



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**DISEÑO DE UNA RED DE ALIMENTACIÓN DE AGUA PLUVIAL  
CON SISTEMA DE PRESIÓN INDEPENDIENTE, ALCANCE DE  
SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA AMBIENTAL EN UNA  
EDIFICACIÓN DE USO MIXTO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**LIZBETH CASTAÑEDA GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS: M. en I. JOSE LUIS  
SÁNCHEZ GALARZA**



**Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México  
NOVIEMBRE 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Al ver finalizado este proyecto, solo me queda dar las gracias a todas las personas e instituciones que me brindaron su apoyo en este largo camino. Estas palabras son para ustedes:

A mis padres, sabiendo que no hay forma de agradecerles por todo su apoyo, confianza y esfuerzo que me brindaron para poder llegar hasta este momento, quiero que sepan que mis logros son de ustedes, que esto que he conseguido es gracias a la confianza y amor incondicional que me tienen, que a pesar de no estar de acuerdo en todas mis decisiones, nunca me dieron la espalda y me apoyaron, que a pesar de todo lo cansado y agobiante que en su momento pudo llegar a ser, nunca me abandonaron en el camino y siguieron conmigo.

No encuentro las palabras suficientes para expresarles mi felicidad y agradecimiento hacia ustedes, solo me queda decirles que los amo y que recuerden que este logro es de ustedes y mío. A mis hermanas, por su paciencia y amor que me ayudaron a seguir adelante y no rendirme.

Para mis compañeros y maestros de la Facultad de Estudios Superiores Aragón con quienes pase momentos felices, de risa y diversión, así como momentos de incertidumbre y estrés, solo quiero agradecerles por esos momentos de felicidad y de constancia, aprendí mucho de ustedes.

A mi director de tesis **el M. en I. José Luis Sánchez Galarza** por su tiempo, apoyo, consejos y compartirme su conocimiento para cumplir con esta meta, solo me queda decir ¡Gracias!, por la confianza y esfuerzo que me brinda.

A la **UNAM** y la **Facultad de Estudios Superiores Aragón** por brindarme la oportunidad de crecer y formarme como profesionista en sus aulas.

**¡GRACIAS!**

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 1. OBJETIVOS .....  | 8  |
| 1.1. Objetivo general.....   | 8  |
| 1.2. Objetivos Particulares .....  | 8  |
| 1.3. Alcances .....  | 8  |
| CAPÍTULO 2. CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL .....                                      | 9  |
| 2.1. Origen.....   | 9  |
| 2.2. Conceptos básicos. ....   | 11 |
| 2.3. Captación y recolección.....  | 13 |
| 2.4. Dispositivos de prefiltrado.....  | 14 |
| 2.5. Tanque de almacenamiento. ....  | 14 |
| 2.6. Obra de excedencias.....  | 14 |
| 2.7. Calidad y tratamiento del agua. ....  | 15 |
| CAPÍTULO 3. SISTEMAS CONVENCIONALES DE DISTRIBUCIÓN .....                        | 17 |
| 3.1. Sistema de Abastecimiento .....   | 17 |
| 3.2. Sistema de abastecimiento directo .....                                     | 18 |
| 3.3. Sistema de abastecimiento por gravedad .....                                | 18 |
| 3.4. Sistema de abastecimiento con presión independiente .....                   | 18 |
| 3.5. Sistema de abastecimiento combinado.....                                    | 19 |
| 3.6. Comparación de los sistemas convencionales.....                             | 20 |
| 3.7. Descripción un sistema a presión independiente (hidroneumático).....        | 22 |
| CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN .....                   | 25 |
| 4.1. Métodos empíricos .....   | 25 |
| 4.1.1. Método Francés.....   | 26 |
| 4.1.2. Método Británico.....   | 28 |
| 4.1.3. Método Americano.....   | 30 |
| 4.2. Métodos probabilísticos .....   | 32 |
| 4.2.1. Método de Hunter .....  | 32 |
| CAPÍTULO 5. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) ..... | 36 |
| 5.1. Objetivo del programa .....   | 37 |
| 5.2. Actores involucrados .....  | 37 |
| 5.3. Beneficios del programa .....   | 37 |
| 5.4. Emisión del certificado.....  | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 5.5. Criterios de sustentabilidad.....                        | 39 |
| CAPÍTULO 6. CASO PRÁCTICO.....                                | 41 |
| 6.1. Memoria descriptiva.....                                 | 41 |
| 6.2. Cálculo del gasto pluvial .....                          | 43 |
| 6.2.1. Coeficiente de escurrimiento .....                     | 43 |
| 6.2.2. Cálculo de altura de precipitación .....               | 45 |
| 6.3. Dimensionamiento de la cisterna de agua pluvial .....    | 49 |
| 6.4. Cálculo de las bajadas pluviales.....                    | 50 |
| 6.5. Cálculo de la red horizontal .....                       | 52 |
| 6.6. Tratamiento de prefiltrado.....                          | 52 |
| 6.7. Equipos de tratamiento.....                              | 53 |
| 6.8. Sistema de aprovechamiento .....                         | 54 |
| 6.9. Cálculo del equipo de presión independiente .....        | 59 |
| 6.9.1. Equipo de bombeo.....                                  | 59 |
| 6.10. Obra de achique .....                                   | 67 |
| Conclusiones y recomendaciones .....                          | 71 |
| Referencias .....   | 73 |
| Anexos .....  | 75 |
| Tablas y planos arquitectónicos con instalación pluvial. .... | 75 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Sistema combinado de abastecimiento .....   | 19 |
| Figura 2. Detalle de hidroneumático y sus componentes. ....                                 | 23 |
| Figura 3. Funcionamiento del sistema hidroneumático.....                                    | 24 |
| Figura 4. Localización del proyecto. (Google Earth).....                                    | 41 |
| Figura 5. Georreferencia del proyecto. (Google Earth).....                                  | 42 |
| Figura 6. Altura de precipitación de 5 min de duración y 10 años de tiempo de retorno. .... | 45 |
| Figura 7. Altura de precipitación de 60 minutos de duración y 10 años de tiempo de retorno. | 46 |
| Figura 8. Separador Vórtice Plus (Hidrosoluciones pluviales). ....                          | 53 |
| Figura 9. Detalle de cisterna pluvial. ....   | 62 |
| Figura 10. Curva del sistema propuesto. (DAB water technology).....                         | 66 |
| Figura 11. Curva del sistema propuesto. (EVANS) .....                                       | 70 |
| Figura 12. Carta de autorización. ....  | 76 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Comparación de los sistemas convencionales de suministro de agua.....   | 21 |
| Tabla 2. Consumo de muebles sanitarios. ....   | 27 |
| Tabla 3. Probable demanda simultánea.....  | 29 |
| Tabla 4. Gasto en las derivaciones para muebles o aparatos de uso público. ....  | 30 |
| Tabla 5. Porcentaje de gasto considerado en gasto de columnas.....   | 31 |
| Tabla 6. Tablas de equivalencia de unidades mueble.....  | 33 |
| Tabla 7. Tabla de gasto probable.....  | 35 |
| Tabla 8. Categoría de certificación. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2020, pp 19) .  | 38 |
| Tabla 9. Superficies del predio.....   | 42 |
| Tabla 10. Valores de coeficiente de escurrimiento. (Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas) ..... | 44 |
| Tabla 11. Cálculo de la altura de precipitación media anual por el método de las normales climatológicas. ....   | 48 |
| Tabla 12. Cálculo del volumen de la cisterna de agua pluvial. ....   | 49 |
| Tabla 13. Cálculo del gasto pluvial.....   | 49 |
| Tabla 14. Cálculo de la cisterna pluvial con isolíneas.....  | 50 |
| Tabla 15. Dimensiones de cisterna propuesta.....   | 50 |
| Tabla 16. Cálculo de la tubería vertical de captación. ....  | 51 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 17. Cálculo de tramos horizontales de la red de captación.....   | 52 |
| Tabla 18. Valores de unidades mueble para instalaciones hidráulicas. (Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas) ..... | 55 |
| Tabla 19. Gasto de unidades mueble del proyecto. ....  | 56 |
| Tabla 20. Método de Hunter.....  | 57 |
| Tabla 21. Cálculo de pérdidas por succión.....   | 63 |
| Tabla 22. Cálculo de pérdidas en la descarga.....  | 63 |
| Tabla 23. Cálculo de pérdidas en la descarga.....  | 69 |
| Tabla 24. Longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas de carga correspondientes.   | 80 |
| Tabla 25. Presión atmosférica.....   | 81 |
| Tabla 26. Presión de vapor. ....   | 82 |

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la Ciudad de México (CDMX) presenta un estrés hídrico severo a causa de la sobreexplotación de sus fuentes de abastecimiento, principalmente el acuífero de la zona metropolitana de la Ciudad de México, provocando, disminución en los niveles del acuífero y un deterioro gradual de la calidad del agua al extraerse de mayor profundidad.

Otro factor que influye en la problemática de agua en la CDMX es la sobrepoblación; con un aumento significativo en los últimos años, actualmente la CDMX cuenta con 9 209 944 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el año 2021, y 4.2 millones de población flotante según el Sistemas de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) en 2019, en la zona metropolitana del valle de México, lo cual indica un incremento en la demanda de suministro de agua, ocasionando desabasto y problemas en la distribución. Por tal motivo, es importante hacer conciencia del aprovechamiento y uso que se le da a este líquido fundamental.

