cómo son las reacciones hidráulicas dentro de un sistema hidráulico. Sin embargo, una red de distribución rara vez se encuentra en equilibrio debido a las variaciones diarias en la demanda de agua. Los parámetros que se deben cumplir son la presión y velocidad mencionados en el inicio de este mismo apartado, además de ser invariable en el tiempo. En el caso de esta simulación, se tienen presiones que están dentro del parámetro adecuado pero la velocidad es muy baja, debido a la poca cantidad de demanda que hay en ciertos nodos.

Como se observa, no en todos los tramos se cumple la condición de flujo, a pesar de haber disminuido los diámetros. Por estrategia no es recomendable reducir a menos de 2" los diámetros de una red. De cualquier manera, se ha optimizado el flujo con respecto al actual.



6.8 Patrón de demanda

Un patrón de demanda es una variación horaria en el consumo del agua para un punto en particular, es decir, la cantidad de agua que se requiere en cada hora del día, que se utiliza en la simulación para conocer mejor el comportamiento del agua en la red distribución del condominio.

Para la modelación de la red se ha considerado un patrón de demanda de agua únicamente en las tomas de agua para el riego de los jardines, ya que el resto de las tomas reciben agua y la depositan libremente en la cisterna durante el día o cuando la red municipal lo permita. El agua se almacena en las cisternas de cada una de las casas y de ahí se envía a los tinacos en cada domicilio; realmente el patrón de consumo se refleja en el funcionamiento del tinaco y no de la cisterna, hecho por el cual no se considera un patrón de consumo para las tomas domiciliarias.

6.8.1 Patrón de demanda para riego

De acuerdo con los habitantes, se consideró el inicio del riego a las 6 de la mañana; la duración considerada es de una hora por día; el patrón de demanda generado en el programa EPANET para los jardines se representa en la figura 29.

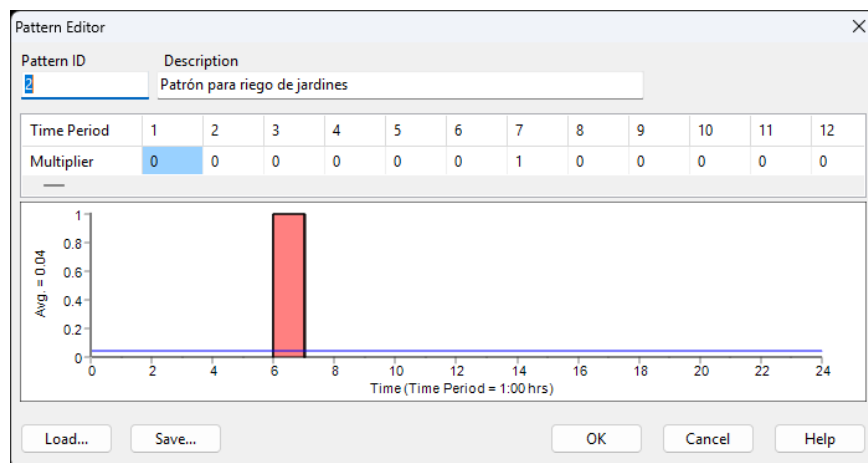


Figura 29. Patrón de demanda en jardines. Elaboración propia.



6.9 Operación y mantenimiento

Al equilibrar la velocidad en los tramos y la presión en los nodos, el sistema va seguir funcionando a presión, pero teniendo unas mejores condiciones en la calidad del servicio, por lo que los costos de operación son mínimos, a diferencia del uso de bombas, caso que sería necesario si no se tuviera una mayor presión.

Existen dos tipos de mantenimiento: correctivo y preventivo.

6.9.1 OPERACIÓN

Se deberán realizar acciones en las instalaciones o equipos para conseguir un correcto funcionamiento del sistema.

Se recomiendan que todas las partes del sistema deben estar preparadas tanto para ponerlas en marcha, como para suspender su funcionamiento (César, E. 1994).

Las tuberías de la red de distribución de agua se encuentran enterradas, y rara vez se encuentran expuestas, por lo que no se puede llevar a cabo un proceso de comprobación tan amplio. Sin embargo, si se lleva a cabo un registro de fugas y se hacen pruebas de presión y gasto, se pueden reconocer anticipadamente las fallas o deficiencias (César, E. 1994).

Las válvulas se instalan en la red de distribución con el propósito de aislar zonas pequeñas para desarrollar trabajos de mantenimiento, afectando a una menor cantidad de personas. Por esta razón, la mayor parte de las válvulas sufren un deterioro por falta de uso. El efecto corrosivo del agua, la sedimentación de arenas y otros sólidos y el tamaño de las válvulas tienen una injerencia importante en la frecuencia de operación (César, E. 1994).

Para el caso de las válvulas se recomiendan las siguientes acciones:

- A. Operar las válvulas en ambas direcciones cada 3 tres años, al ser menores de 12 pulgadas.
- B. Las válvulas corroídas drásticamente se deben hacer funcionar repetidas veces, y de ser necesario, se debe considerar un gasto para purgarlas.



- C. Revisar los empaques de las válvulas y sus componentes.
- D. Comprobar el estado de las válvulas, procediendo a su limpieza.

En las tomas domiciliarias se debe realizar una inspección en los medidores de manera trimestral.

Es recomendable realizar pruebas de presión en la red de distribución, con ayuda de un indicador de presión colocado en alguna válvula, abriéndola y leyendo la presión. Es conveniente vigilar varios puntos del sistema para evaluar la presión en días de gastos máximos.

Se deben realizar también pruebas de gasto para determinar y eficiencia del sistema de distribución. Para estas pruebas se necesita inducir un gasto en algunas válvulas, medir el gasto y observar cambios en la presión, desde una condición sin gasto a una de gasto máximo en una válvula vecina.

6.9.1.1 Prueba hidrostática

Como medida de seguridad se tiene que realizar esta prueba antes de rellenar la zanja y debe cumplir con lo siguiente (César, E. 1994):

- a. La toma domiciliaria debe estar instalada con todos sus elementos.
- b. Cerrar la válvula de inserción y cerrar la parte final de la toma con un tapón.
- c. Conectar el cabezal alimentador a la toma.
- d. Bombear agua hasta llenar la toma, purgándola con ayuda de la válvula de nariz del cabezal del alimentador.
- e. Presurizar poco a poco la toma de 60 a 90 segundos, hasta llegar a la presión mínima de prueba de 0.75 MPa =7.5 bar.
- f. Cerrar gradualmente la válvula de seccionamiento para independizar la toma del equipo de prueba.
- g. En este último paso se debe mantener la toma a presión por tres minutos para corroborar que no existen fugas o fallas.



6.9.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Consiste en la reparación de manera inmediata y oportuna ante cualquier daño que se presente en la instalación hidráulica. Los daños son variables e inesperados, por lo que este tipo de mantenimiento no se puede programar, sin embargo, se debe disponer de las facilidades necesarias para reparación, en herramientas y transporte para proceder a la reparación inmediata. Uno de los errores más graves y comunes es la práctica exclusiva de este tipo de mantenimiento, ya que complica el trabajo debido a que la división de operación y mantenimiento se ven obligadas a realizarse una mayor cantidad de veces y de manera desordenada para atender las reparaciones emergentes.

Nunca deberá adoptarse exclusivamente la práctica del mantenimiento de reparación de daños, pues se propicia que las correcciones sean cada vez más continuas, cuando debería buscarse reducirlas al mínimo.

6.9.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Consiste en ejecutar una serie de acciones de mantenimiento programadas, sin esperar a que se presenten daños. El mantenimiento preventivo debe programar todas sus acciones en forma de calendario, y al practicarlo se optimiza el transporte, horas hombre, trámites, planeación de repuestos y revisión de todas las acciones.

Para tener un buen mantenimiento preventivo se recomiendan las siguientes etapas:

1. Inventario técnico, con un registro individual de la totalidad de las instalaciones y equipos que existan en el sistema de abastecimiento de agua con detalles prácticos y técnicos.
2. Clasificación de las instalaciones y equipos con ayuda de la figura 30.



Hoja de identificación de instalaciones y equipos

Nombre del organismo operador del sistema de abastecimiento
Zona _____. Estado _____. Sistema _____.

Hojas de identificación de instalaciones y equipos

Nombre de la instalación o equipo _____
Localidad en la que está instalada _____
Número de identificación _____
Casa manufacturera _____
Dirección _____ CP _____

Placa de identificación y datos técnicos adicionales

Información del fabricante: Adjunta___ No existe___
Manual de descripción y montaje
Manual de operación
Manual de mantenimiento
Lista de partes

Nota: Si la información del fabricante no existe, hay que escribir a la casa manufacturera solicitándola.

Figura 30. Identificación de instalaciones y equipos.
(Abastecimiento de agua potable, 1994).

3. Identificación individual de cada una de las instalaciones y equipos con el fin de llevar un manejo de estos.
4. Normas de mantenimiento preventivo. Al año de operación se recomienda una inspección desde el punto de vista sanitario, buscando fuentes de contaminación, así como una limpieza completa.
5. Plan de mantenimiento preventivo. Se trata de una programación para el periodo de un año, donde se fijan fechas para las diversas intervenciones que deben ejecutarse. Es recomendable programar las intervenciones de mantenimiento para un mismo bloque, para lograr una suspensión del servicio en ciertos elementos y no en la red completa.



Es recomendable una evaluación anual de los resultados y se recomienda analizar los siguientes aspectos:

- A. Comparativa de daños con respecto al año anterior, calculando las horas hombre invertidas en el mantenimiento preventivo y de reparación. Si se consigue que el 20% del trabajo sea invertido en reparación de daños y el 80% en mantenimiento preventivo, se considera que el mantenimiento preventivo es adecuado.
- B. Se deben analizar las rutas de mantenimiento con la finalidad de organizar mejor su uso.
- C. En caso de que los daños se presenten de manera muy frecuente se deben analizar las causas, tales como: periodos muy largos de mantenimiento preventivo, acciones inadecuadas, equipo mal seleccionado o de mala calidad, errores en la operación.

7. Análisis técnico y económico

7.1 Presupuesto

Para poder integrar el presupuesto del proyecto se usó el tabulador de precios unitarios de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México (SOBSE), con la visualización de todas las actividades que incluye la construcción de la red propuesta, desde el trazo, habilitación del servicio, paso peatonal y de vehículos, así como el material y mano de obra del proyecto (SOBSE, 2024). En el anexo C se realizaron los números generadores, para cada uno de los conceptos se realizó una cuantificación en la unidad correspondiente y se tomó en cuenta el costo base por unidad de medida estándar para posteriormente calcular el producto entre estas dos cantidades. Por último, se sumó el total de cada concepto y se obtuvo el total general de la obra completa.



Tabla 7. Análisis de costos. Elaboración propia.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Total
AF13DD	Trazo y nivelación para desplante de estructura de obra hidráulica, con equipo de topografía.	m	1164.43	\$ 8.95	\$ 10,421.65
BI12BC	Corte con cierra de concreto hidráulico	m	1032.76	\$ 30.88	\$ 31,891.63
BI12BF	Corte con cierra en concreto asfáltico, con profundidad mayor de 5.01 cm	m	127.72	\$ 24.18	\$ 3,088.27
BL12CH	Demolición por medios manuales de pavimento de concreto hidráulico	m3	61.97	\$ 591.14	\$ 36,632.95
BL13KC	Demolición de pavimento de concreto asfáltico, por medios mecánicos (retroexcavadora y martillo hidráulico).	m3	7.66	\$ 178.02	\$ 1,364.20
BN15DB	Carga manual, acarreo en camión al primer km y descarga, de material de demolición de concreto hidráulico, volumen medido en banco.	m3	103.28	\$ 199.27	\$ 20,579.81
BN15EB	Carga manual, acarreo en camión al primer km y descarga, de material de demolición de carpeta asfáltica, volumen medido en banco.	m3	12.77	\$ 186.07	\$ 2,376.49
BF13CB	Excavación en zona A, clase II, de 0 a 2 m de profundidad.	m3	507.85	\$ 227.35	\$ 115,459.70
ND12BB	Corrección de suelo (producto de excavación). Cancelado por la Norma Ambiental NACDMX-007-RNAT-2019 20 de julio de 2021	m	0	\$ -	\$ -
OE14CE	Suministro e instalación de tubo de polietileno de alta densidad de hasta 102 mm de (4") diámetro, RD 17	m	96.87	\$ 366.65	\$ 35,517.39
IJ27B	Suministro de tapón de PEAD de 2".	pieza	8	\$ 136.27	\$ 1,090.16
IJ27B	Suministro de tapón de PEAD de 4".	pieza	1	\$ 282.77	\$ 282.77
IJ27B	Suministro de tapón de PEAD de 2.5".	pieza	1	\$ 136.27	\$ 136.27
IJ21BH	Suministro e instalación de tee de polietileno de alta densidad de 3" de diámetro	pieza	6	\$ 291.74	\$ 1,750.44
IJ21BC	Suministro e instalación de tee de polietileno de alta densidad de 2" de diámetro	pieza	8	\$ 73.84	\$ 590.72
IJ20BQ	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 110 a 75 mm	pieza	1	\$ 362.36	\$ 362.36
IJ20BL	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 75 a 63 mm	pieza	5	\$ 176.79	\$ 883.95
IJ20BK	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 75 a 50 mm	pieza	9	\$ 144.04	\$ 1,296.36
x	Suministro, instalación y pruebas de codo de PEAD de 90°x 63 mm	pieza	1	\$ 160.05	\$ 160.05
IJ13BF	Suministro, instalación y pruebas de codo de PEAD de 90°x 50 mm	Pieza	1	\$ 124.67	\$ 124.67



Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Total
S/C	Instalación de toma domiciliaria, incluye: excavación materiales: siileta, conector extriado, tubo de PEAD RD-9, de 19 mm de diámetro, reducción brushing, codo de 90° x 13 mm de diámetro, tubo de cobre de 13 mm de diámetro y adaptador, mano de obra, equipo y la herramienta necesaria para la correcta instalación, relleno y bacheo	toma	167	\$ 2,899.45	\$ 484,208.15
BO14BB	Relleno de zanjas con material producto de excavació, compactada al 85% proctor, con rodillo vibratorio, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario, medido compacto. Cancelado por norma ambiental NACDMX-007-RNAT-2019 al 20 de julio de 2021	pieza	0	\$ -	\$ -
RMBO14BH	Relleno de zanjas con material de tepetate reciclado compactado al 85% proctor con rodillo vibratorio	m3	69.8658	\$ 441.32	\$ 30,833.17
	Banqueta 10 cm de espesor de concreto hidráulico fraguado normal resistencia $f_c=200$ kg/cm ² , suministrado por proveedor. Cancelado	m2		\$ -	\$ -
RMSB14DF	Banqueta 10 cm de espesor de concreto hidráulico fraguado normal resistencia $f_c=200$ kg/cm ² , suministrado por proveedor con material de arena y grava reciclada suministrado por proveedor.	m2	1032.76	\$ 373.51	\$ 385,746.19
IC12BL	Válvula de compuerta bridada de 102 mm de diámetro, incluye tornillos	pieza	1.0000	\$ 7,268.24	\$ 7,268.24
IC12BK	Válvula de compuerta bridada de 76 mm de diámetro, incluye tornillos	pieza	1.0000	\$ 5,118.51	\$ 5,118.51
IC12BJ	Válvula de compuerta bridada de 64 mm de diámetro, incluye tornillería.	PZA	2.0000	\$ 3,667.18	\$ 7,334.36
IC12BI	Válvula de compuerta bridada de 51 mm de diámetro, incluye tornillería	Pieza	18.0000	\$ 3,667.18	\$ 66,009.24
				Total	\$ 1,250,527.69



7.2 Resultados

Como una estrategia para la disminución de los costos asociados a la construcción de la red, se consideró la posibilidad de demoler la tubería actual y aprovechar la zanja para la colocación de la nueva red. Las ventajas de esta decisión son:

- Aprovechamiento de la zanja por donde pasa la tubería actual.
- Reutilizar las tomas domiciliarias de cada casa.
- Se evita inhabilitar tramos extensos de vialidad durante el proceso constructivo que entorpecerían o impedirían el paso de los vehículos de los residentes.
- Hacer una nueva zanja para el desplante de tubería, interseca ambas redes al conectar nuevamente la toma domiciliaria de cada casa.