Existen más problemáticas en la CDMX, como ya es bien sabido esta ciudad se encuentra ubicada en una cuenca endorreica, lo cual produce dificultad en la salida del drenaje pluvial, ya que en la actualidad se han presentado lluvias extraordinarias que provocan un desabasto en la capacidad de desalojo de aguas pluviales, provocando que el sistema de drenaje colapse y provoque inundaciones en algunas alcaldías. Tomando en cuenta que no solo el problema se encuentra en el desabasto de agua, sino, en la toma de conciencia sobre los recursos económicos que se requieren para que el agua llegue hasta la comunidad, según la estadística, el “Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), gasta 1,600 millones de pesos para mover el agua hasta las tomas domiciliarias, y se calcula que el 40% del suministro se pierde en fugas” (Secretaría del Medio Ambiente [SEDEMA], 2021).

Como resultado de los problemas que se presentaron anteriormente, se desarrollaron soluciones sustentables y programas para una mejor planeación y seguridad ambiental en la CDMX, que pretenden promover y fomentar nuevas alternativas para un uso eficiente de los recursos



naturales. Como es el caso del Programa de Certificaciones de Edificios Sustentables (PCES), que tiene como objetivo transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras, a promover la conservación y preservación de los recursos naturales y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de los habitantes de la CDMX.

Uno de los criterios que contempla este programa es el agua, que consiste en la captación y/o filtración de agua pluvial.

Para este trabajo, se puntualiza en el sistema de captación de agua pluvial que consiste en captar la mayor cantidad de agua de lluvia de las azoteas de las edificaciones, para posteriormente pasar por prefiltros que ayude a separar los primeros volúmenes de agua captada, para su posterior almacenamiento y tratamiento, y así, poder aprovechar en los suministros de instalaciones hidrosanitarias que no utilicen agua potable.

## **CAPÍTULO 1. OBJETIVOS**

### 1.1. Objetivo general

Diseñar una red de alimentación de agua pluvial con sistema de presión independiente, para una edificación de uso mixto, que permita a los usuarios contar con un servicio de calidad y alcance de sustentabilidad.

### 1.2. Objetivos Particulares

- I. Plantear una red de captación de agua pluvial para su almacenamiento y tratamiento, como solución alternativa para disminuir las descargas pluviales al drenaje de la Ciudad de México.
- II. Proponer un sistema de presión independiente para el suministro y operación de los muebles sanitarios para la edificación de uso mixto.
- III. Diseñar una red de alimentación de agua pluvial, con suministro de calidad, para instalaciones hidrosanitarias que no requieran agua potable para su uso.

### 1.3. Alcances

En este trabajo de investigación se desarrolla paso a paso el diseño de aprovechamiento de una red de alimentación de agua pluvial y la implementación de un sistema de presión independiente (hidroneumático), para el abastecimiento del servicio de los muebles sanitarios.

Se propone una red de captación de agua pluvial sin un desglose en su desarrollo total, solo como base para enfatizar en el diseño de la red de distribución de agua para la edificación.

## **CAPÍTULO 2. CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL**

### **2.1. Origen.**

Los sistemas centralizados utilizan una gran cantidad de recursos de infraestructura, monetarios y de energía para el suministro de agua, debido a esto, la cosecha de agua (sistema de captación de lluvia), se ha convertido en una solución sustentable y eficiente para el ahorro de estos recursos.

Dada la importancia y preocupación que presenta la escasez de agua en la CDMX, que a partir del año 2019 se llevó a cabo la instrumentación del Programa social Cosecha de Lluvia, que solo va dirigido a personas que viven en colonias de bajos ingresos.

Además, desde el año 2016 se implementaron artículos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, donde se menciona que para edificaciones tipo B y C de la CDMX es obligatorio el diseño del sistema de captación de agua pluvial para su reúso en instalaciones que no requieran agua potable.

A continuación, se presenta en lo que respecta a la legislación aplicable, algunos de los instrumentos legales y artículos asociados al proyecto de captación y aprovechamiento de agua pluvial.

### **LEY DEL DERECHO AL ACCESO, DISPOSICIÓN Y SANEAMIENTO DEL AGUA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Artículo 86 BIS. Será obligatorio para las nuevas construcciones o edificaciones, que cuenten con dispositivos y accesorios hidráulicos y sanitarios que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de ahorro del agua.

Artículo 86 BIS 1. Las nuevas construcciones o edificaciones deberán contar con redes separadas de agua potable, de agua residual tratada y cosecha de agua de lluvia,

debiéndose utilizar esta última en todos aquellos usos que no requieran agua potable; así mismo, deberán contar con la instalación de sistemas alternativos de uso de agua pluvial.

## **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**

Artículo 53. **Para las manifestaciones de construcción tipos B y C, se deben cumplir los siguientes requisitos:**

I. Presentar manifestación de construcción ante la Administración a través del formato establecido para ello, suscrita por el propietario, poseedor o representante legal, en la que se señalará el nombre, denominación o razón social del o de los interesados, domicilio para oír y recibir notificaciones; ubicación y superficie del predio de que se trate; nombre, número de registro y domicilio del Director Responsable de Obra y, en su caso, del o de los Corresponsables, acompañada de los siguientes documentos:

d) Dos tantos de los proyectos de las instalaciones hidráulicas incluyendo el uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar conforme a los artículos 82, 83 y 89 de este Reglamento, sanitarias, eléctricas, gas e instalaciones especiales y otras que se requieran, en los que se debe incluir como mínimo: plantas, cortes e isométricos en su caso, mostrando las trayectorias de tuberías, alimentaciones, así como el diseño y memorias correspondientes, que incluyan la descripción de los dispositivos conforme a los requerimientos establecidos por este Reglamento y sus Normas en cuanto a salidas y muebles hidráulicos y sanitarios, equipos de extinción de fuego, **sistema de captación y aprovechamiento de aguas pluviales en azotea y otras que considere el proyecto.**

Artículo 89. Las edificaciones nuevas no habitacionales y las de más de 1000 m<sup>2</sup> sin incluir estacionamiento, así como los establecimientos dedicados al lavado de autos, deben contar con redes separadas de agua potable, agua residual tratada y agua de lluvia debiéndose utilizar estas

dos últimas en todos los usos que no requieran agua potable, de conformidad con lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal, las Normas y demás disposiciones aplicables en la materia.

## 2.2. Conceptos básicos.

### **Cavitación**

Se refiere al fenómeno en el cual se producen burbujas de vapor dentro del equipo de bombeo a consecuencia de cambios en la presión o temperatura, provocando que el bombeo sea ineficiente.

### **Coefficiente de escurrimiento**

“Es la relación entre la cantidad de agua que escurre y la cantidad de agua que se precipita” (Sandoval Hernández, 2013, p.6).

### **Efecto isla calor**

Se refiere a un fenómeno térmico que se encuentra en un sitio urbanizado, generado por la ausencia de cobertura vegetal reemplazada por superficies impermeables como carreteras, edificaciones y materiales de construcción.

### **Gasto máximo instantáneo**

Máximo caudal que puede solicitarse en cualquier sección y momento de la instalación.

### **Gasto Pluvial**

Se define como volumen de agua pluvial que pasa por un conducto en un determinado tiempo. En otras palabras, es la porción de agua de lluvia que se puede reutilizar, se expresa en [m<sup>3</sup>/s] o [l/s].

### **Intensidad de lluvia**

Se define como la cantidad de lluvia que cae en un determinado tiempo en un lugar en específico.

**Obra de achique**

Un sistema achique o también conocido como desagüe tiene como función desalojar las excedencias de una obra determinada.

**Precipitación de lluvia**

Como lo define el glosario técnico del Servicio Meteorológico Nacional, la precipitación es cualquier hidrometeoro de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen de un conjunto de nubes y que llegan a la superficie terrestre.

**Sumergencia**

La sumergencia es la altura necesaria para que el agua entre por la sección de entrada de la tubería de succión y evite la formación de remolinos dentro de la bomba.

**Tanque elevado**

Es un sistema que almacena agua, cuya base se encuentra por encima del nivel del suelo, a una distancia calculada para obtener la carga estática adecuada, para mantener una presión suficiente y constante para brindarle el servicio a los usuarios.

### 2.3. Captación y recolección.

La captación se realiza comúnmente en las azoteas y techos de las edificaciones, ésta se llevará a cabo en una superficie impermeabilizada destinada a la cosecha de lluvia y con pendiente óptima, que facilite el escurrimiento hacia los dispositivos de recolección.

Para estas superficies es recomendable que no emitan contaminantes orgánicos e inorgánicos, o que solo están propensas a generar contaminantes orgánicos.

Los materiales que se podrán aceptar en el área de captación son los siguientes:

- Cubiertas metálicas o plásticas
- Techos impermeabilizados.

Garantizando que no exista liberación de elementos tóxicos. Se debe evitar captar agua de techos de palma, lámina de cartón o láminas de asbesto-cemento.

Para el drenaje pluvial se podrá utilizar canaletas y bajadas pluviales con sistemas de conducción convencional cuyos diámetros están en función del cálculo acorde a las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas. Las tuberías verticales de agua pluvial deberán estar separadas de las aguas residuales y sanitarias.

Los elementos y accesorios empleados en la instalación de un Sistema Alternativo deberán cumplir con las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), o cumplan con una aprobación expresa por parte del Organismo Operador Local, para el proyecto el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. (Sistema de Aguas de la Ciudad de México [SACMEX], 2021, p.17)

#### 2.4. Dispositivos de prefiltrado.

Estos dispositivos tienen como finalidad evitar el ingreso de agentes contaminantes al tanque de almacenamiento, estos pueden ser con mecanismo de separación físico o mecánico. El dispositivo deberá estar instalado antes de que el volumen de agua ingrese a la cisterna, con la finalidad de que evite la entrada de los elementos de mayor tamaño.

Deberán estar colocados de manera que sean accesibles para su inspección y mantenimiento constante, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

#### 2.5. Tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento o cisterna pluvial deberá tener la capacidad requerida para almacenar el volumen de agua de lluvia, generado por el área captada. Es necesario considerar un sobredimensionamiento para evitar rebosamientos.

##### Características

- Deberá ser impermeable y hermético.
- Accesible para realizar la limpieza y mantenimiento.

Los tanques o cisternas pueden ser prefabricadas (superficiales), para abatir costos o construidas en sitio, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Las cisternas construidas deberán contar con un sistema de evacuación de demasías u obra de excedencias, ya sea por gravedad o bombeo, como el proyecto lo requiera.

#### 2.6. Obra de excedencias.

Es una obra hidráulica que ejecuta la descarga segura de las demasías de agua pluvial que no pueden ser almacenadas en la cisterna o tanque, permitiendo el paso seguro del agua pluvial que no pudo ser aprovechada y dirigida al drenaje de la CDMX.



## 2.7. Calidad y tratamiento del agua.

Es importante garantizar la calidad del agua cumpliendo con la **Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021**, esta norma establece los límites permisibles de calidad que debe cumplir el agua para su uso y consumo humano, para el caso de captación de agua de lluvia, como requerimiento mínimo se debe garantizar una desinfección, puesto que su uso principal es no potable.

Para dar tratamiento al agua de lluvia, dependerá de los usos que tendrá el agua en su disposición final.

Existen varios procedimientos de tratamiento que se dividen en dos grandes métodos físicos y químicos, el tipo de procedimiento y equipo que se utilizará dependerá de las necesidades del proyecto. A continuación, se presentan algunos métodos que se pueden emplear para tratar el agua de lluvia.

**Métodos físicos:** "son aquellos que reducen la concentración de organismos por daño en la pared o membrana celular, o alteración de su fisiología, ocasionándoles la muerte." (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento libro 23, p.17)

Este tipo de tratamiento se coloca normalmente después del almacenamiento, y se busca retirar sólidos suspendidos. Los principales usos que recomendados para métodos físicos son: riego, lavado de autos, pisos y usos sanitarios.

Y se clasifican en:

1. Filtración: La filtración no es considerado un desinfectante, pero es considerado el filtro lento de arena, el cual si es diseñado y operado de manera eficiente puede convertirse en una manera de desinfección del agua.
2. Temperatura: Desinfectar pequeñas cantidades de agua, eliminando los agentes patógenos, al hervir el agua y se debe garantizar el punto de ebullición del líquido.
3. Radiación: Este tipo de método es eficiente para aguas claras (Radiación solar y luz UV), consiste en el proceso en el que interfiere la luz ultravioleta que al estar en contacto con el agua daña al ADN Y ARN los cuales transportan y procesan la

información genética de la célula para la reproducción y funcionamiento, este daño inactiva la célula.

No obstante, tiene la desventaja de producir foto reactivación.

4. Procesos electrolíticos: Consisten en hacer pasar el agua a través de cámaras equipadas con electrodos, a los cuales se les aplica una corriente eléctrica. Bajo ciertas condiciones, reduce simultáneamente sólidos suspendidos y microorganismos presentes, incluyendo virus (Wolfgang, 1985).

**Métodos químicos:** “estos tipos de procedimientos se realizan en dos etapas; primero penetran la pared celular y luego reaccionan con las enzimas, paralizando el metabolismo de la glucosa y provocando con ello la muerte del organismo.” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento libro 23, p.20).

1. Yodo
2. Bromo
3. Plata
4. Ozono
5. Cloro

Para desinfectar agua de lluvia, con el tipo de método químico, los procedimientos más empleados se mencionan a continuación:

- Dosificador de cloro: Flotador que dosifica pastillas de hipoclorito de calcio en el agua del tinaco o cisterna, para desinfectar y mantener el agua libre de microorganismos.
- Dosificador de plata coloidal: Esferas impregnadas de plata coloidal, las cuales desinfectan el agua bacteriológicamente.
- Ozonizador: Dispositivo que genera gas ozono a partir del oxígeno presente en el aire. El resultado es la oxidación y mejoramiento de la calidad del agua, así como su desinfección.

## **CAPÍTULO 3. SISTEMAS CONVENCIONALES DE DISTRIBUCIÓN**

Para poder comprender los sistemas convencionales de distribución, es importante entender que los sistemas de alimentación se encuentran dentro del conjunto de una instalación hidráulica, que se define como grupo de tuberías, conexiones y accesorios, cada uno con sus medidas y diámetros correspondientes, que tienen como finalidad alimentar de agua toda la edificación para brindar el servicio de calidad cumpliendo con tres principios básicos: continuidad en el servicio, cantidad de agua suficiente y la presión adecuada para que llegue y funcionen correctamente todos los equipos que requieran el servicio.

### **3.1. Sistema de Abastecimiento**

Los sistemas de abastecimiento se definen como obras de ingeniería que son un conjunto de elementos como son: fuentes de captación y/o abastecimiento, estructuras de almacenamiento y/o regulación, líneas de conducción, red de distribución, tomas domiciliarias y medidores, que tienen como objetivo suministrar agua hasta una zona específica.

Podemos obtener agua de diferentes fuentes de abastecimiento, pero es importante mencionar que dependiendo el uso que se le dará, se utilizará una fuente de abastecimiento diferente y su tratamiento para la calidad del agua cambia para cada caso. A continuación, se mencionan algunas fuentes de abastecimiento.

- Aguas superficiales: Proveniente de presas, ríos y arroyos.
- Aguas subterráneas: Captada por manantiales, galerías filtrantes y pozos.
- Agua de lluvia: Captada por medio de canaletas o tuberías verticales, de las azoteas o techos de las edificaciones.

Cuando ya contamos con la fuente de abastecimiento y con el tratamiento adecuado, es momento de seleccionar el tipo de suministro, para ello existen diferentes sistemas con los que se puede abastecer una edificación.

### 3.2. Sistema de abastecimiento directo

Este tipo de abastecimiento consiste como su nombre lo dice, en bombear directamente el agua de la fuente de abastecimiento a la línea de alimentación de los servicios. Este tipo de sistema no es muy recomendado, ya que sí existen fallas en la línea principal de alimentación (toma domiciliaria), el sistema dentro de la edificación colapsa como la línea principal, ya que no existe ningún tipo de almacenamiento en el sistema que brinde la continuidad en el servicio.

### 3.3. Sistema de abastecimiento por gravedad

En este sistema de distribución, el agua de la fuente de abastecimiento se conduce o bombea, de acuerdo con los requerimientos del proyecto a un tanque elevado, que a partir de este se distribuye a toda la edificación por gravedad.

Este sistema de abastecimiento consiste en el tanque elevado, línea de alimentación y la línea de descarga a los servicios.

### 3.4. Sistema de abastecimiento con presión independiente

Un sistema de presión independiente o conocido comúnmente como sistema hidroneumático, es aquel que consta, en términos generales de un equipo de bombeo (una o más bombas según el caso) y un tanque a presión que se basa en el principio de compresibilidad de aire, que, al ser comprimido por la presión del agua, este equipo proporciona el flujo y la presión requerida a los servicios de manera constante.

### 3.5. Sistema de abastecimiento combinado

Este tipo de sistema se utiliza específicamente para proyectos que lo requieran en su diseño, como puede ser el caso de la combinación de un sistema de bombeo a gravedad y un sistema de bombeo con presión independiente, como ejemplo, podría utilizarse este tipo de sistema enfocándose en instalaciones para edificaciones, en un proyecto que requiera una gran carga dinámica que vencer y se requiera un equipo de bombeo con una gran capacidad de HP (caballos de fuerza), por lo tanto, lo más adecuado sería la unión de estos sistemas de abastecimiento..

Es importante estudiar y observar las necesidades del proyecto, para poder tomar la mejor decisión sobre qué tipo de sistema de abastecimiento es el más recomendable para que cubra las necesidades de diseño.

A continuación, se muestra un ejemplo de un sistema combinado de abastecimiento.