En el presupuesto calculado se tomaron en cuenta las obras de preparación, costo de insumos, instalación, pruebas, maquinaria, mano de obra y las tomas domiciliarias. Es un costo razonable, sobre todo considerando que los costos de operación y mantenimiento se mitigan considerablemente, debido a que el polietileno de alta densidad tiene una vida útil muy prolongada, además, la tubería va a seguir funcionando a presión, por lo que no será necesario el uso de una bomba.

Se realizó el cálculo de la demanda base de agua para cada casa, tomando en cuenta un número de 4 de habitantes para cada domicilio, los cuales se agruparon en bloques para simplificar y precisar el análisis.

En cada uno de los nodos después de cada bloque se asigna la demanda de todas las casas pertenecientes a ese tramo para poder asignar la demanda en cada uno de esos puntos. Después se tomó en cuenta el área y la demanda diaria de cada uno de los jardines. Posteriormente se realizó la suma de ambas consideraciones, lo que dio como resultado 7.83 litros por cada segundo. Este dato se usó para elegir los diámetros de la tubería, aunque se ajustaron ligeramente para optimizar la



presión y velocidad del flujo de agua, que es variable de acuerdo con la ubicación de cada tramo de la red.

El principal medio de comunicación para la realización del proyecto es el plano final de la red, el cual está ubicado en la segunda parte del anexo del documento. En este se describen los materiales, diámetros y notas importantes para la elaboración del proyecto.

7.2.1 Cruceros y tramos de tubería.

Se le llama cruceros a las piezas o conjunto de piezas especiales, que forman deflexiones pronunciadas, cambios de dirección o diámetro, derivaciones o ramificaciones. En estos cruceros se propone el uso de válvulas para el control del flujo en la tubería, válvulas de aislamiento o seccionamiento CONAGUA (2019).

Las cajas para cruceros se clasifican en 13 tipos dependiendo el diámetro, número y distribución de las válvulas, como se observa en la tabla 8 y 9.

El piso debe contar con una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor, desplantado en tierra. La losa debe ser de 10 cm de espesor con varilla del #3 a 30 en ambos sentidos, el concreto debe tener una resistencia de $200 \frac{kg}{cm^2}$ debe tener una inclinación del 2% en dirección del registro de acceso, en donde se hará una caja de achique de 40 x 40 cm por lado y 15 cm de profundidad, cubierta con una rejilla de metal para protección, que permita la extracción de agua con bomba o manualmente, en caso de una inundación.



Tabla 8. Dimensiones generales para cajas de válvulas CONAGUA (2019).





Tipo	Válvulas				Dimensiones				
	Diámetro			Cantidad	h	a	b	c	e
	mm		mm*		m	m	m	cm	cm
1	50	a	60	1	0.67	0.7	0.7	11.3	14
2	75	a	150	1	1.07	1	0.9	11.3	14
3	200	a	350	1	1.32	1.4	1.2	16.3	28
4	450	a	500	1	1.77	1.7	1.6	16.3	28
5	50	a	150	2	0.97	1.3	0.9	11.3	14
6	150	a	200	2	1.17	1.4	1.2	16.3	28
7	250	a	350	2	1.52	1.9	1.6	16.3	28
8	350	a	450	2	1.47	2.2	1.6	16.3	28
9	50	a	150	2	1.12	1.2	0.9	11.3	14
10	150	a	250	2	1.07	1.3	1.2	11.3	14
11	250	a	350	2	1.32	1.7	1.6	16.3	28
12	50	a	150	3	1.07	1.4	1.1	11.3	28
13	250	a	450	3	1.47	2.3	1.6	16.3	28

Tabla 9. Dimensiones generales para cajas de válvulas CONAGUA (2019).

Tipo	Válvulas				Dimensiones de losa		Contramarco			
	Diámetro			Cantidad	x	y	Sencillo	Doble	c	Cantidad
	mm		mm*		m	m			mm	
1	50	a	60	1	0.98	0.98	0.9		100	1
2	75	a	150	1	1.28	1.18	1.1		100	1
3	200	a	350	1	1.98	1.76	1.6		150	1
4	450	a	500	1	2.26	2.16	2		150	1
5	50	a	150	2	1.58	1.18	1.1		100	2
6	150	a	200	2	1.98	1.76		1.8	150	1
7	250	a	350	2	2.46	2.16	2		150	2
8	350	a	450	2	2.78	2.16	2		150	2
9	50	a	150	2	1.48	0.18	1.1		100	2
10	150	a	250	2	1.58	1.48	1.4		100	2
11	250	a	350	2	2.26	2.16	2		150	2
12	50	a	150	3	1.96	1.66	1.8	1.8	100	2
13	250	a	450	3	2.86	2.16	2		150	3



Tabla 9. Recomendaciones para selección de caja para operación de válvulas CONAGUA (2019).

Diámetro de la válvula mayor		Número y posición de las válvulas			
mm	pulgadas				
50	2	1			
60	2 1/2		5	9	12
75	3				
100	4	2			
150	6				
200	8		6	10	
250	10				
300	12	3	7	11	
350	14				
400	16		8	Diseño especial	
450	18	4			
500	20		Diseño especial	Diseño especial	Diseño especial

Para la colocación de las válvulas se analizó la posibilidad del cierre de válvulas para mantenimiento correctivo en caso de fugas. Por ejemplo, supóngase una falla en el tramo de tubo señalado en la figura 30. En caso de tener una válvula en el nodo 9, al cerrarla se cortarían el servicio de agua para una manzana completa, sin embargo, al tener una válvula de cierre en los nodos 11 y 15, se puede aislar ese tramo para reparación, afectando a una menor cantidad de casas.

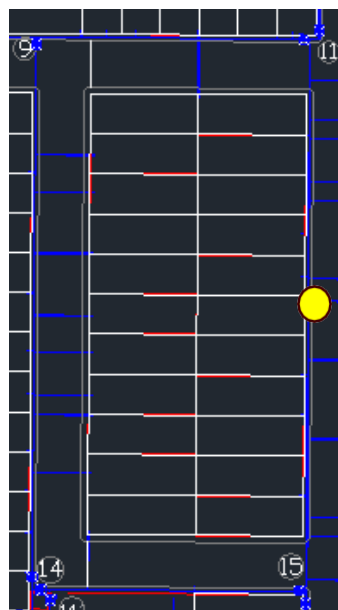


Figura 31. Tramos de tubería en un bloque de casas. Elaboración propia.
Nota: El punto especifica una falla en el tramo de tubo.



En el caso de los nodos 1', 2, 6, 7, 9, 14', 19 y 24 se propone una sola válvula de cierre con los tipos siguientes:

Nodos	Diámetro	Tipo de válvula
1'	3	2
2	4	2
6	2.5	1
7	2	1
9	2	1
14'	2	1
19	2	1
24	2	1

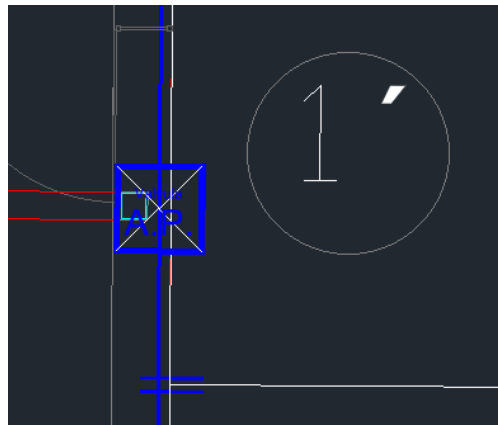


Figura 32. Válvula tipo 1,2 en nodo. Elaboración propia.

Para el nodo 8 se necesita un único tipo de válvula, el 5, de 2 y 3 pulgadas.

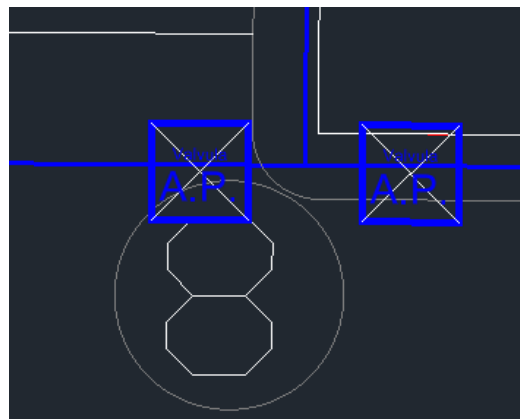


Figura 33. Válvula tipo 5. Elaboración propia.

En el caso de los nodos 5, 11, 12, 13, 14, 15 y 21, se requieren las válvulas siguientes:

Nodos	Diámetros		Tipo de válvula	Tipo de válvula
5	2	2	9	9
11	2	2	9	9
12	2	2	9	9
13	2.5	2	9	9
14	2	2	9	9
15	2	2	9	9
21	2	2	9	9

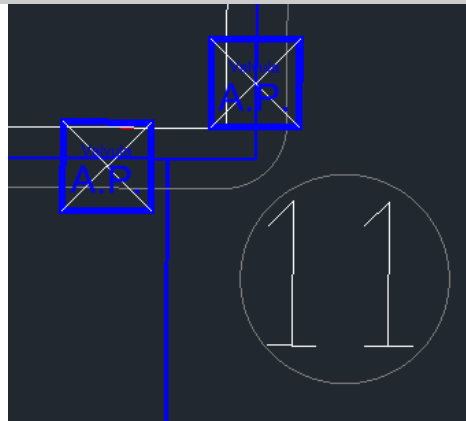


Figura 34. Válvula tipo nueve.

Como parte del análisis, se realizaron las siguientes observaciones:

1. En los tramos de tubería finales se tiene una velocidad menor al parámetro permisible. La recomendación es no disminuir más de 2 pulgadas el diámetro de tubo.



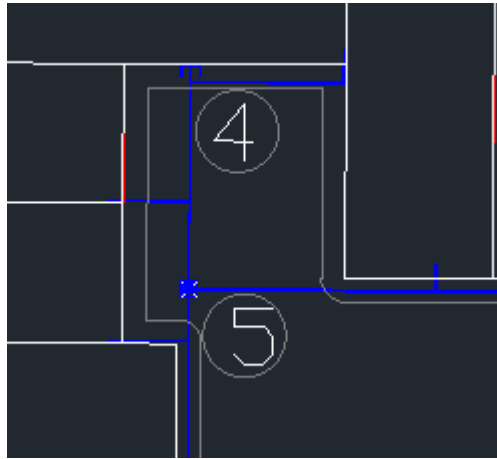


Figura 35. Tramos en extremos de la tubería. Elaboración propia.

2. Ciertos tubos en jardín son lo más amplios debido a que se requiere un gasto mayor que en el resto de la tubería. En el plano se especifican las dimensiones.



Figura 36. Extremo de tubo en jardín. Elaboración propia.

7.2.1 Zanjas.

El ancho de la zanja se calculó con base en la siguiente fórmula CONAGUA (2019):

$$B = \frac{4}{3} d_c + 400 = \frac{4}{3} * 54.229 + 400 = 472.3 \text{ mm} = 47.23 \text{ cm} \sim 50 \text{ cm de ancho}$$

La carga que va a soportar una tubería enterrada varía de acuerdo con el ancho y la profundidad de la zanja donde se va a alojar. Para fines prácticos, la tubería se clasifica en dos tipos: en zanja y en terraplén, en este caso se tiene tubería en zanja.

En el caso de la profundidad de la zanja, se sugiere tomar en cuenta la profundidad de la tubería actualmente instalada.



Se recomienda hacer una excavación vertical y demolición. Una vez que se llegue a la profundidad de los tubos, se requiere sacar el escombros y volver a compactar el encamado del material del fondo de la zanja.



8. Anexo A

BDJ-090-

07/02/2025

Asunto: Estudio de suelo.

MTRO. OCTAVIO GARCÍA DOMINGUEZ
JEFE DE DIVISIÓN DE LAS INGENIERIAS
CIVIL Y GEOMÁTICA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM
P R E S E N T E

Por este conducto me permito informar a usted que LOS VECINOS ORGANIZADOS EN EL CONDOMINIO MISIONES DE LA NORIA PROLONGACION IGNACIO ALDAMA 188, SAN JUAN TEPEPAN, ALCALDÍA XOCHIMILCO, solicitamos la participación de una brigada conformada por las y los alumnos con la finalidad de que realicen actividades o el proyecto que consiste en: "REALIZAR UN ESTUDIO DEL SISTEMA DE RED HIDRÁULICA DEL CONDOMINIO MISIONES DE LA NORIA" ubicado en PROLONGACION IGNACIO ALDAMA 188, especialmente en todo el condominio. Lo anterior, debido a que la red hidráulica ya tiene más de 50 años de uso y se han presentado fuertes fugas de agua generando con ello, socavones, inundaciones severas.