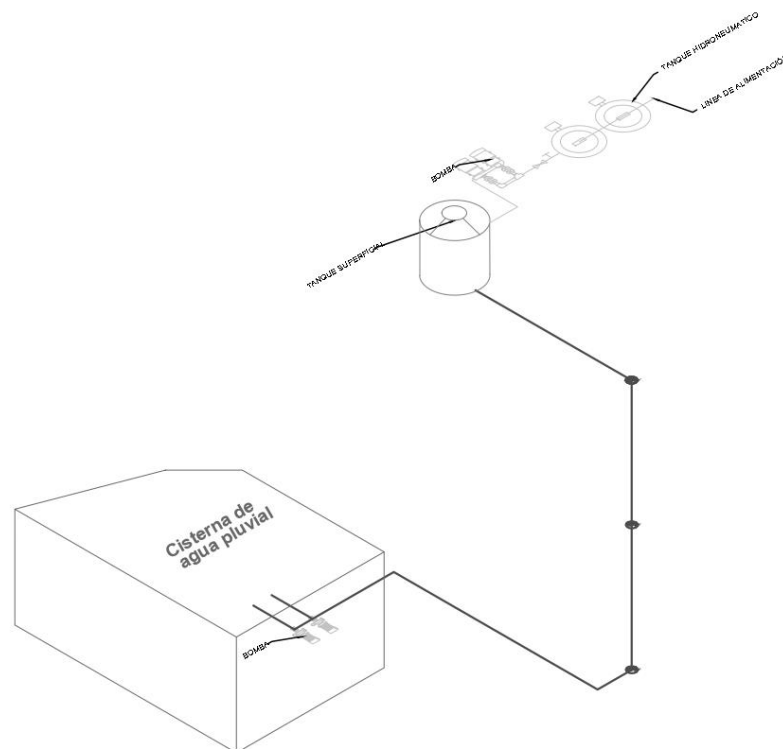


Figura 1. Sistema combinado de abastecimiento

### 3.6. Comparación de los sistemas convencionales

| <b>COMPARACIÓN DE SISTEMAS CONVENCIONALES PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EDIFICACIONES</b> |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>TIPO</b>  | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>VENTAJAS</b>   | <b>DESVENTAJAS</b>   |
| <b>BOMBEO DIRECTO</b>  | La red de la alcaldía o municipio proporciona la presión adecuada para un buen funcionamiento de los muebles sanitarios. | 1.- No requiere un equipo de bombeo para abastecer a los muebles sanitarios.<br>2.- No necesita sistemas de almacenamiento para un buen funcionamiento.<br>3.- El mantenimiento lo realiza directamente el municipio o la alcaldía.<br>4.-No requiere costo extra, en algún equipo adicional. | 1.- En ocasiones la presión no es la adecuada para un buen funcionamiento y abastecimiento para todos los muebles sanitarios de la edificación. Si existe algún corte, fuga, disminución de presión, etc., que requiera el cierre del suministro de agua, esto afectará al funcionamiento de la instalación. |

|                                    |  |  |   |
|------------------------------------|--|--|---|
| <p><b>GRAVEDAD</b></p>             | <p>Se puede encontrar en dos situaciones:</p> <p>1.- La presión de la red municipal es óptima para el funcionamiento, pero no hay continuidad en el suministro de agua, por lo que se requiere un tanque para el almacenamiento a la altura más desfavorable, para posterior distribuir por gravedad hacia los muebles sanitarios. 2.- Si no se cuenta con la presión adecuada, por parte de la red pública de suministro, es indispensable contar con un sistema de bombeo que proporcione la presión requerida para llevar el agua hasta un tanque elevado y realizar el suministro de gravedad.</p> | <p>1.- El suministro de agua hacia los muebles sanitarios es óptimo y la continuidad del servicio no se ve afectada.</p>                                   | <p>1.- Los costos de la instalación se incrementan.</p> <p>2.- El mantenimiento de estos equipos (bomba y equipo de almacenamiento), dependen únicamente del usuario.</p> |
| <p><b>BOMBEO INDEPENDIENTE</b></p> | <p>Es un tipo de sistema que consta de un equipo de bombeo y un tanque a presión, que permite que el agua adquiera la presión necesaria para contar con un servicio óptimo.</p>  | <p>1.-Se puede adecuar la presión del sistema de acuerdo con el tipo y uso de la instalación. 2.- Evita la instalación de tanques elevados en azoteas.</p> | <p>1.-Los costos de la instalación se incrementan.</p> <p>2.-El mantenimiento de este equipo depende únicamente del usuario.</p>  |

Tabla 1. Comparación de los sistemas convencionales de suministro de agua.

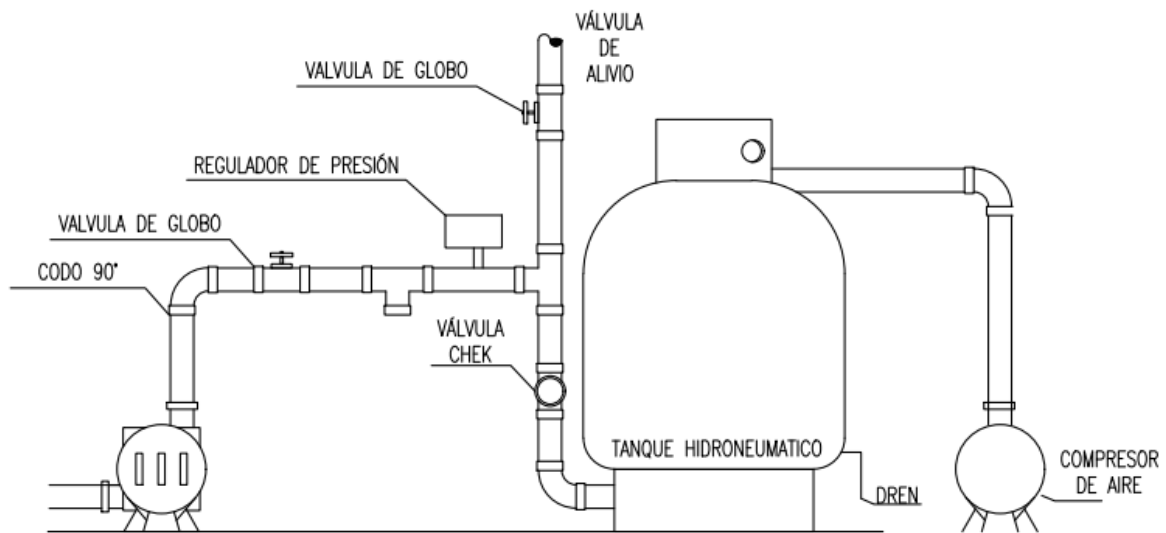
### 3.7. Descripción un sistema a presión independiente (hidroneumático)

Componentes de un sistema hidroneumático:

- A. Tanque a presión
- B. Número de bombas de acuerdo con los requerimientos del proyecto y necesidades de la red de alimentación.
- C. Interruptor eléctrico para suspender el funcionamiento del sistema.
- D. Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- E. Válvulas de retención en cada una de las tuberías de descarga.
- F. Conexiones para absorber las vibraciones.
- G. Llaves de paso entre hidroneumático y bombas.
- H. Manómetro.
- I. Válvula de seguridad.
- J. Dispositivos de control automático.
- K. Interruptores de presión, tanto para arranque a presión mínima, parada a presión máxima, y control de compresor.
- L. Tablero de potencia y control de motores.
- M. Compresor.
- N. Filtro para aire.

A continuación, se presenta un esquema con detalle del sistema.





DETALLE DE HIDRONEUMÁTICO

Figura 2. Detalle de hidroneumático y sus componentes.

Funcionamiento:

El agua que es suministrada desde una red de alimentación es transportada por tuberías a un tanque de almacenamiento (cisterna), donde posteriormente es conducida por un sistema de bombeo previamente calculado, para resistir la carga dinámica y el gasto del proyecto, para después ser impulsada y retenida en un tanque a presión, con volúmenes variables de aire y agua, con características y especificaciones calculadas con base a la red del proyecto. Dentro del tanque a presión ingresa el volumen de agua, esto hará que el aire se comprima y entre a presión, cuando llega al nivel de presión de agua y aire determinados, se realiza el paro del sistema de bombeo y el hidroneumático tiene la capacidad para abastecer a la red, en cuanto la presión baje, nuevamente es encendido el sistema de bombeo para ingresar el volumen de agua al tanque.

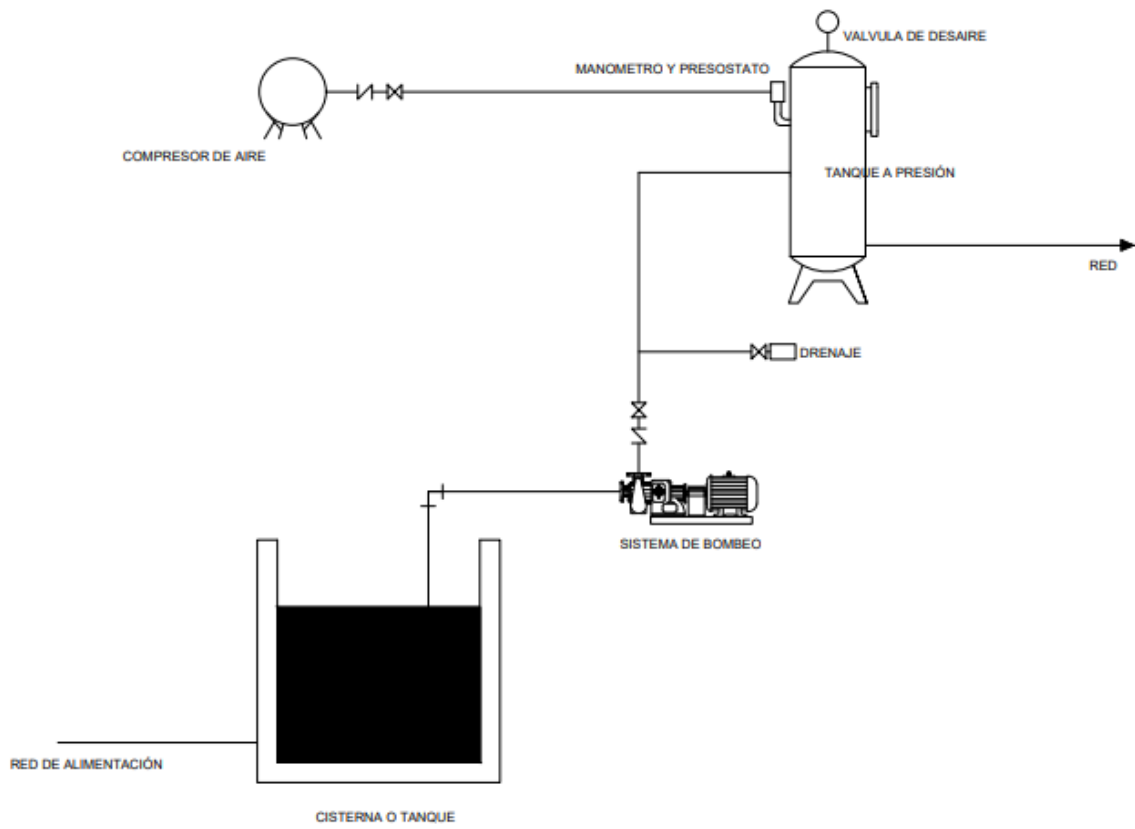


Figura 3. Funcionamiento del sistema hidroneumático.

## **CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Para la determinación del gasto máximo instantáneo que se puede presentar en una instalación de distribución en una edificación, se han desarrollado métodos para el cálculo del gasto o caudal de diseño. Existen metodologías para su diseño puesto que el cálculo puede tornarse complejo por la forma irregular y simultaneidad del uso de los muebles sanitarios en una edificación.

1. Métodos empíricos
2. Métodos probabilísticos
3. Método Alemán de la raíz cuadrada

### 4.1. Métodos empíricos

Este tipo de método utiliza un criterio fundamentado en la experiencia y la elección del proyectista, basado en la simultaneidad y número de los muebles sanitarios que contenga el proyecto. Se recomienda este método para instalaciones con un pequeño sistema de aparatos sanitarios.

#### 4.1.1. Método Francés

Este método toma en consideración el coeficiente de simultaneidad que depende del número de muebles sanitarios, y del uso de la edificación. La norma francesa establece en N.P. 41 204, que el coeficiente de simultaneidad puede aproximarse en función del número de llaves (tomas) de instalación, y se calcula con la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Donde:

n = número de llaves de la instalación  $n > 1$ . Si  $n = 1$  se toma el 100% del gasto.

K = coeficiente de simultaneidad.

Para el cálculo del gasto máximo instantáneo, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{ins} = (\Sigma q) \times (K)$$

Donde:

Q ins =Gasto máximo instantáneo.

K = coeficiente de simultaneidad.

q = consumo por aparato o mueble sanitario, determinado por ensayos prácticos, donde se obtuvieron los siguientes datos.

| <b>MUEBLE O APARATO SANITARIO</b>  |            | <b>GASTO (q) l/s</b> |
|------------------------------------|------------|----------------------|
| Bebedero                           |            | 0.05                 |
| Lavabo                             |            | 0.10                 |
| Regadera                           |            | 0.20                 |
| Bidé                               |            | 0.10                 |
| Tina de baño                       | Completa   | 0.30                 |
|                                    | Media      | 0.20                 |
| Inodoro de tanque                  |            | 0.10                 |
| Fluxómetro                         |            | 2.00                 |
| Urinario de lavado continuo        |            | 0.05                 |
| Urinario de tanque                 |            | 0.10                 |
| Fregadero de vivienda              |            | 0.15                 |
| Fregadero de restaurante           |            | 0.30                 |
| Lavadero                           |            | 0.10                 |
| Vertedero                          |            | 0.20                 |
| Placa turca                        |            | 0.10                 |
| Lavavajillas                       |            | 0.20                 |
| Lavadora automática                |            | 0.20                 |
| Llave aislada                      |            | 0.15                 |
| Llave de garaje                    |            | 0.30                 |
| Boca de riego de 30 mm de diámetro |            | 1.00                 |
| Hidratantes                        | 1 pulgada  | 0.60                 |
|                                    | 2 pulgadas | 3.00                 |
|                                    | 4 pulgadas | 12.00                |

Tabla 2. Consumo de muebles sanitarios.

#### 4.1.2. Método Británico

Para el diseño del gasto máximo instantáneo de una red de distribución, un grupo de proyectistas especialistas en el diseño de instalaciones, realizaron una tabla de “probable demanda simultánea”, ver Tabla No.3.

Para poder desarrollar el cálculo del diseño, es necesario utilizar la tabla de gastos unitarios para cada mueble sanitario, que se presenta en la tabla No.2.

Obteniendo el gasto único por mueble sanitario, realizaremos el desglose por tramos de derivación de cada uno de los aparatos y realizaremos la suma de cada gasto unitario, posteriormente nos dirigiremos a la tabla de “probable demanda simultánea tabla No.3 para obtener el gasto instantáneo (gasto de diseño).

| $\Sigma q$ en l/s | Q instantáneo l/s        |
|-------------------|--------------------------|
| 0.76              | 100 % del máximo posible |
| 0.88              | 0.82                     |
| 1.01              | 0.91                     |
| 1.14              | 1.01                     |
| 1.26              | 1.1                      |
| 1.45              | 1.2                      |
| 1.64              | 1.29                     |
| 1.89              | 1.42                     |
| 2.21              | 1.51                     |
| 2.52              | 1.64                     |
| 2.9               | 1.77                     |
| 3.34              | 1.89                     |
| 3.85              | 2.02                     |
| 4.48              | 2.15                     |
| 5.11              | 2.33                     |
| 5.3               | 2.46                     |
| 6.75              | 2.65                     |
| 7.76              | 2.84                     |
| 8.96              | 3.03                     |
| 10.29             | 3.28                     |
| 11.86             | 3.53                     |
| 13.63             | 3.85                     |
| 15.65             | 4.1                      |
| 18.05             | 4.48                     |
| 20.76             | 4.86                     |
| 23.85             | 5.36                     |
| 27.45             | 5.99                     |
| 31.55             | 6.56                     |
| <500              | 20% del máximo posible   |

Tabla 3. Probable demanda simultánea.

#### 4.1.3. Método Americano

Para este método propuesto por Lewis H. Kessler, realizó dos tablas con porcentajes de simultaneidad para las derivaciones de los aparatos sanitarios tabla No.4, y otra para el diseño de columnas y su distribución tabla No.5, que a continuación se muestra;

| <b>GASTOS EN LAS DERIVACIONES PARA MUEBLES O APARATOS DE USO PÚBLICO</b> |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Número de muebles o aparatos</b>                                      | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 8   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40  |
| <b>Tipo de mueble</b>  | <b>Porcentaje a considerar de la suma de los gastos de los muebles</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lavabos  | 100  | 100 | 75  | 60  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  |
| WC con deposito  | 100  | 67  | 50  | 40  | 37  | 37  | 30  | 30  | 30  | 20  | 20  | 20  | 20  |
| WC con fluxómetro  | 50   | 33  | 30  | 25  | 25  | 25  | 20  | 20  | 20  | 16  | 15  | 15  | 15  |
| Urinaris   | 100  | 67  | 50  | 40  | 37  | 37  | 30  | 27  | 25  | 24  | 23  | 20  | 20  |
| Regaderas  | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 4. Gasto en las derivaciones para muebles o aparatos de uso público.



| <b>PORCENTAJE CONSIDERANDO EN GASTO DE COLUMNAS O DISTRIBUIDORES</b> |                             |                   |
|--|-----------------------------|-------------------|
| Grupos de aparatos servidos  | Porcentaje de simultaneidad |                   |
|  | WC con deposito             | WC con fluxómetro |
| 1  | 100                         | 100               |
| 2  | 90                          | 80                |
| 3  | 85                          | 65                |
| 4  | 80                          | 55                |
| 5  | 75                          | 50                |
| 6  | 70                          | 44                |
| 8  | 64                          | 35                |
| 10   | 55                          | 27                |
| 20   | 50                          | 20                |
| 30   | 43                          | 14                |
| 40   | 38                          | 10                |
| 50   | 35                          | 9                 |
| 75   | 33                          | 8                 |
| 100  | 32                          | 7                 |
| 150  | 31                          | 5                 |
| 200  | 30                          | 4                 |
| 500  | 27                          | 3                 |
| 1000   | 25                          | 2                 |

Tabla 5. Porcentaje de gasto considerado en gasto de columnas.

El gasto máximo instantáneo en la derivación (tramo o sección tipo), es la suma de los consumos de todos los aparatos sanitarios multiplicados por el porcentaje de simultaneidad, con la tabla No.4.

Para el gasto en las columnas y distribución se calcula asumiendo que cada tramo de columna será igual a la suma de los gastos de los muebles sanitarios, multiplicando por el factor porcentaje de simultaneidad tabla No.5 Es fundamental mencionar que está cálculo se basa en tramos tipo o sección tipo de los muebles sanitarios, sin embargo, sí en alguna columna se encuentra diferente este tramo es importante realizar la proporción de acuerdo con el cálculo de consumo de los aparatos sanitarios.