Debido a lo anterior, es que los VECINOS ORGANIZADOS DEL CONDOMINIO MISIONES DE LA NORIA PROLONGACION IGNACIO ALDAMA 188, SAN JUAN TEPEPAN, solicitamos de la manera más atenta, se realice el estudio, para así poder contar con una posible solución al problema que nos afecta gravemente.

Sin otro particular, agradecemos la atención brindada a la presente solicitud y quedamos en espera de su respuesta.

Los datos de contacto de la persona que fungirá como enlace es:

Nombre: Rafael Martínez

Cel.55 2189 1173

Domicilio: Prolongación Ignacio Aldama #188 Col. San Juan Tepepan. Alcaldía: Xochimilco CDMX

Correo: misionesdelanoria1@gmail.com

ATENTAMENTE.



LOS VECINOS ORGANIZADOS
Condominio Misiones de la Noria
Prolongación Ignacio Aldama 188

Beatriz Delgado Hernández
Facultad de Ingeniería
UNAM

05/03/25

DATOS DE LA INSTITUCIÓN // NUMERAR PÁGINAS



Anexo B

LISTA DE CRUCEROS DE LA RED DE DISTRIBUCION

Nodo	Detalle	Cantidad	Material	Unidad
Nodo 1, 4, 10, 20, 22, 23	Topón de 1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 2	Topón de 4 pulgadas	1	Aluminio	piezas
Nodo 3	3 pulgadas	3	Aluminio	piezas
Nodo 5, 11	1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 6	1.5 pulgadas	15	Aluminio	piezas
Nodo 7	1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21	2 pulgadas	2	Aluminio	piezas
Nodo 9, 20, 24	3 pulgadas	3	Aluminio	piezas
Nodo 12	1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 13	2.5 pulgadas	25	Aluminio	piezas
Nodo 14	2 pulgadas	2	Aluminio	piezas
Nodo 15	2.5 pulgadas	25	Aluminio	piezas
Nodo 16	2 pulgadas	2	Aluminio	piezas
Nodo 17	2.5 pulgadas	25	Aluminio	piezas
Nodo 18	2 pulgadas	2	Aluminio	piezas
Nodo 19	2 pulgadas	2	Aluminio	piezas
Nodo 20	1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 21	1.5 pulgadas	15	Aluminio	piezas
Nodo 22	1 pulgada	1	Aluminio	piezas
Nodo 23	1.5 pulgadas	15	Aluminio	piezas
Nodo 24	1 pulgada	1	Aluminio	piezas

Plan view showing the layout of the distribution network with nodes 1 through 24 and their interconnections.

SECCION DE RECONSTRUCCION ANILLO 700

SECCION DE RECONSTRUCCION ANILLO 700

1. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

2. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

3. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

4. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

5. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

6. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

7. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

8. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

9. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

10. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

11. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

12. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

13. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

14. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

15. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

16. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

17. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

18. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

19. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

20. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

21. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

22. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

23. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

24. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

LISTA DE MATERIALES PARA LA RECONSTRUCCION DEL ANILLO 700

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO	125	M ³
2	ACERO	64.9	KG
3	ARENA	753	M ³
4	AGUJA	557	KG
5	GRASA	115	KG
6	CEMENTO	115	KG
7	ALAMBRE	115	KG
8	GRASA	115	KG
9	ALAMBRE	115	KG
10	GRASA	115	KG
11	ALAMBRE	115	KG
12	GRASA	115	KG
13	ALAMBRE	115	KG
14	GRASA	115	KG
15	ALAMBRE	115	KG
16	GRASA	115	KG
17	ALAMBRE	115	KG
18	GRASA	115	KG
19	ALAMBRE	115	KG
20	GRASA	115	KG
21	ALAMBRE	115	KG
22	GRASA	115	KG
23	ALAMBRE	115	KG
24	GRASA	115	KG

ESTRUCTURA

ESTRUCTURA DE LA RECONSTRUCCION DEL ANILLO 700

1. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

2. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

3. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

4. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

5. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

6. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

7. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

8. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

9. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

10. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

11. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

12. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

13. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

14. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

15. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

16. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

17. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

18. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

19. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

20. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

21. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

22. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

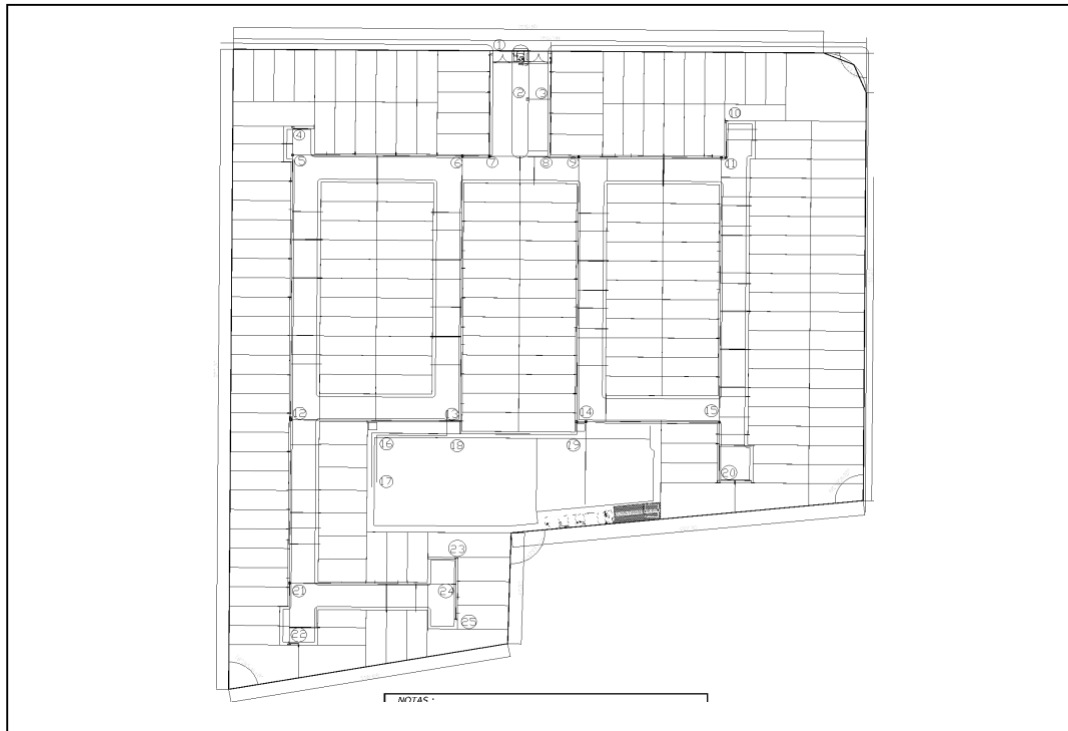
23. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

24. RECONSTRUCCION DEL ANILLO DE 700 MM DE DIAMETRO.

8.3 Anexo C

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ: Salguero Garnica Jose Angel
			SOLICITÓ:

CODIGO:	AF13DD	UNIDAD:	m
CONCEPTO:			
Trazo y nivelación para desplante de estructura de obra hidráulica, con equipo de topografía.			



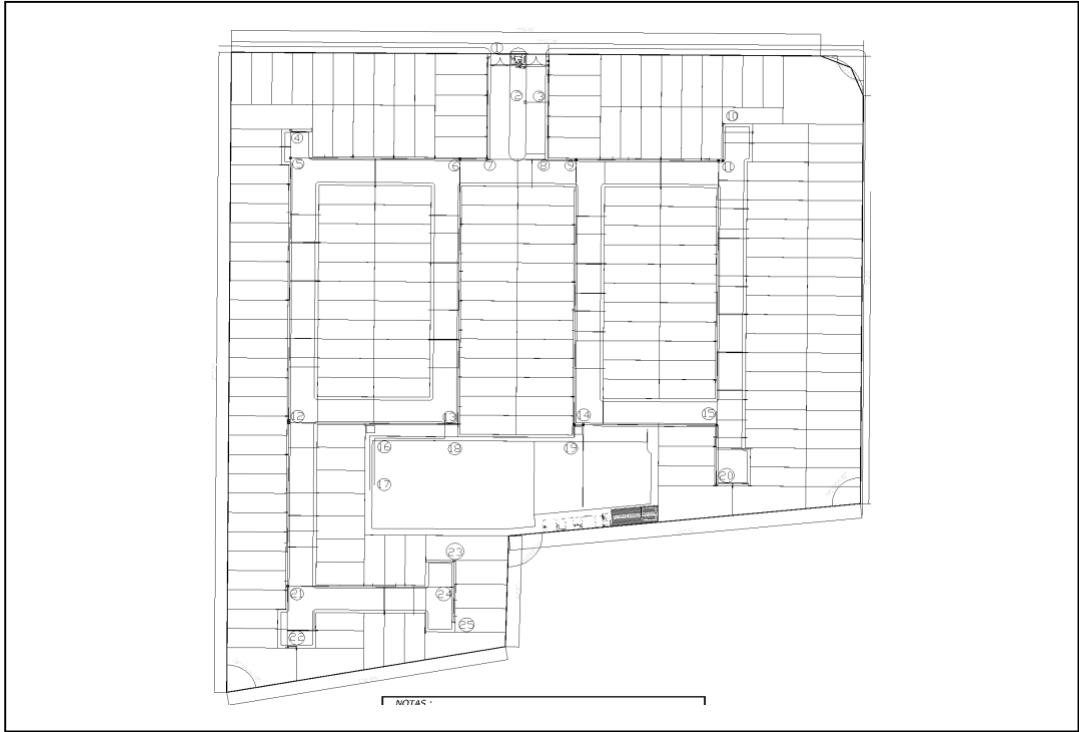
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44	1.00		1	48.44
5 a 11	168.20	1.00		1	168.20
4 a 22'	218.24	1.00		1	218.24
14 a 19'	25.55	1.00		1	25.55
6 a 13	111.84	1.00		1	111.84
9 a 14	111.74	1.00		1	111.74
11 a 20	137.17	1.00		1	137.17
20 a 20'	11.67	1.00		1	11.67
12 a 13	65.81	1.00		1	65.81
16 a 18	34.35	1.00		1	34.35
18 a 19	45.24	1.00		1	45.24
16 a 17	22.87	1.00		1	22.87
14 a 15	55.35	1.00		1	55.35
22 a 22'	11.84	1.00		1	11.84
21 a 24	64.62	1.00		1	64.62
23 a 25	29.50	1.00		1	29.50
23 a 25				1162.43	m

CONTROL DE COSTOS

--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ:
			SOLICITÓ:

CODIGO:	B112BC	UNIDAD: m
CONCEPTO:	Corte con cierra de concreto hidraulico	



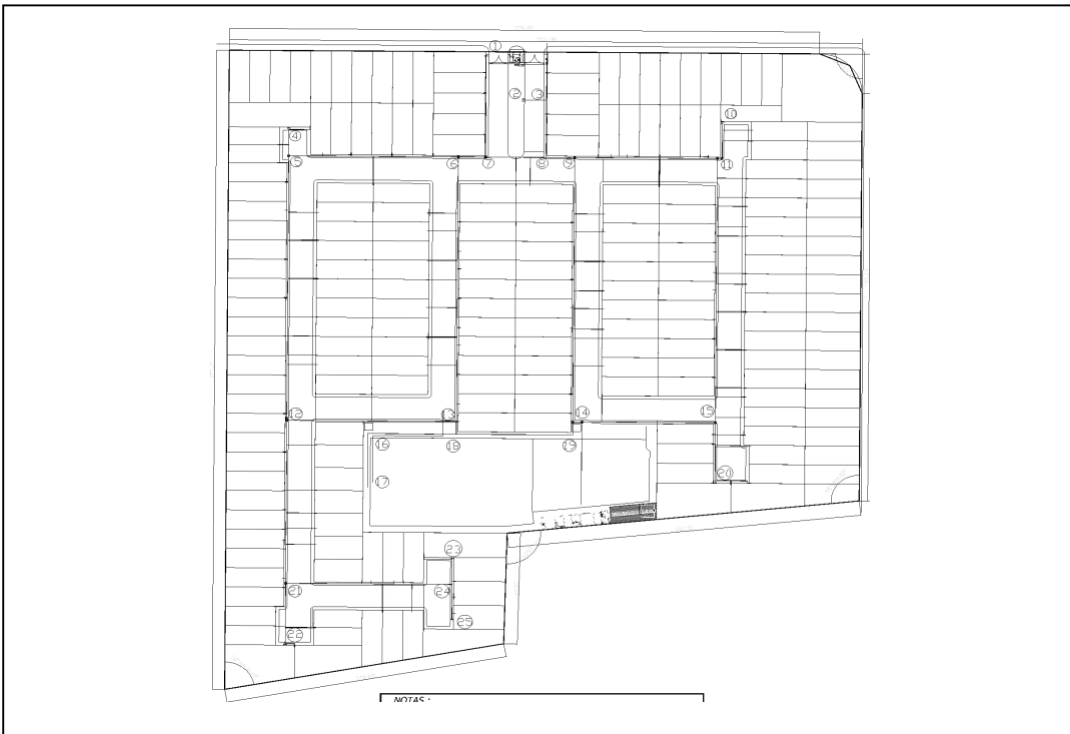
CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44	1.00		1	48.44
1 a 7	42.96	1.00		1	42.96
5 a 7	75.00	1.00		1	75.00
8 a 11	75.00	1.00		1	75.00
10 a 11	15.55	1.00		1	15.55
5 a 21	189.84	1.00		1	189.84
6 a 13	107.11	1.00		1	107.11
9 a 14	107.11	1.00		1	107.11
11 a 20	91.50	1.00		1	91.50
16 a 18	34.92	1.00		1	34.92
21 a 24	64.65	1.00		1	64.65
16 a 17	22.87	1.00		1	22.87
12 a 13	55.90	1.00		1	55.90
14 a 15	55.35	1.00		1	55.35
23 a 25	29.50	1.00		1	29.50
20 a 20'	17.06	1.00		1	17.06
TOTAL					1032.76 m

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

--	--	--

CODIGO:	BI12BF	UNIDAD: m
CONCEPTO:	Corte con cierra en concreto asfáltico, con profundidad mayor de 5.01 cm	

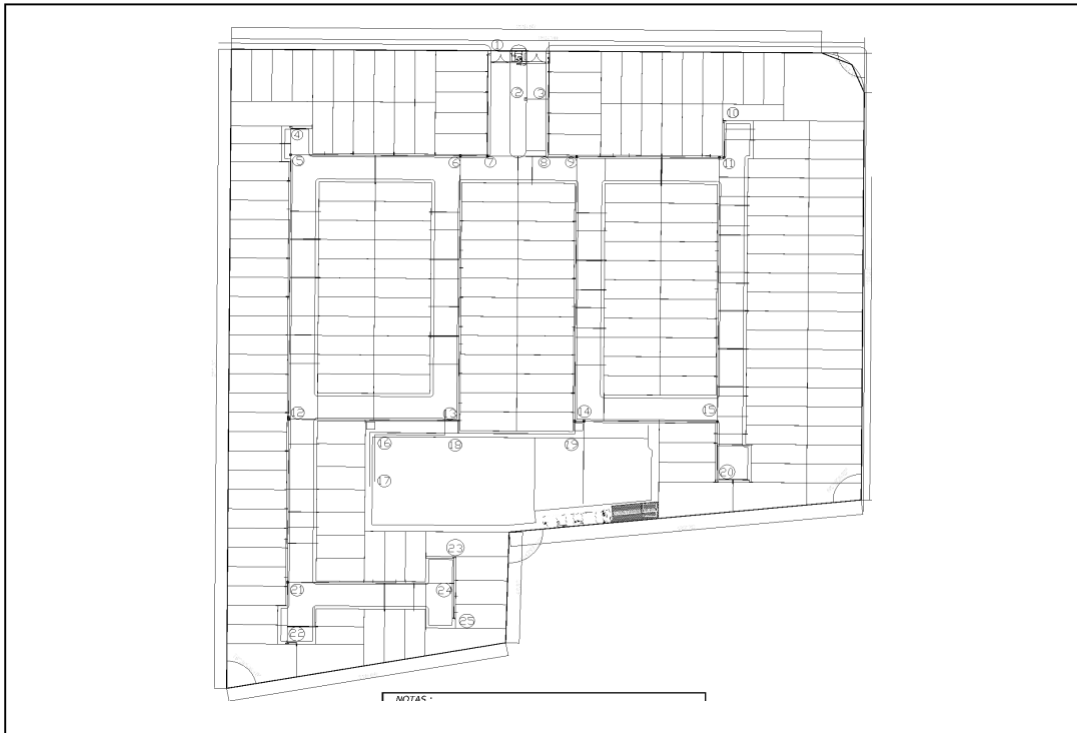


TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
7 a 8	21.78	1.00		1	21.78
2 a 3	9.30	1.00		1	9.30
4 a 5	12.70	1.00		1	12.70
6 a 6'	10.20	1.00		1	10.20
9 a 9'	10.20	1.00		1	10.20
11 a 11'	10.20	1.00		1	10.20
12 a 12'	9.30	1.00		1	9.30
15 a 15'	9.57	1.00		1	9.57
21 a 21'	9.31	1.00		1	9.31
22 a 22'	15.17	1.00		1	15.17
24 a 24'	9.99	1.00		1	9.99
TOTAL				127.72	m

CONTROL DE COSTOS

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	BL12CH	UNIDAD:	m3
CONCEPTO:			
Demolición por medios manuales de pavimento de concreto hidráulico			



CONTROL DE COSTOS

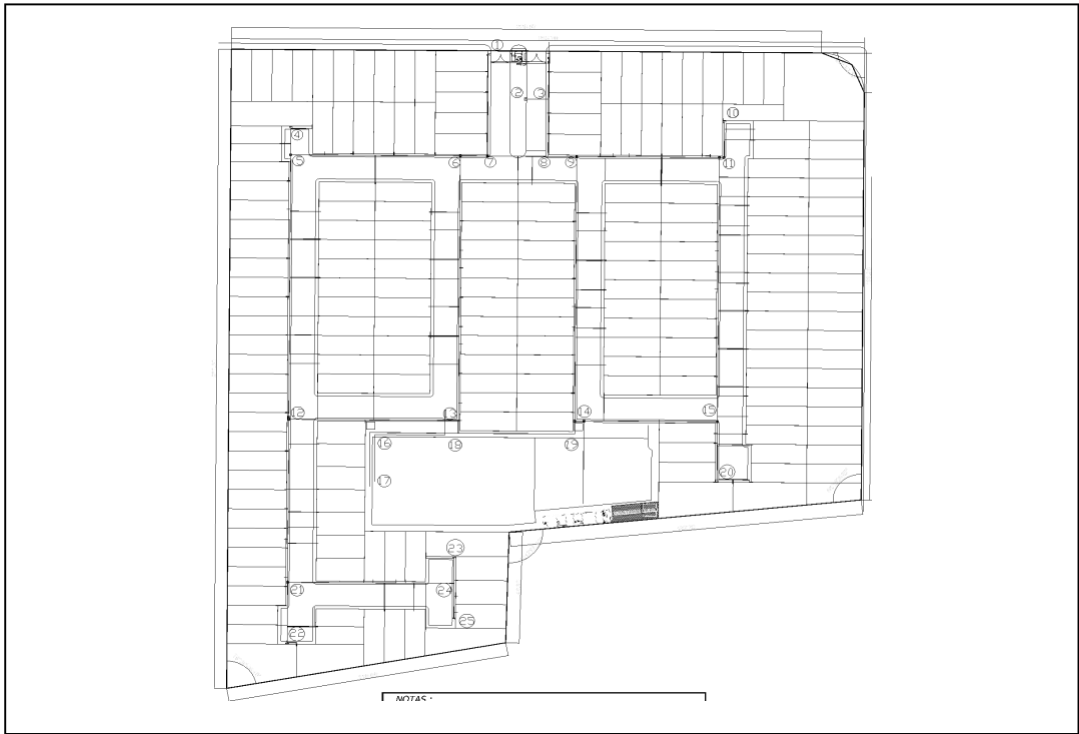
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44	0.60	0.10	1	2.91
1 a 7	42.96	0.60	0.10	1	2.58
5 a 7	75.00	0.60	0.10	1	4.50
8 a 11	75.00	0.60	0.10	1	4.50
10 a 11	15.55	0.60	0.10	1	0.93
5 a 21	189.84	0.60	0.10	1	11.39
6 a 13	107.11	0.60	0.10	1	6.43
9 a 14	107.11	0.60	0.10	1	6.43
11 a 20	91.50	0.60	0.10	1	5.49
16 a 18	34.92	0.60	0.10	1	2.10
21 a 24	64.65	0.60	0.10	1	3.88
16 a 17	22.87	0.60	0.10	1	1.37
12 a 13	55.90	0.60	0.10	1	3.35
14 a 15	55.35	0.60	0.10	1	3.32
23 a 25	29.50	0.60	0.10	1	1.77
20 a 20'	17.06	0.60	0.10	1	1.02
TOTAL				61.97	m3

--	--

--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	BL13KC	UNIDAD:	m3
CONCEPTO:			
Demolición de pavimento de concreto asfáltico, por medios mecánicos (retroexcavadora y martillo hidráulico).			

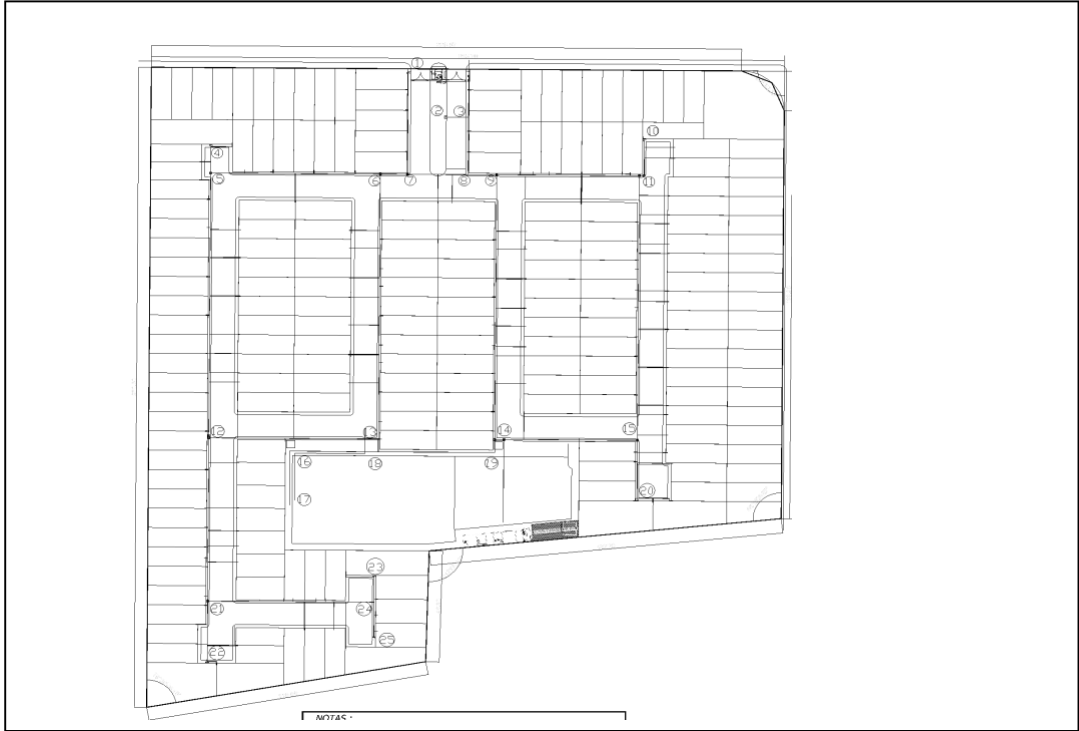


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
7 a 8	21.78	0.60	0.10	1	1.31
2 a 3	9.30	0.60	0.10	1	0.56
4 a 5	12.70	0.60	0.10	1	0.76
6 a 6'	10.20	0.60	0.10	1	0.61
9 a 9'	10.20	0.60	0.10	1	0.61
11 a 11'	10.20	0.60	0.10	1	0.61
12 a 12'	9.30	0.60	0.10	1	0.56
15 a 15'	9.57	0.60	0.10	1	0.57
21 a 21'	9.31	0.60	0.10	1	0.56
22 a 22'	15.17	0.60	0.10	1	0.91
24 a 24'	9.99	0.60	0.10	1	0.60
TOTAL				7.66	m3

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	BN15DB	UNIDAD:	m3
CONCEPTO:			
Carga manual, acarreo en camión al primer km y descarga, de material de demolición de concreto hidráulico, volumen medido en banco.			



CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44	0.10	1.00	1	4.84
1 a 7	42.96	0.10	1.00	1	4.30
5 a 7	75.00	0.10	1.00	1	7.50
8 a 11	75.00	0.10	1.00	1	7.50
10 a 11	15.55	0.10	1.00	1	1.56
5 a 21	189.84	0.10	1.00	1	18.98
6 a 13	107.11	0.10	1.00	1	10.71
9 a 14	107.11	0.10	1.00	1	10.71
11 a 20	91.50	0.10	1.00	1	9.15
16 a 18	34.92	0.10	1.00	1	3.49
21 a 24	64.65	0.10	1.00	1	6.47
16 a 17	22.87	0.10	1.00	1	2.29
12 a 13	55.90	0.10	1.00	1	5.59
14 a 15	55.35	0.10	1.00	1	5.54
23 a 25	29.50	0.10	1.00	1	2.95
20 a 20'	17.06	0.10	1.00	1	1.71
TOTAL				103.28	m3

ID: O T: ESTIMACIÓN: FECHA:

OBRA: ADMINISTRADO

UBICACIÓN: SUPERVISÓ:

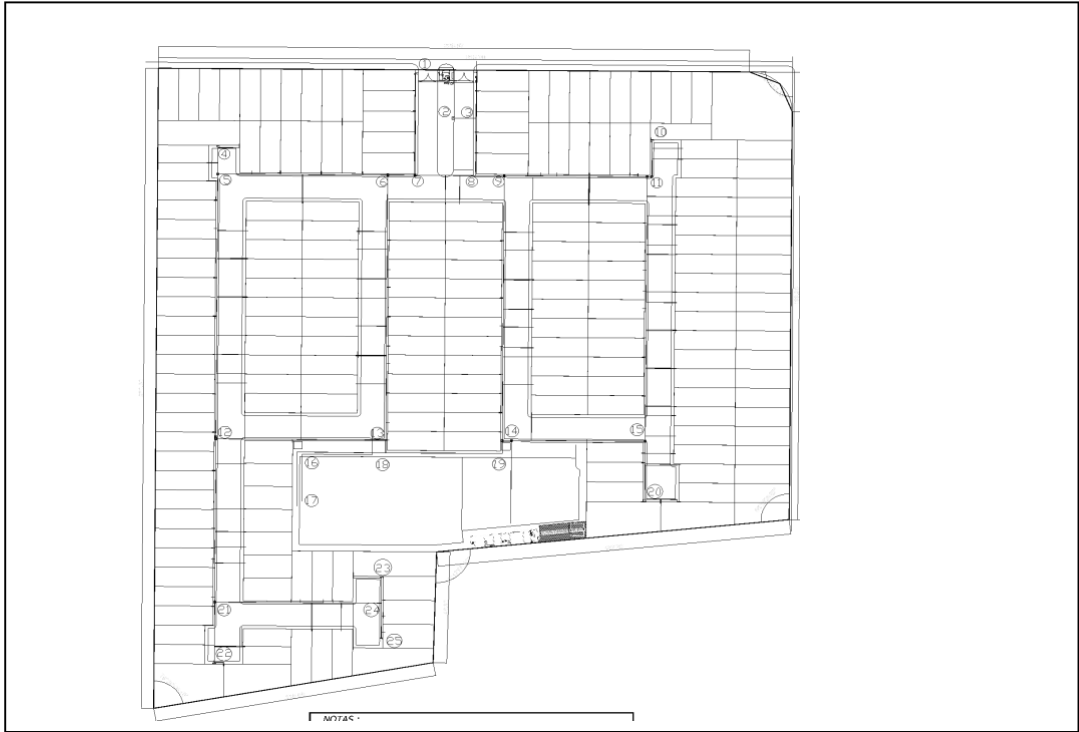
ACTIVIDAD: ELABORÓ:

SOLICITÓ:

CODIGO: BN15EB UNIDAD: m3

CONCEPTO:

Carga manual, acarreo en camión al primer km y descarga, de material de demolición de carpeta asfáltica, volumen medido en banco.