#### 4.2. Métodos probabilísticos

Para este tipo de métodos, como su nombre lo indica está basado en la probabilidad, lo que indica que es lo más cercano a la realidad, no obstante, al momento de la aplicación en el diseño de instalaciones hidráulicas para diseños con pocos muebles sanitarios las consideraciones son demasiado altas.

##### 4.2.1. Método de Hunter

En un diseño de instalaciones para muebles sanitarios en una edificación, se considera que no todos los muebles sanitarios funcionan al mismo tiempo. Para este método probabilístico realizado por el Dr. Roy B. Hunter, se pretende evaluar el gasto máximo probable de solo algunos muebles sanitarios y no de todos los que están conectados a un sistema, puesto que se encuentran en operación simultánea en un periodo de tiempo dado.

Este método es aplicable para grupos con una gran mayoría de muebles sanitarios y consiste en asignar a cada aparato sanitario un número de unidades gasto, el cual se determinó experimentalmente.

Hunter definió como unidad mueble a la cantidad de agua necesaria de cualquier aparato sanitario durante su uso. Para este método se determinó una equivalencia entre el consumo de cada mueble sanitario, basado en las probabilidades y el tiempo de uso simultáneo entre cada aparato.

| Mueble                             | Total | Agua | Agua caliente |
|------------------------------------|-------|------|---------------|
|                                    |       | fría |               |
| Artesa                             | 2     | 1.5  | 1.5           |
| Bebedero                           | 2     | 1.5  | 1.5           |
| Cocineta                           | 1     | 1    |               |
| Fregadero                          | 2     | 1.5  | 1.5           |
| Grupos de baño (WC con fluxómetro) |       |      |               |
| WC-R-L                             | 3     | 3    | 1.5           |
| WC-R                               | 3     | 3    | 1.5           |
| WC-L                               | 3     | 3    | 1             |
| L-R                                | 2     | 1.5  | 1.5           |
| Grupos de baño (WC con tanque)     |       |      |               |
| WC-R-L                             | 2     | 1.5  | 1.5           |
| WC-R                               | 2     | 1.5  | 1.5           |
| WC-L                               | 2     | 1    | 1             |
| Inodoro con fluxómetro             | 3     | 3    |               |
| Inodoro con tanque                 | 1     | 1    |               |
| Lavabos                            | 2     | 1    | 1             |
| Mingitorio con fluxómetro          | 3     | 3    |               |
| Mingitorio con llave de resorte    | 2     | 2    |               |
| Regaderas                          | 2     | 1.5  | 1.5           |
| Vertederos                         | 1     | 1    |               |
| Lavadora de loza                   | 10    |      | 10            |
| Lavadoras (por kg de ropa seca)    |       |      |               |
| Horizontales                       | 3     | 2    | 2             |
| Extractores                        | 6     | 4    | 4             |

Tabla 6. Tablas de equivalencia de unidades mueble.  
(Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas)

Para obtener el gasto máximo instantáneo para las derivaciones, se colocan por tramos los muebles o aparatos, colocando la cantidad y multiplicándola por la unidad mueble de la tabla No.6, de esta manera obtendremos el total de unidades mueble y podemos ingresar a la siguiente tabla y obtener el gasto.

| <b>TABLA GASTO PROBABLE</b>      |                             |                |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------|
| <b>NÚMERO DE UNIDADES MUEBLE</b> | <b>GASTO PROBABLE (L/s)</b> |                |
|                                  | <b>TANQUE</b>               | <b>VÁLVULA</b> |
| 1                                | 0.1                         | No Hay         |
| 2                                | 0.15                        | No Hay         |
| 3                                | 0.2                         | No Hay         |
| 4                                | 0.26                        | No Hay         |
| 5                                | 0.38                        | 1.51           |
| 6                                | 0.42                        | 1.56           |
| 7                                | 0.44                        | 1.61           |
| 8                                | 0.49                        | 1.67           |
| 9                                | 0.53                        | 1.71           |
| 10                               | 0.57                        | 1.77           |
| 12                               | 0.63                        | 1.86           |
| 14                               | 0.7                         | 1.95           |
| 16                               | 0.76                        | 2.03           |
| 18                               | 0.83                        | 2.12           |
| 20                               | 0.89                        | 2.21           |
| 22                               | 0.75                        | 2.29           |
| 24                               | 1.04                        | 2.36           |
| 26                               | 1.11                        | 2.44           |
| 28                               | 1.19                        | 2.51           |
| 30                               | 1.26                        | 2.59           |
| 32                               | 1.31                        | 2.65           |
| 34                               | 1.36                        | 2.71           |
| 36                               | 1.42                        | 2.78           |
| 38                               | 1.46                        | 2.84           |
| 40                               | 1.52                        | 2.9            |
| 42                               | 1.58                        | 2.96           |
| 44                               | 1.63                        | 3.03           |
| 46                               | 1.69                        | 3.09           |
| 48                               | 1.74                        | 3.16           |
| 50                               | 1.8                         | 3.22           |
| 55                               | 1.94                        | 3.35           |
| 60                               | 2.06                        | 3.47           |
| 65                               | 2.16                        | 3.57           |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 70  | 2.27 | 3.66 |
| 75  | 2.34 | 3.78 |
| 80  | 2.4  | 3.91 |
| 85  | 2.48 | 4    |
| 90  | 2.57 | 4.1  |
| 95  | 2.68 | 4.2  |
| 100 | 2.78 | 4.29 |

Tabla 7. Tabla de gasto probable.

Es importante mencionar que la tabla de gasto probable es aún más larga, cuenta con un número más elevado de unidades mueble, que se puede consultar en las “Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción E Instalaciones” o en cualquier otra bibliografía.

Una vez calculado el gasto máximo instantáneo con el método que mejor aplique para el diseño de la instalación, se debe determinar un diámetro (D), proponiendo una velocidad, utilizando la fórmula de continuidad.

Conociendo el diámetro teórico, obtenido por la ecuación anterior, se elige el diámetro comercial más adecuado, dependiendo del material a utilizar.

## **CAPÍTULO 5. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES)**

En México y en el mundo las obras de ingeniería civil y las actividades humanas tienen un gran impacto ambiental, pero refiriéndonos a las edificaciones que es una de las necesidades básicas del ser humano, que consiste en las transformación y construcción de barreras en el entorno natural para el confort humano y un ambiente sano.

La mayoría de las actividades que realizamos habitualmente son desarrolladas dentro de una edificación, por lo que, es indudable el impacto ambiental generado desde el momento en que se está realizando la construcción hasta la habitabilidad del edificio.

El mayor impacto ambiental es el generado en la vida útil del edificio, por las diferentes actividades que se realizan, empezando por actividades básicas del ser humano, refiriéndose a las instalaciones de servicios; abastecimiento de agua potable, instalaciones sanitarias, de voz y datos, instalaciones para gas y electricidad, que a lo largo de la vida útil del edificio se encuentran, por lo tanto, el mayor efecto es generado en esta etapa. Los efectos negativos al ambiente generados en la construcción y operación de un edificio incluyen emisión de gases de efecto invernadero, descargas de agua residual y un desaprovechamiento del agua pluvial.

En consecuencia, se pretende que este impacto sea sostenible y trascienda más allá de lo necesario, así como poder mitigar estos efectos secundarios de las edificaciones, con ayuda de las certificaciones.

En la Ciudad de México en noviembre de 2008 surge como respuesta el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) para atender las problemáticas ambientales, como; la conservación del suelo, las condiciones demográficas de la CDMX, el incremento de la población, escasez de agua y recursos naturales. El PCES es una herramienta para la autorregulación de las edificaciones, para crear un criterio de sustentabilidad y eficiencia ambiental para poder lograr la preservación y conservación de los recursos naturales.

### 5.1. Objetivo del programa

Promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales durante el diseño, construcción y operación de edificaciones en la Ciudad de México, con base en criterios de sustentabilidad y a través de un proceso de certificación; buscando también beneficios sociales que permitan mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2008, pp 5)

### 5.2. Actores involucrados

Este programa va dirigido a las edificaciones de la Ciudad de México que se encuentran en la etapa de diseño, construcción u operación, para los siguientes usos de suelo:

- ❖ Habitacional o residencial
- ❖ Comercial, de servicios, recreativos, espectáculos y de usos mixtos

El programa PCES se puede realizar de manera voluntaria, pero en casos específicos en donde las edificaciones por su tamaño y sus características generan un impacto ambiental significativo la certificación será obligatoria.

### 5.3. Beneficios del programa

Ambientales:

- ❖ Reducción de gases de efecto invernadero y efecto isla calor.
- ❖ Ahorro y eficiencia energética.
- ❖ Aplicación de tecnologías alternativas.
- ❖ Uso eficiente y responsable de los recursos naturales.

Económicos:

Los beneficios fiscales por acciones ambientales se establecen en el Código Fiscal de la CDMX.

- ❖ Incentivos fiscales.
- ❖ Plusvalía a la propiedad.
- ❖ Mejoramiento en la calidad de vida en los habitantes de la edificación.