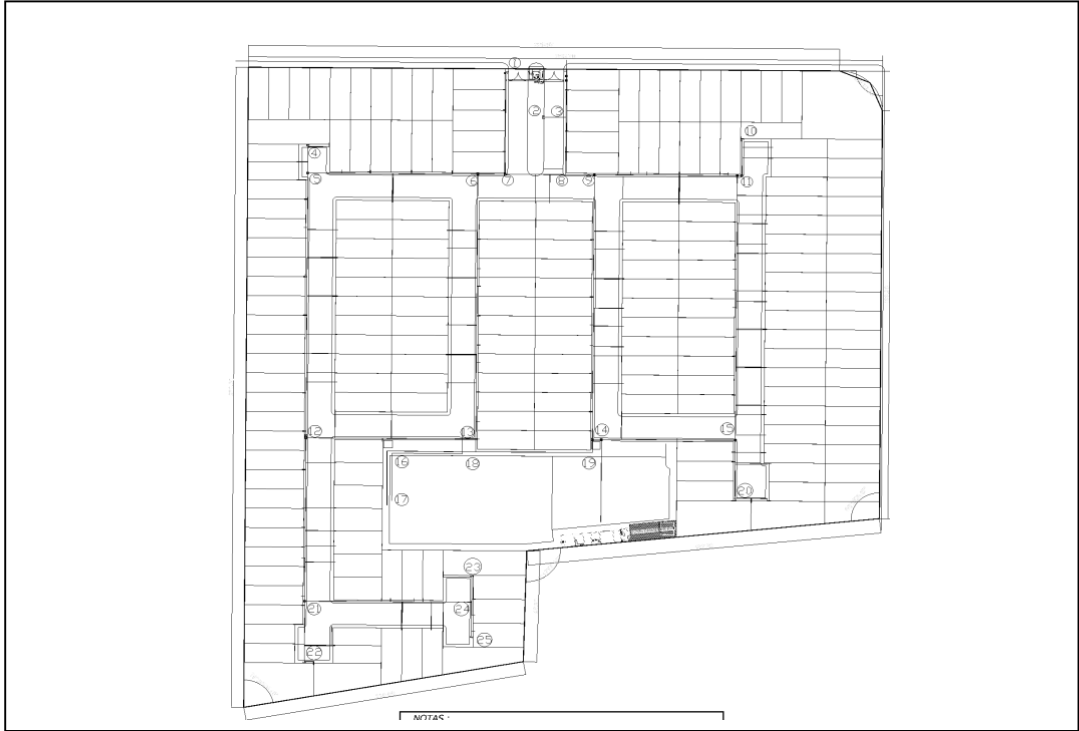


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
7 a 8	21.78	0.10	1.00	1	2.18
2 a 3	9.30	0.10	1.00	1	0.93
4 a 5	12.70	0.10	1.00	1	1.27
6 a 6'	10.20	0.10	1.00	1	1.02
9 a 9'	10.20	0.10	1.00	1	1.02
11 a 11'	10.20	0.10	1.00	1	1.02
12 a 12'	9.30	0.10	1.00	1	0.93
15 a 15'	9.57	0.10	1.00	1	0.96
21 a 21'	9.31	0.10	1.00	1	0.93
22 a 22'	15.17	0.10	1.00	1	1.52
24 a 24'	9.99	0.10	1.00	1	1.00
TOTAL				12.77	m3

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	BF13CB	UNIDAD:	m3
CONCEPTO:			
Excavación en zona A, clase II, de 0 a 2 m de profundidad.			



CONTROL DE COSTOS

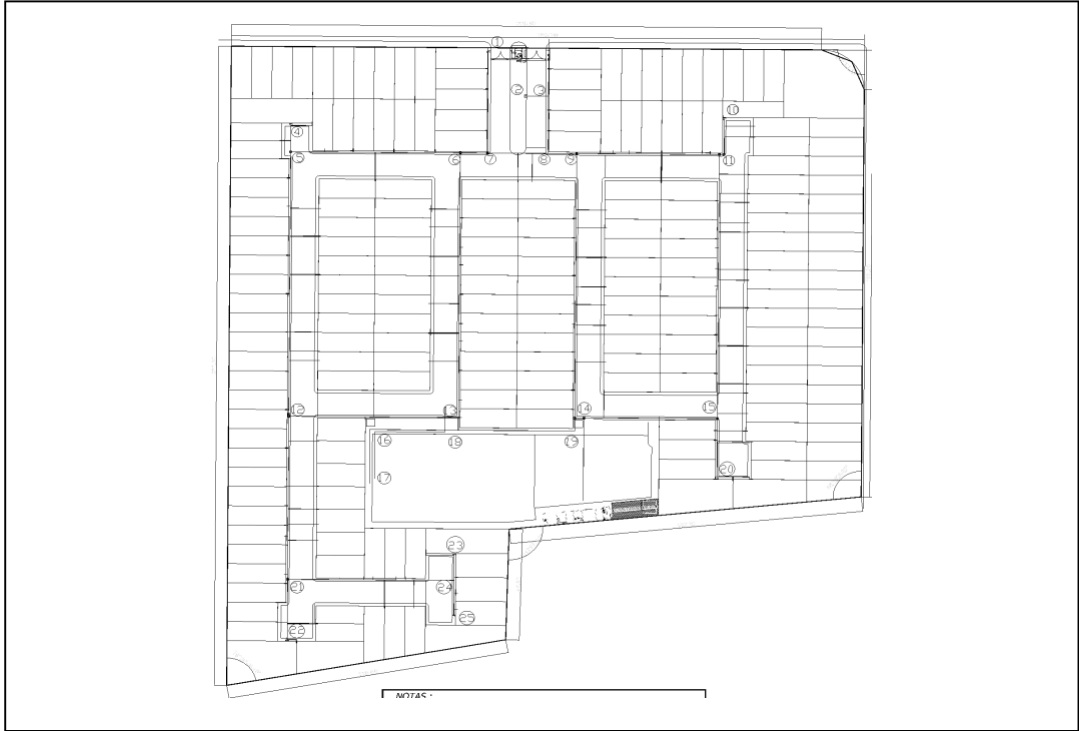
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44	1.00	0.50	1	24.22
1 a 7	42.96	1.00	0.50	1	21.48
5 a 7	75.00	1.00	0.50	1	37.50
8 a 11	75.00	1.00	0.50	1	37.50
10 a 11	15.55	1.00	0.50	1	7.78
5 a 21	189.84	1.00	0.50	1	94.92
6 a 13	107.11	1.00	0.50	1	53.56
9 a 14	107.11	1.00	0.50	1	53.56
11 a 20	91.50	1.00	0.50	1	45.75
16 a 18	34.92	1.00	0.50	1	17.46
21 a 24	64.65	1.00	0.50	1	32.33
16 a 17	22.87	1.00	0.50	1	11.44
12 a 13	55.90	1.00	0.50	1	27.95
14 a 15	55.35	1.00	0.50	1	27.68
23 a 25	29.50	1.00	0.50	1	14.75
20 a 20'	17.06				
TOTAL				507.85	m3

--	--	--	--

--	--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	OE14CE	UNIDAD:	m
CONCEPTO:			
Suministro e instalación de tubo de polietileno de alta densidad de hasta 102 mm de (4") diametro, RD 17			

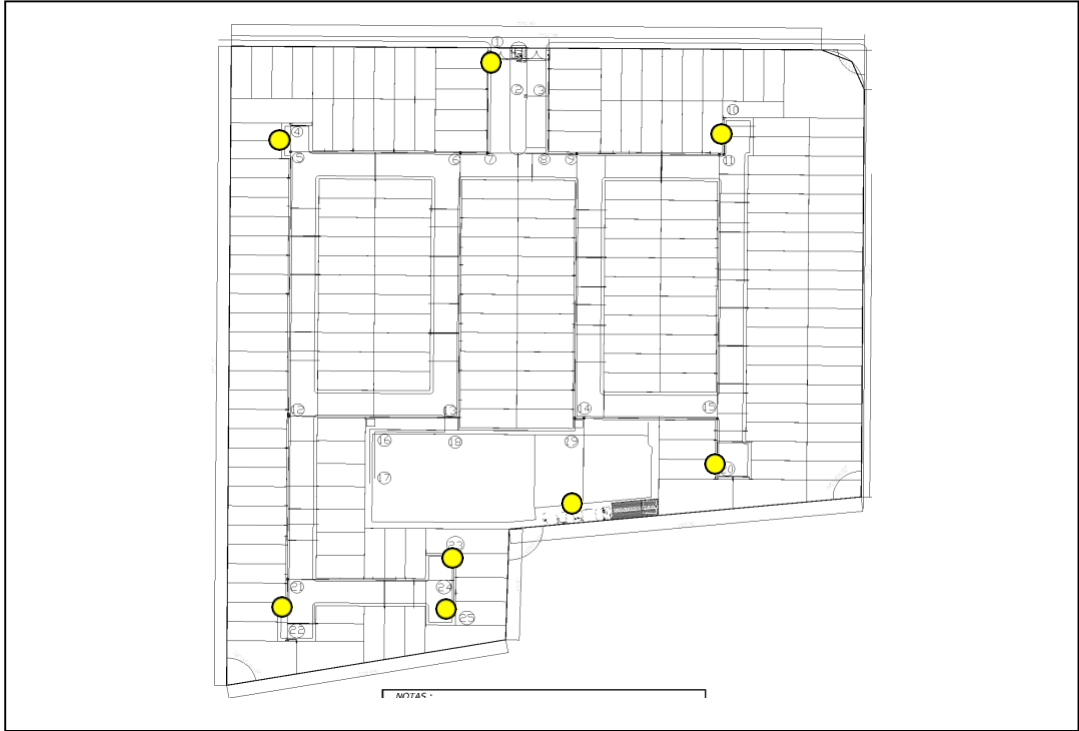


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
1' a 8	48.44			1	4.04
5 a 11	168.20			1	14.02
4 a 22'	218.24			1	18.19
14 a 19'	25.55			1	2.13
6 a 13	111.84			1	9.32
9 a 14	111.74			1	9.31
11 a 20	137.17			1	11.43
20 a 20'	11.67			1	0.97
12 a 13	65.81			1	5.48
16 a 18	34.35			1	2.86
18 a 19	45.24			1	3.77
16 a 17	22.87			1	1.91
14 a 15	55.35			1	4.61
22 a 22'	11.84			1	0.99
21 a 24	64.62			1	5.39
23 a 25	29.50			1	2.46
TOTAL				96.87	m

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ:
			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ27B	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro de tapón de PEAD de 2".		

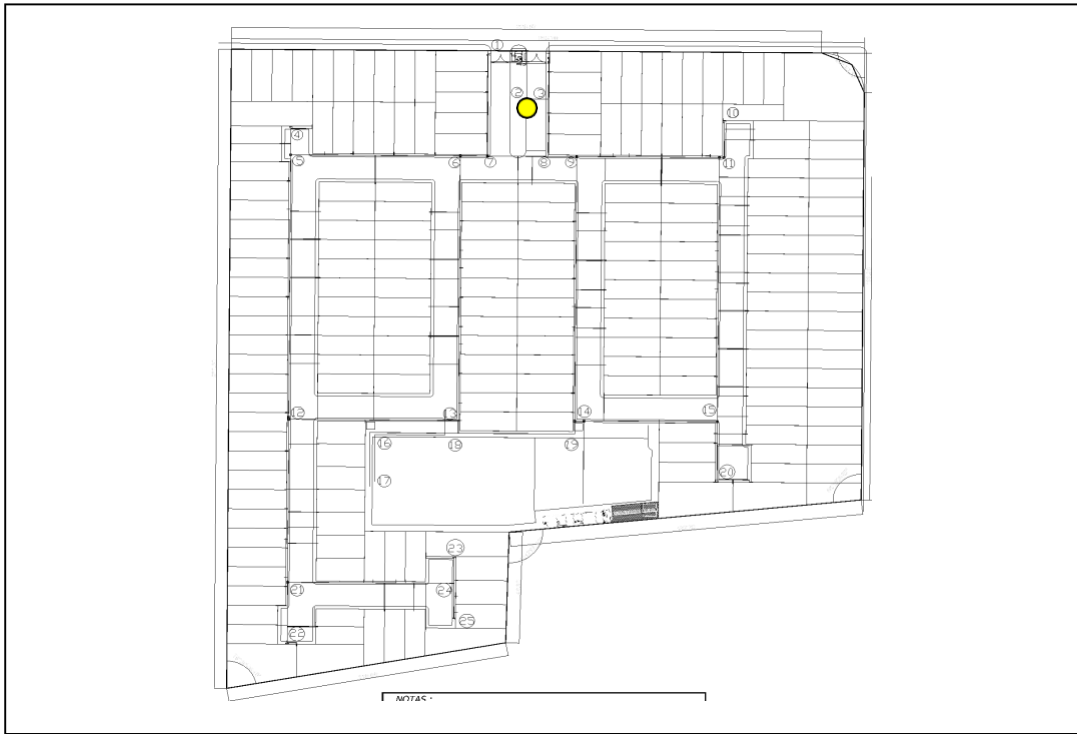


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	8.00			1	8.00
TOTAL				8.00	pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ:
			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ27B	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro de tapón de PEAD de 4".		