#### 5.4. Emisión del certificado

Criterios para obtener el certificado de sustentabilidad de acuerdo con la etapa de la edificación y grado de aplicación.

| Categoría           | Etapa de edificación  |                  |
|---------------------|-----------------------|------------------|
|                     | Diseño y construcción | Operación        |
|                     | Puntaje obtenido      | Puntaje obtenido |
| <b>Cumplimiento</b> | 128 - 250             | 145 - 350        |
| <b>Eficiencia</b>   | 251 - 320             | 351 - 479        |
| <b>Excelencia</b>   | 321 - 367             | 480 - 562        |

Tabla 8. Categoría de certificación. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2020, pp 19)

Existen edificaciones para las cuales se determine su participación obligatoria en el programa, aquellas que cumplen con los siguientes requisitos:

- A. Mayores de cien mil metros cuadrados de construcción.
- B. Mayores de cinco mil metros cuadrados de superficie del terreno.
- C. Si en el predio y/o el área de influencia del proyecto se encuentran zonas de patrimonio natural y/o cultural tangible y/o intangible.
- D. Si se identifica pueblo o barrio originario o comunidad indígena residente en el área de influencia del proyecto.
- E. Si la edificación es un gran consumidor de agua y/o es un gran generador de residuos.
- F. Si el predio en el que se encuentra la edificación es parte de un polígono de actuación cuya superficie sea mayor a cinco mil metros cuadrados.



- G. Si el predio en el que se encuentra la edificación es resultado de una fusión de predios cuya superficie sea mayor a cinco mil metros cuadrados.
- H. Aquellas que determine la SEDEMA a través de la Dirección General De Evaluación De Impacto Y Regulación Ambiental (DGEIRA) derivado de su proceso de evaluación en materia de impacto ambiental.

#### 5.5. Criterios de sustentabilidad

A continuación, se presentan los rubros o criterios a evaluar en edificaciones sustentables.

- A. Acción en la comunidad: Implementación de campañas de cultura y responsabilidad ambiental, así como propiciar espacios de infraestructura en el diseño de la edificación en caso de desastre.
- B. Agua: Reducir el consumo de agua potable mediante la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia que se reutilice en actividades que no requieran agua potable, como sanitarios, riego y lavado de autos, equipos hidrosanitarios de bajo o nulo consumo, disponibilidad de agua tratada en una red secundaria.
- C. Aire y movilidad: Promover el uso de transporte no motorizado con la Instalación de bici estacionamientos seguros e instalar centros de carga para vehículos eléctricos.
- D. Biodiversidad: Mantenimiento de áreas verdes en la vía pública cercana a la edificación, conservar las áreas verdes que existan en el predio y adquisición de especies vegetales propias de la región.
- E. Calidad de vida a usuarios: Integrar en el diseño de la edificación superficies para realizar actividades de descanso o esparcimiento, Informar a los usuarios acerca de temas relativos a la salud, desarrollo personal, actividad física dentro y fuera de la edificación, entre otros.

- F. Energía: Disminuir la ganancia de calor en los espacios interiores, reducir el consumo de energía mediante la implementación de sistemas y equipos generadores de energía eléctrica y bioenergéticas.
- G. Materiales y residuos: Promover el uso de agregados reciclados en elementos que no sean estructurales, fomentar prácticas de consumo responsable, separación de los residuos valorizables de la edificación.
- H. Redes eficientes de energía: Reducir la pérdida de calor en las tuberías de agua caliente, instalar equipos eficientes en los sistemas de climatización que permitan reducir el consumo de energía eléctrica e instalar luminarias eficientes.
- I. Responsabilidad social: Implementar campañas de conservación y difusión de los pueblos originarios, implementar una bitácora y programa de seguimiento de indicadores de los criterios anteriores, promover la actividad física constante entre los usuarios y la seguridad de los usuarios.

## CAPÍTULO 6. CASO PRÁCTICO

### 6.1. Memoria descriptiva

El presente proyecto contempla la construcción de un edificio de uso mixto, dedicado a uso comercial y servicios, que se ubicará en la calle Calzada de Tlalpan No.4663, Col. Toriello Guerra, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México. Ubica en las coordenadas:

Latitud (x): 19.29447461043755

Longitud (y): -99.15823210739839

coordenadas UTM

Zona: 14Q 483407.00 m E 2133319.00 m N

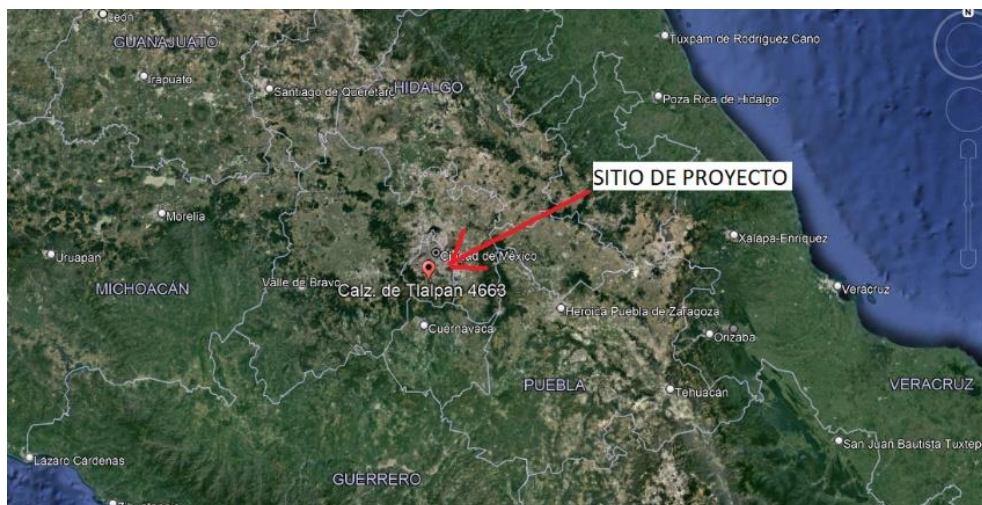


Figura 4. Localización del proyecto. (Google Earth).

La finalidad del presente proyecto es realizar el diseño de una instalación de sistema alternativo con alcance de sustentabilidad para el aprovechamiento de captación de agua de lluvia e implementarla en los servicios que no requieran agua potable (WC).



Figura 5. Georreferencia del proyecto. (Google Earth).

### Descripción del proyecto

El proyecto consta con las siguientes áreas:

| <b>SUPERFICIES DEL PREDIO</b>    |           |                |
|----------------------------------|-----------|----------------|
| Superficie del predio            | 6,603.39  | m <sup>2</sup> |
| Superficie s.n.b.                | 16,477.69 | m <sup>2</sup> |
| Superficie b.n.b.                | 19,810.17 | m <sup>2</sup> |
| Superficie de área libre         | 3,331.15  | m <sup>2</sup> |
| Superficie total de construcción | 36,287.86 | m <sup>2</sup> |

Tabla 9. Superficies del predio.

Dadas las características de la infraestructura y del drenaje de la zona, donde se ubica este proyecto, se diseñó una red independiente de captación de agua de lluvia para su utilización en los servicios internos que no requieran agua potable del edificio.

La captación de agua de lluvia que se genera en la azotea del edificio se llevará a cabo con coladera tipo pretil, distribuidas de manera en los puntos más estratégicos para el proyecto.

Las bajadas de agua pluvial serán dirigidas hasta el nivel más bajo del proyecto y captadas hasta llegar a un separador de primeras lluvias que como su nombre lo indica, es capaz de separar los primeros volúmenes de agua, para posteriormente llegar a la cisterna de agua pluvial.

Una vez almacenada el agua de lluvia, pasara por un filtro de lecho profundo para la desinfección del agua y considerar el agua libre de contaminación, posterior a la desinfección, se propone para la distribución de agua a los servicios un equipo de bombeo independiente (hidroneumático), para alimentar a los servicios de WC del edificio.

La cisterna de agua pluvial contará con un sistema de demasías o excedencias que se conectará directamente a la red general de la alcaldía.

## 6.2. Cálculo del gasto pluvial

Partiendo de la fórmula del Método Racional Americano, para obtener el gasto de aportación que llegará a la cisterna de agua pluvial, como lo indican las Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas.

### 6.2.1. Coeficiente de escurrimiento

Para este proyecto se tomará en cuenta el valor **C=0.95** max en zona comercial.

| TIPO DEL ÁREA DRENADA      | C    |             |
|----------------------------|------|-------------|
|                            | MÍN  | MÁX         |
| <b>ZONAS COMERCIALES</b>   |      |             |
| Zona comercial             | 0.75 | <u>0.95</u> |
| Vecindarios                | 0.5  | 0.7         |
| <b>ZONAS RESIDENCIALES</b> |      |             |
| Unifamiliares              | 0.3  | 0.5         |
| Multifamiliares espaciados | 0.4  | 0.5         |
| Multifamiliares compactos  | 0.6  | 0.75        |
| Semiurbanas                | 0.25 | 0.4         |
| Casas habitación           | 0.5  | 0.7         |
| <b>ZONAS INDUSTRIALES</b>  |      |             |

|  |      |      |
|--|------|------|
| Espaciado  | 0.5  | 0.8  |
| Compacto   | 0.6  | 0.9  |
| Cementerios y parques                                    | 0.1  | 0.25 |
| Campos de juego  | 0.2  | 0.35 |
| Patios de ferrocarril                                    | 0.2  | 0.4  |
| Zonas suburbanas   | 0.1  | 0.3  |
| Asfaltadas   | 0.7  | 0.95 |
| De concreto hidráulico                                   | 0.8  | 0.95 |
| Adoquinados  | 0.7  | 0.85 |
| Estacionamientos   | 0.75 | 0.85 |
| Techados   | 0.75 | 0.95 |
| PRADERAS   |      |      |
| Suelos arenosos planos<br>(Pendientes 0.02)              | 0.05 | 0.1  |
| Suelos arenosos con pendientes Medias<br>(0.02 - 0.07)   | 0.1  | 0.15 |
| Suelos arenosos escarpados<br>(0.07 o más)               | 0.15 | 0.2  |
| Suelos arcillosos planos<br>(0.02 o menos)               | 0.13 | 0.17 |
| Suelos arcillosos con pendientes medias<br>(0.02 - 0.07) | 0.18 | 0.22 |
| Suelos arcillosos escarpados<br>(0.07 o más)             | 0.25 | 0.35 |

Tabla 10. Valores de coeficiente de escurrimiento. (Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas)

### 6.2.2. Cálculo de altura de precipitación

Para el cálculo del gasto pluvial se implementarán las isolíneas propuestas por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México de 5 minutos y 10 años de retorno.