CONTROL DE COSTOS

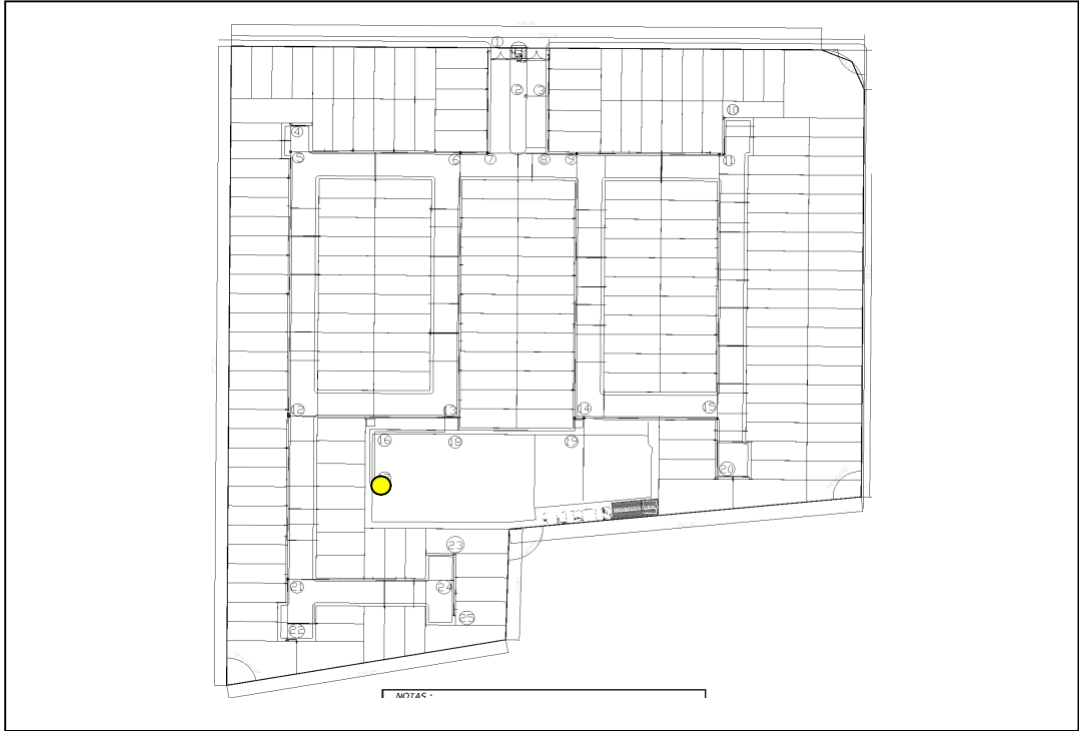
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

Empty rectangular box for additional information.

Empty rectangular box for additional information.

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ27B	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro de tapón de PEAD de 2.5".		



CONTROL DE COSTOS

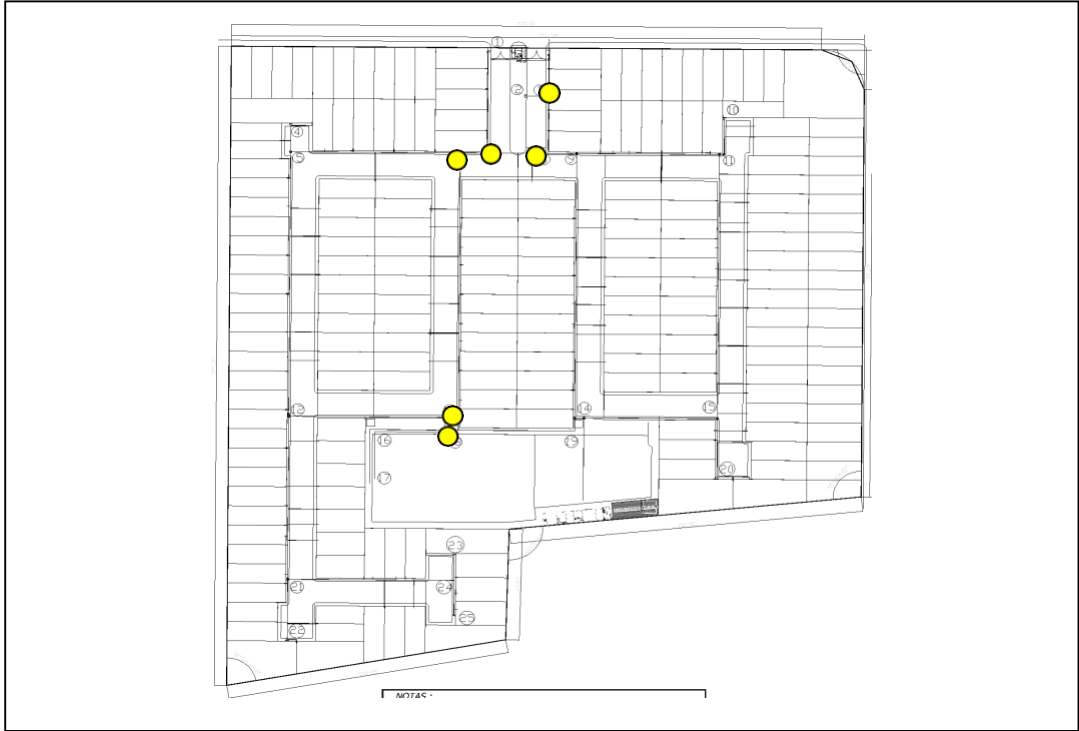
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

--	--

CODIGO:	IJ21BH	UNIDAD: pieza
CONCEPTO:	Suministro e instalación de tee de polietileno de alta densidad de 3" de diametro	



CONTROL DE COSTOS

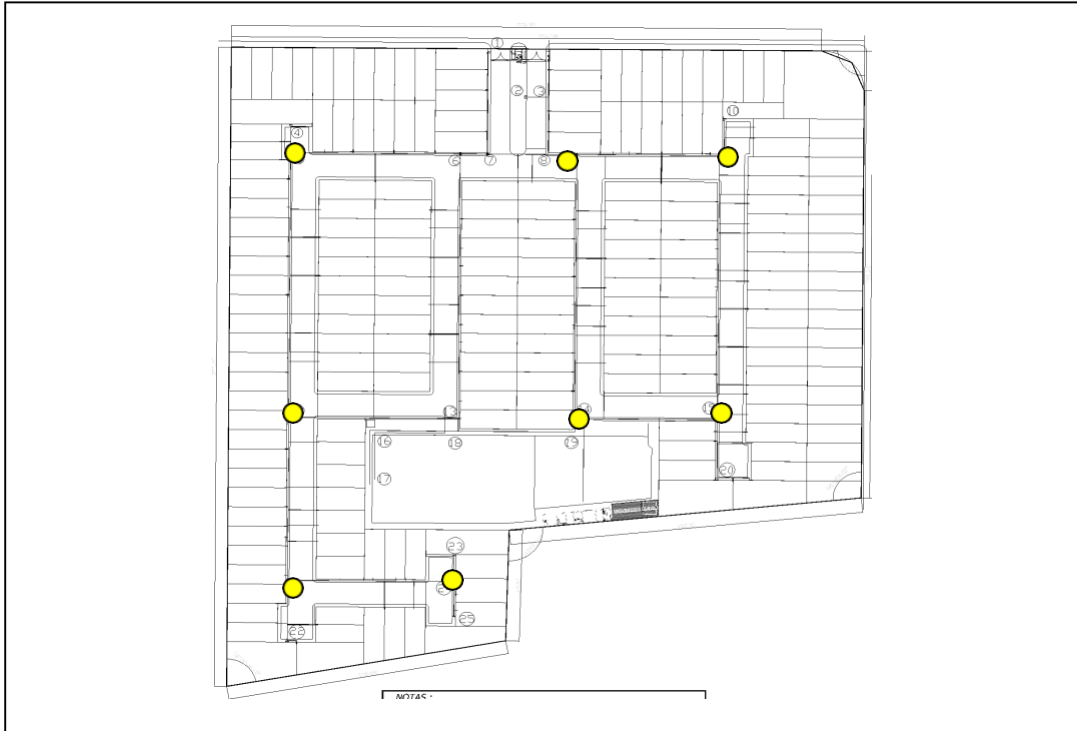
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	6.00			1	6.00
TOTAL				6.00	pieza

--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

--	--

CODIGO:	IJ21BC	UNIDAD: pieza
CONCEPTO:		
Suministro e instalación de tee de polietileno de alta densidad de 2" de diametro		

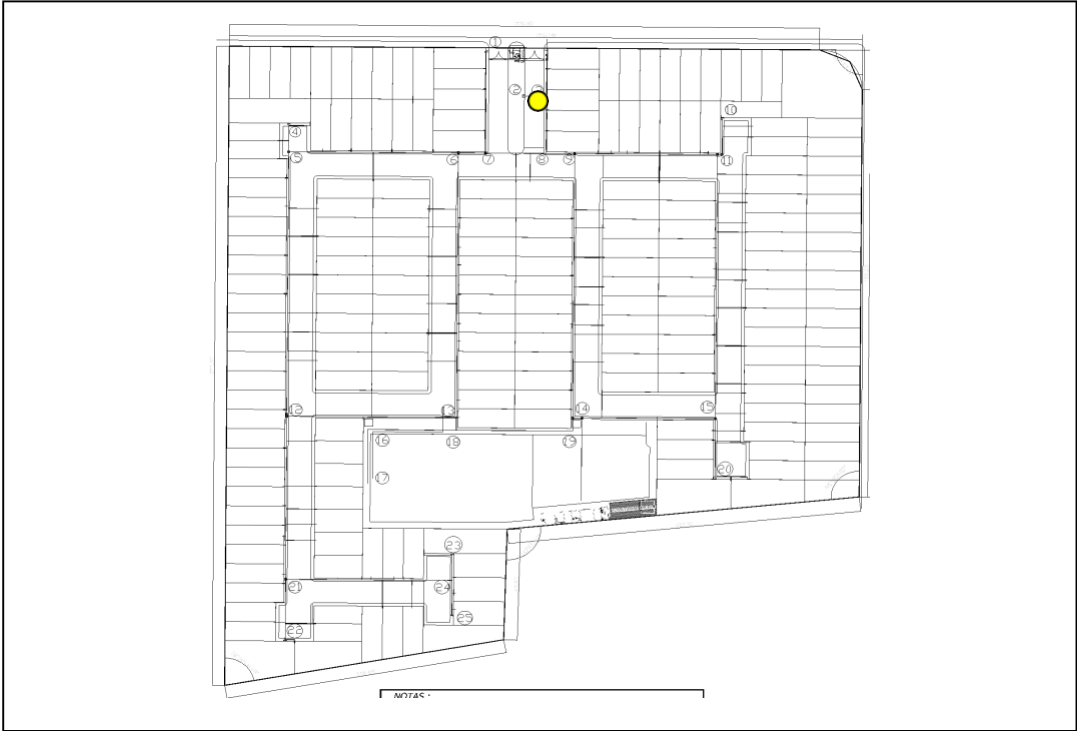


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	8.00			1	8.00
TOTAL				8.00	pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ20BQ	UNIDAD: pieza
CONCEPTO: Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 110 a 75 mm		



CONTROL DE COSTOS

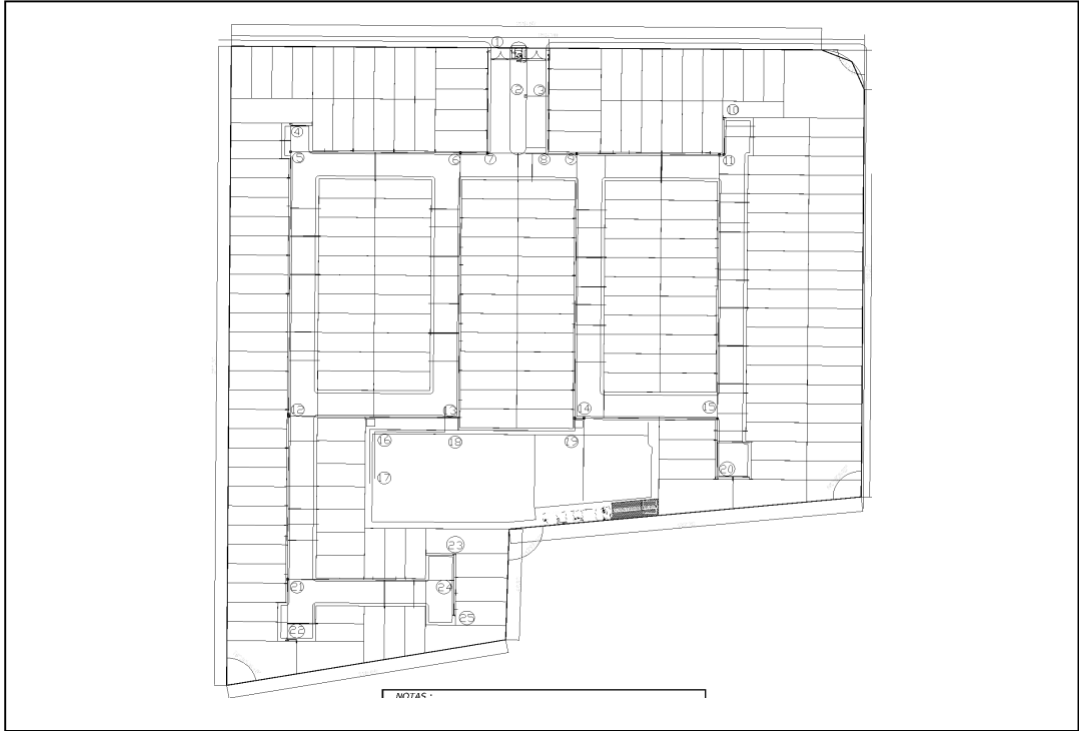
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

--

--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ20BK	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 75 a 50 mm		

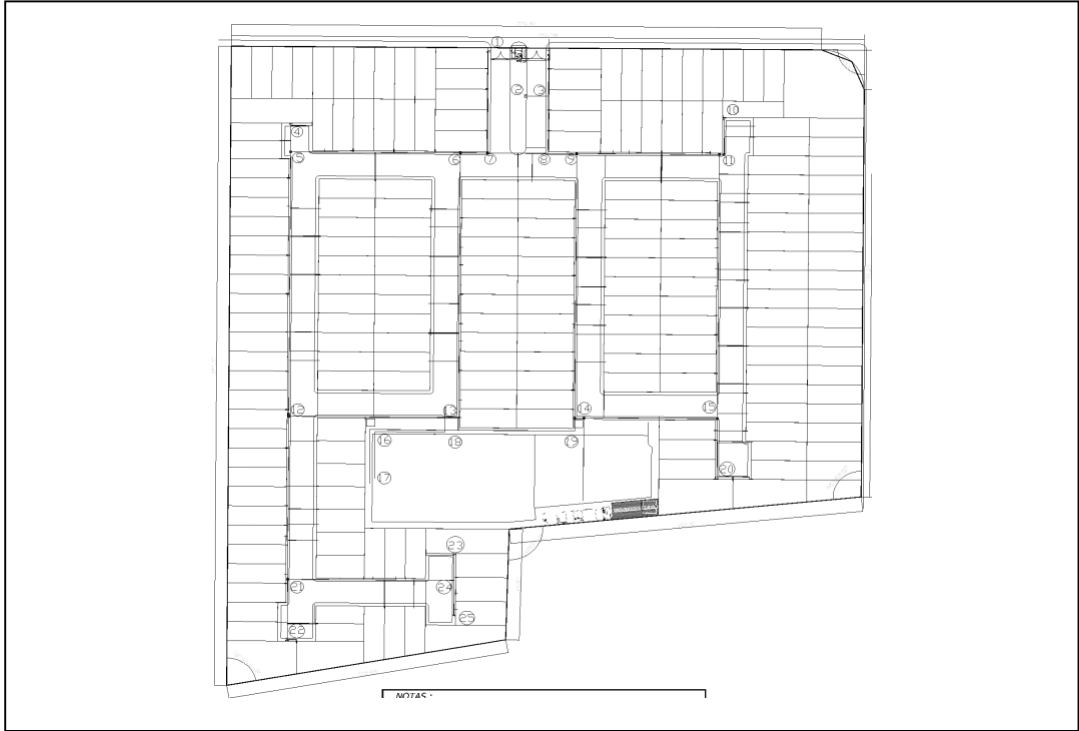


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	9.00			1	9.00
TOTAL				9.00	pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADOR:
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ20BK	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 75 a 50 mm		



CONTROL DE COSTOS

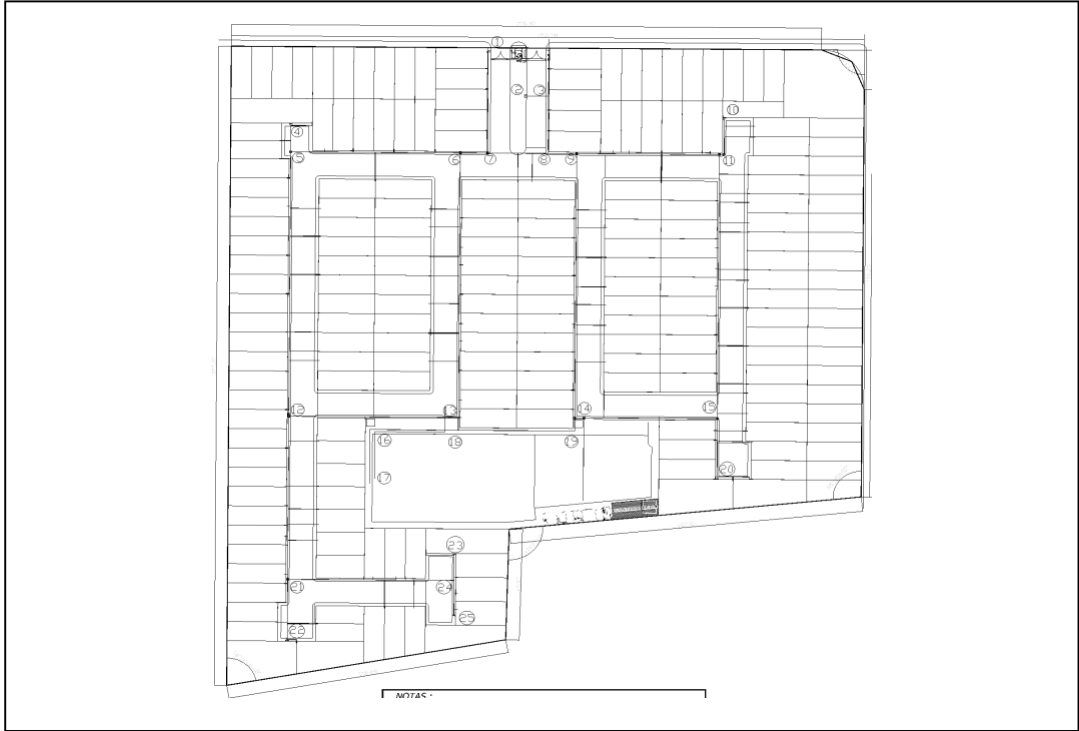
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
TOTAL			0.00		pieza

--

--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADOR:
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	S/C	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Suministro, instalación y pruebas de reducción de PEAD de 75 a 50 mm		

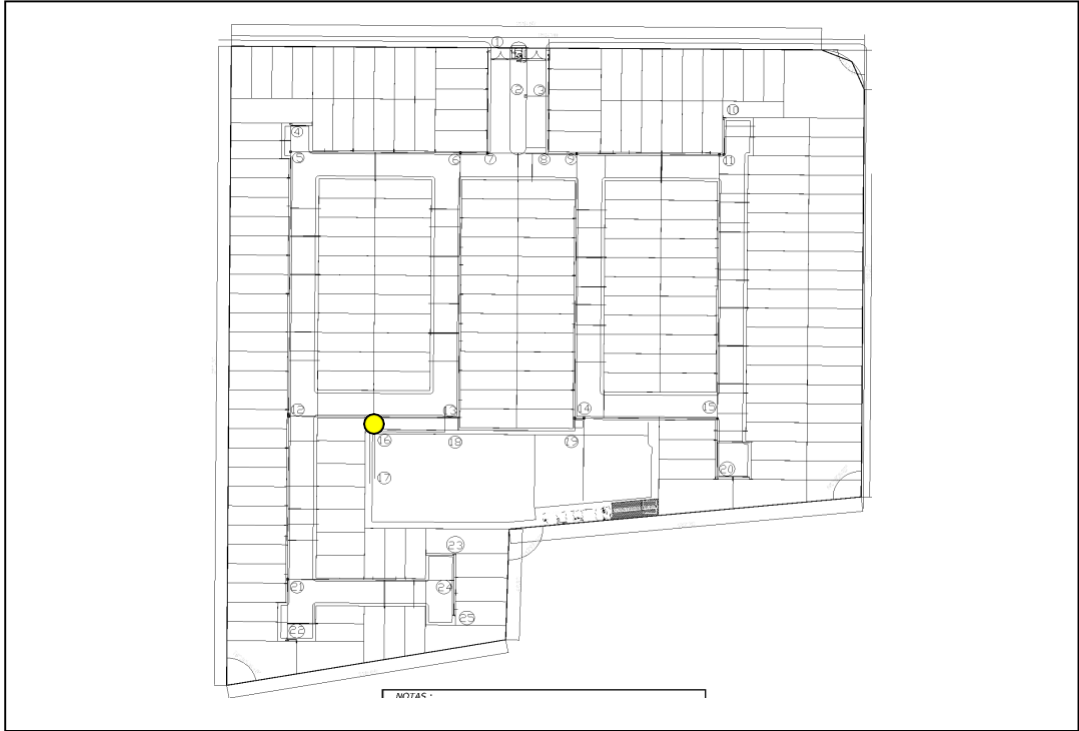


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
TOTAL			0.00		pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ:
			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ13BG	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:			
Suministro, instalación y pruebas de codo de PEAD de 90°x 63 mm			



CONTROL DE COSTOS

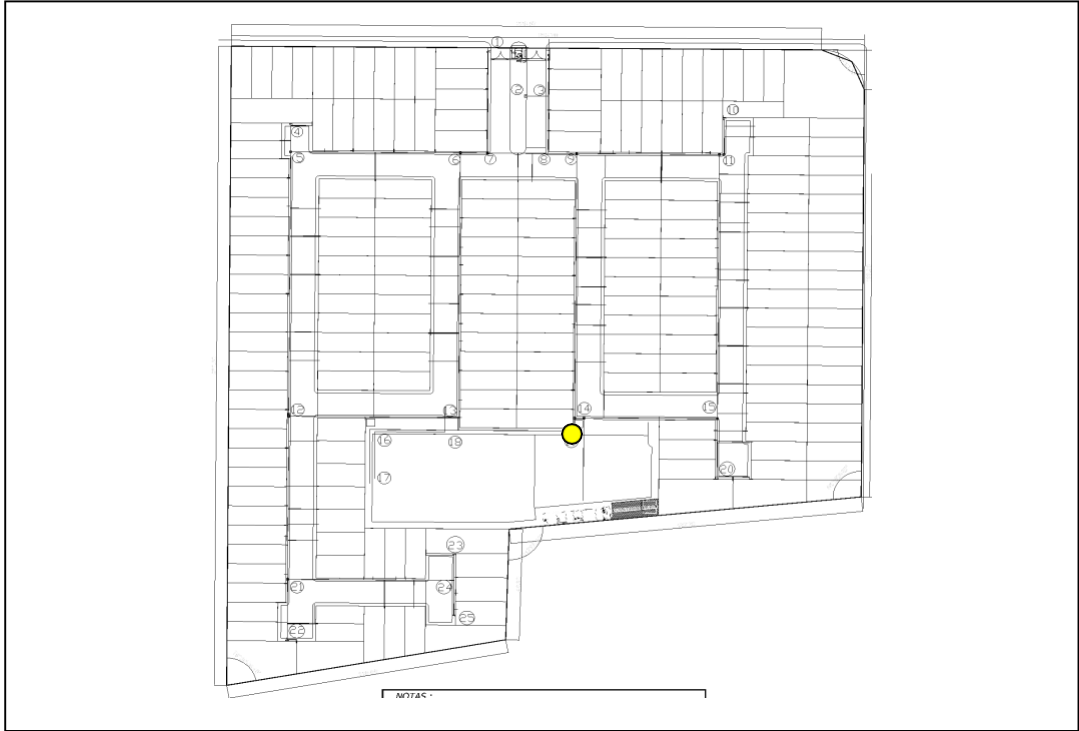
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

--	--

--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IJ13BF	UNIDAD: pieza
CONCEPTO:		
Suministro, instalación y pruebas de codo de PEAD de 90°x 50 mm		



CONTROL DE COSTOS

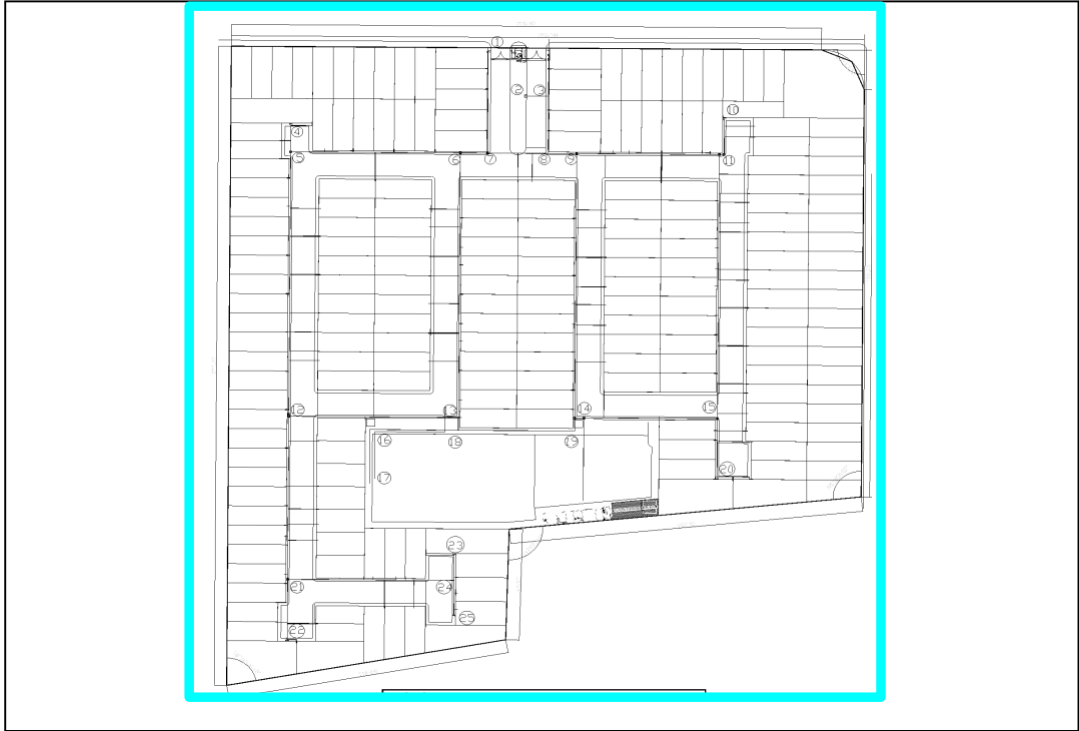
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

--	--

--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	S/C	UNIDAD:	toma
CONCEPTO:			
Instalación de toma domiciliaria, incluye: excavación materiales: siileta, conector extriado, tubo de PEAD RD-9, de 19 mm de diámetro, reducción brushing, codo de 90° x 13 mm de diámetro, tubo de cobre de 13 mm de diámetro y adaptador, mano de obra, equipo y la herramienta necesaria para la correcta instalación, relleno y bacheo			

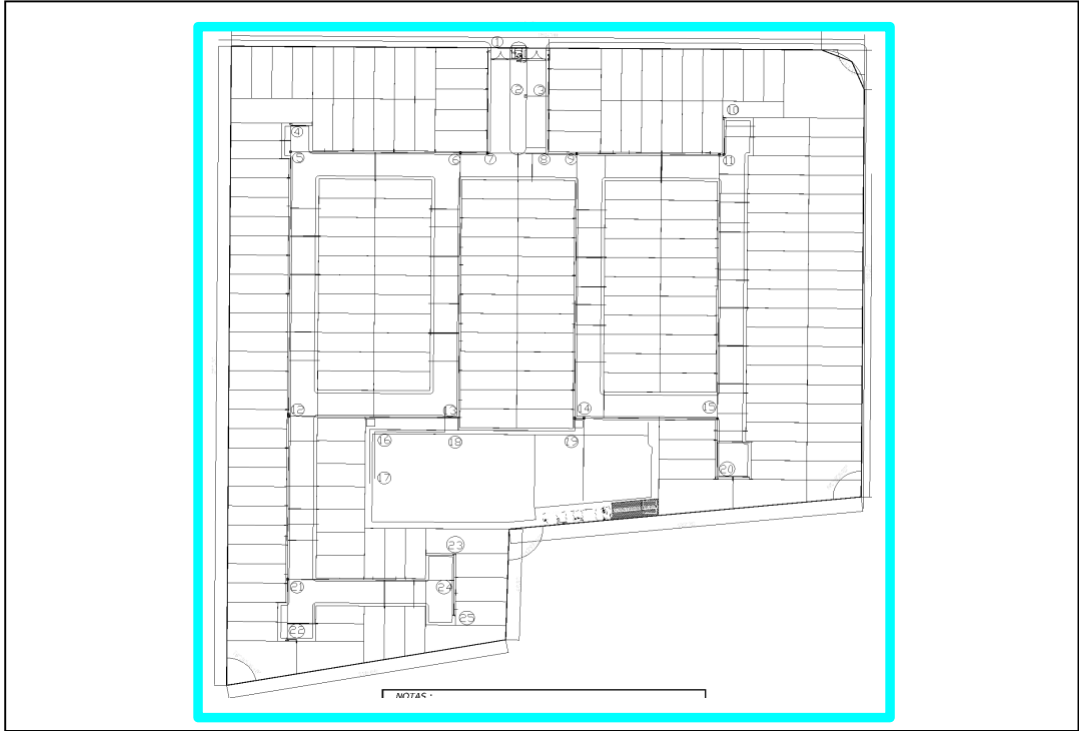


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
	167.00			1	167.00
TOTAL				167.00	toma

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	RMBO14BH	UNIDAD:	m3
CONCEPTO:			
Relleno de zanjas con material de tepetate reciclado compactado al 85% proctor con rodillo vibratorio			



CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD	
	48.44	0.60	0.10	1	2.91	
	178.20	0.60	0.10	1	10.69	
	228.24	0.60	0.10	1	13.69	
	25.55	0.60	0.10	1	1.53	
	177.65	0.60	0.10	1	10.66	
	145.70	0.60	0.10	1	8.74	
	137.17	0.60	0.10	1	8.23	
	5.54	0.60	0.10	1	0.33	
	34.35	0.60	0.10	1	2.06	
	22.87	0.60	0.10	1	1.37	
	45.24	0.60	0.10	1	2.71	
	5.50	0.60	0.10	1	0.33	
	55.35	0.60	0.10	1	3.32	
	15.00	0.60	0.10	1	0.90	
	64.62	0.60	0.10	1	3.88	
	45.97	0.60	0.10	1	2.76	
TOTAL					74.12	m3

--	--	--	--

--	--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	RMSB14DF	UNIDAD:	m2
CONCEPTO:			
Banqueta 10 cm de espesor de concreto hidráulico fraguado normal resistencia f'c=200 kg/cm2, suministrado por proveedor con material de arena y grava reciclada suministrado por proveedor.			



CONTROL DE COSTOS

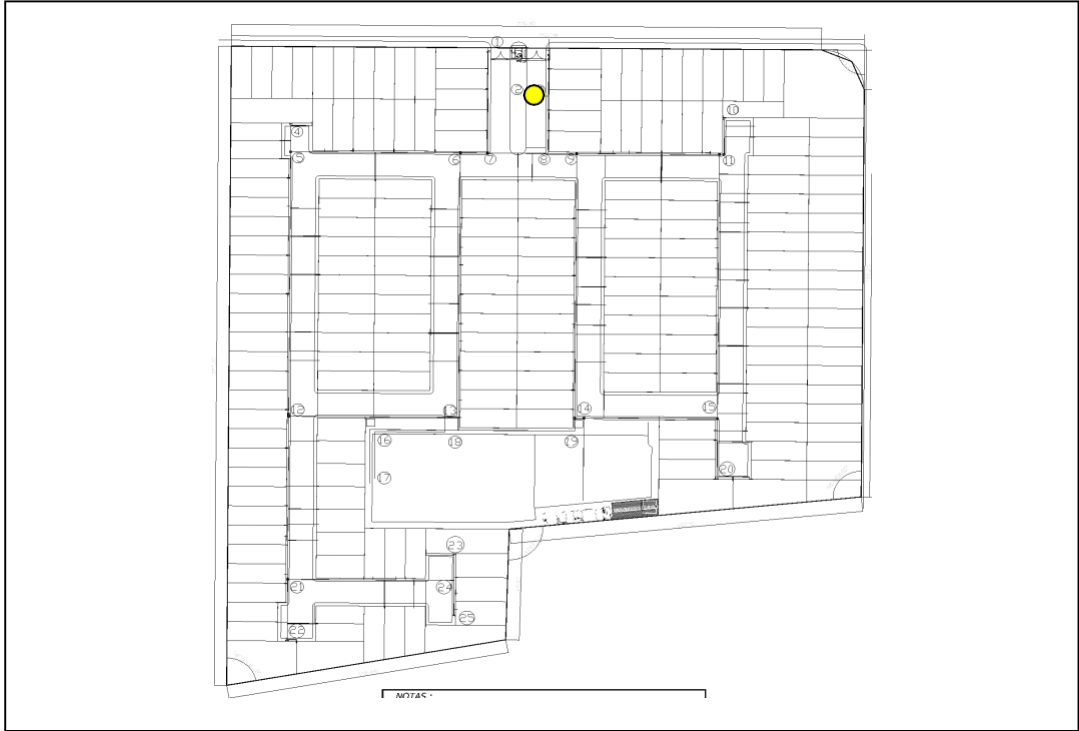
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	48.44			1	48.44
●	42.96			1	42.96
●	75.00			1	75.00
●	75.00			1	75.00
●	15.55			1	15.55
●	199.84			1	199.84
●	127.37			1	127.37
●	127.37			1	127.37
●	146.27			1	146.27
●	34.92			1	34.92
●	89.58			1	89.58
●	22.87			1	22.87
●	54.64			1	54.64
●	26.10			1	26.10
●	8.32			1	8.32
TOTAL				1094.23	m2

Empty rectangular box for additional information.

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

Empty rectangular box for additional information.

CODIGO:	IC12BL	UNIDAD:	pieza
CONCEPTO:	Válvula de compuerta bridada de 102 mm de diámetro, incluye tornillos		

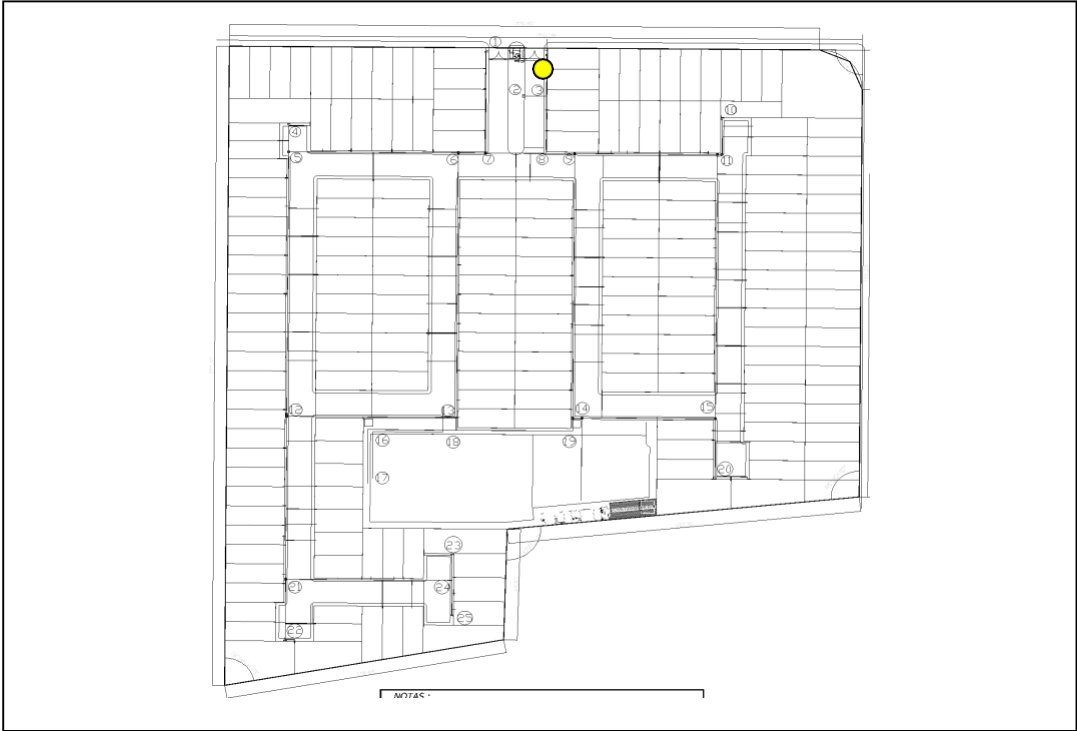


CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IC12BK	UNIDAD: pieza
CONCEPTO:		
Válvula de compuerta bridada de 76 mm de diámetro, incluye tomillos		



CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	1.00			1	1.00
TOTAL				1.00	pieza

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
UBICACIÓN:			SUPERVISÓ:
ACTIVIDAD:			ELABORÓ:
			SOLICITÓ:

CODIGO:	IC12BJ	UNIDAD:	PZA
CONCEPTO:			
Válvula de compuerta bridada de 64 mm de diámetro, incluye tomillería.			



CONTROL DE COSTOS

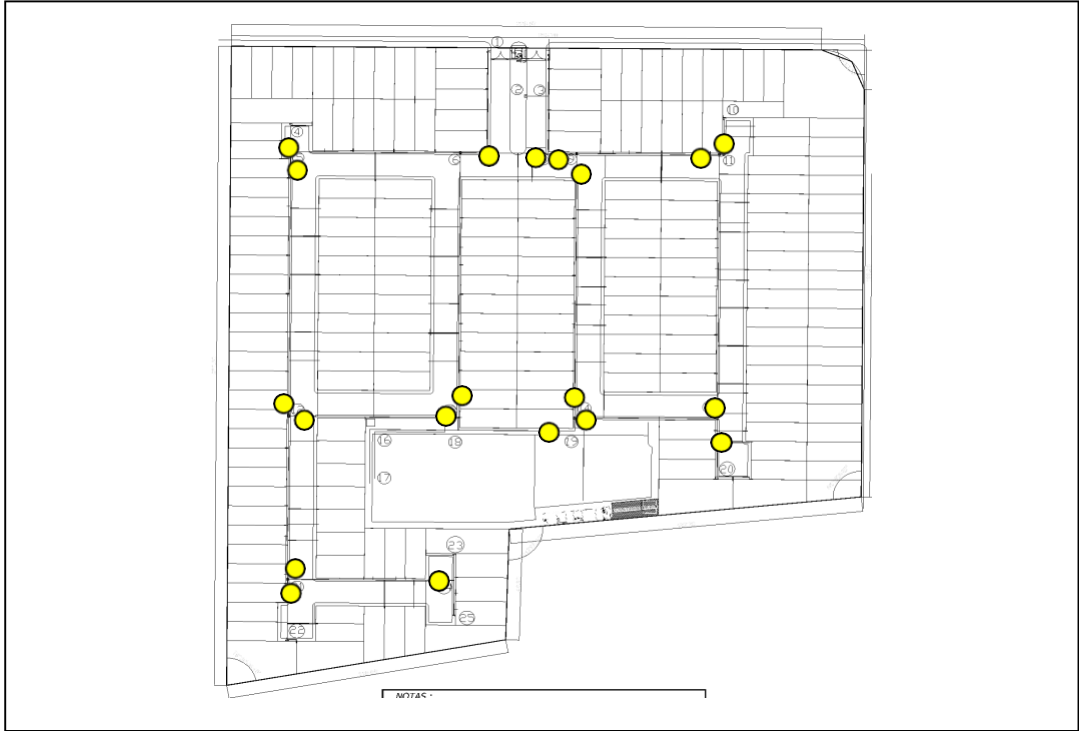
TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	2.00			1	2.00
TOTAL				2.00	PZA

--	--	--	--

--	--	--

ID:	O T:	ESTIMACIÓN:	FECHA:
OBRA:			ADMINISTRADO
			SUPERVISÓ:
UBICACIÓN:			ELABORÓ:
ACTIVIDAD:			SOLICITÓ:

CODIGO:	IC12BI	UNIDAD:	Pieza
CONCEPTO:	Válvula de compuerta bridada de 51 mm de diámetro, incluye tomillería		



CONTROL DE COSTOS

TRAMO	LARGO	ANCHO	ALTO	# VECES	CANTIDAD
●	18.00			1	18.00
TOTAL				18.00	Pieza

9. Bibliografía

(s.f.).

CONAGUA. (2019). Obtenido de MAPAS 4:

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

CONEVAL. (2021). Obtenido de [https://sefintlax.gob.mx/DocsSF/SF/archivo-](https://sefintlax.gob.mx/DocsSF/SF/archivo-historico/desarrollo/zonas/metodologica-2021.pdf)

[historico/desarrollo/zonas/metodologica-2021.pdf](https://sefintlax.gob.mx/DocsSF/SF/archivo-historico/desarrollo/zonas/metodologica-2021.pdf)

El Economista. (18 de 02 de 2024). Obtenido de

<https://www.economista.com.mx/politica/Ademas-del-Cutzamala-Que-otras-fuentes-abastecen-de-agua-a-la-CDMX-20240217-0003.html>

ENVASELIA. (2018). Obtenido de <https://www.envaselias.com/blog/que-es-el-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>

Google Maps. (2025). Obtenido de https://www.google.com/maps/@19.2748773,-99.123719,1306m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=tuCG_ep=EgoyMDI1MDgxMi4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal Xochimilco*. Obtenido de Compendio de información geográfica municipal Xochimilco.:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/09/09013.pdf

INEGI. (2024). Obtenido de Indicadores:

<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09013#tabMCcollapse-Indicadores>

NIH. (2015). Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/asbesto#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20asbesto?,materiales%20para%20paneles%20de%20yeso.>

SACMEX. (2025). Obtenido de <https://aguaentucolonia.sacmex.cdmx.gob.mx/#/home>

SE. (2024). Obtenido de

<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/xochimilco#education-and-employment>

SEBIEN. (2021). Obtenido de <https://sefintlax.gob.mx/DocsSF/SF/archivo-historico/desarrollo/zonas/metodologica-2021.pdf>

SEBIEN. (2024). Obtenido de https://sisge.bienestar.gob.mx/sisge?cve_geo=09013SOBSE. (2024). Obtenido de:

<https://obras.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Tabulador%20General%20de%20Precios%20Unitarios%20del%20Gobierno%20de%20la%20Ciudad%20de%20Mexico-Actualizacion%20de%20julio%202025/tabulador-general-de-precios-unitarios-del-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-actua>

César, Enrique (1994). *Abastecimiento de agua potable Volumen III*. Ciudad de México: UNAM.



CONAGUA. (2019). Obtenido de MAPAS 6:

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro6.pdf>

CONAGUA. (2019). Obtenido de MAPAS 12:

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>