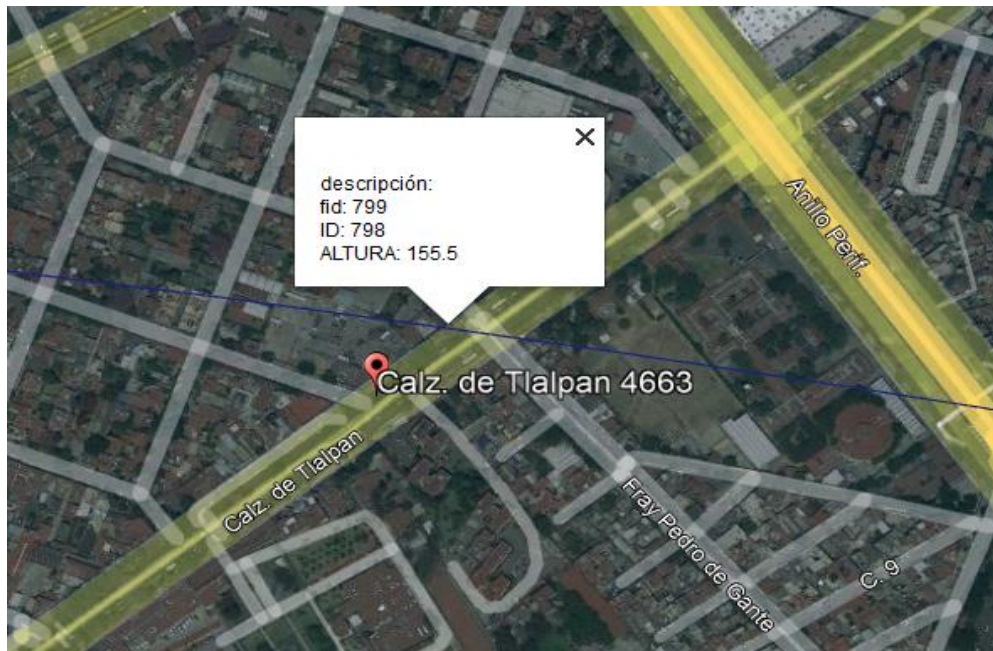


Figura 6. Altura de precipitación de 5 min de duración y 10 años de tiempo de retorno.

(Guía técnica de SACMEX)

Cálculo de altura de precipitación media anual con isolíneas propuestas por SACMEX:

De acuerdo con las isolíneas durante una lluvia de 60 minutos y 10 años de tiempo de retorno, implementando las especificaciones de la guía técnica propuesta por el SACMEX, se obtuvo una precipitación de 44.7 mm, para el cálculo de la cisterna de agua pluvial.





Figura 7. Altura de precipitación de 60 minutos de duración y 10 años de tiempo de retorno. (Guía técnica de SACMEX)

Para el cálculo de la cisterna pluvial, esta deberá ser capaz de almacenar el volumen de lluvia captado por el área total tributaria (azotea), la fórmula para obtener el volumen adecuado es la marcada en la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 120/153.

$$V_A = \frac{C A H_{ptt}}{1000}$$

*Donde:*

$V_A$  = volumen promedio de captación anual ( $m^3$ )

$C$  = coeficiente de escurrimiento

$H_{ptt}$  = Altura de precipitación promedio anual

$A$  = área tributaria de captación ( $m^2$ )

Para obtener la altura de precipitación que se utilizara para el cálculo del volumen de la cisterna pluvial, se calculó con 2 metodologías para obtenerla:

1. Con las normales climatológicas
2. Isolíneas que propone el SACMEX



A continuación, se muestra el desarrollo y cálculo de las dos metodologías, y poder seleccionar el que mejor se acople a las necesidades del proyecto.

1. Cálculo altura de precipitación media anual con las normales climatológicas y volumen de la cisterna:

Para esta metodología se buscó una estación climatológica más cercana al proyecto, y que se encontrara activa, para posterior obtener las normales climatológicas y obtener el acumulado, los meses registrados y la media de los datos.

Finalmente obtenemos la precipitación media con el promedio de las precipitaciones de la columna de (media).

Tabla 11. Cálculo de la altura de precipitación media anual por el método de las normales climatológicas.

| <b>ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA 9014</b> |       |         |       |       |       |       |       |        |            |         |           |           |           |              |         |
|------------------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------|
| AÑO                                | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO  | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ACUMULADO | MESES        | MEDIA   |
| 2000                               | 0     | 0       | 0     | 0     | 130.2 | 127.4 | 93.3  | 227.8  | 165        | 61.5    | 9         | 0         | 814.2     | 12           | 67.85   |
| 2001                               | 2.3   | 9       | 0     | 74.2  | 171.5 | 105   | 183.9 | 147.8  | 223.1      | 157     | 4         | 2         | 1079.8    | 12           | 89.98   |
| 2002                               | 6     | 2.5     | 8.2   | 11    | 50.8  | 141.7 | 190.7 | 88.1   | 314.3      | 125.2   | 41.3      | 0         | 979.8     | 12           | 81.65   |
| 2003                               | 0     | 0       | 0     | 35    | 3.5   | 260.4 | 168.1 | 181.3  | 22.4       | 11      | 0         | 0         | 681.7     | 12           | 56.81   |
| 2004                               | 0     | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 114.9 |        |            |         |           |           | 114.9     | 7            | 16.41   |
| 2005                               | 7     | 1       | 1     | 14.2  | 20.8  | 131.2 | 173.3 | 164.6  | 77.9       | 57.7    |           |           | 648.7     | 10           | 64.87   |
| 2006                               |       |         |       |       |       | 113.8 | 197.1 | 268.9  | 183.3      | 76      | 48.2      | 3         | 890.3     | 7            | 127.19  |
| 2007                               | 3.7   | 25.7    | 16.8  | 17.5  | 100.5 | 79.3  | 210.2 | 183.5  | 256.2      | 63.5    | 1         | 0         | 957.9     | 12           | 79.83   |
| 2008                               | 0     | 0       | 0     | 17    | 53    | 86    | 120.2 | 154.8  | 126        | 50      | 0         | 0         | 607       | 12           | 50.58   |
| 2010                               |       |         |       |       |       |       | 260   | 130.2  | 125.7      | 2       | 3         | 0         | 520.9     | 6            | 86.82   |
| 2011                               | 1     | 1       | 0     | 14.5  | 16    | 139.5 | 189.8 | 208.5  | 0          | 79.5    | 15.5      | 0         | 665.3     | 12           | 55.44   |
| 2012                               | 0     | 34      | 40    | 15.5  | 30.5  | 115.5 | 254.6 | 206.5  | 89         | 23      | 3.5       | 0         | 812.1     | 12           | 67.68   |
| 2013                               | 0     | 2       | 0     | 5.5   | 90.8  | 123   | 165   | 107    | 137        |         | 72        |           | 702.3     | 10           | 70.23   |
| 2014                               | 0     | 0       | 2.5   | 35.5  | 49    | 166.2 | 86.2  | 126.2  | 119.7      | 92.5    | 9         | 18        | 704.8     | 12           | 58.73   |
| 2015                               | 0     | 3       | 46.5  | 38.5  | 249   | 149   | 134.5 | 95     | 182.5      |         |           | 6.5       | 904.5     | 10           | 90.45   |
| 2016                               | 7.5   | 0       | 45    | 18    | 43    | 135.5 | 137.5 | 164    | 200        | 44.5    | 86        | 2         | 883       | 12           | 73.58   |
| <b>SUMA</b>                        |       |         |       |       |       |       |       |        |            |         |           |           | 11967.2   | 170          | 1138.10 |
| <b>Hpt=</b>                        |       |         |       |       |       |       |       |        |            |         |           |           |           | <b>71.13</b> |         |
| <b>Área captada</b>                |       |         |       |       |       |       |       |        |            |         |           |           |           |              | 3112.71 |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| $V_{TP} = \frac{0.95 * H_{pt} * A}{1000}$ |                       |
| <b>V=</b>                                 | 210.34 m <sup>3</sup> |

Tabla 12. Cálculo del volumen de la cisterna de agua pluvial.

## 2. Cálculo de la cisterna de agua pluvial con isolíneas propuestas por el SACMEX

A continuación, sustituimos los valores en la fórmula para obtener el gasto pluvial.

| <b>GASTO DE DISEÑO</b>          |             |
|---------------------------------|-------------|
| $Q = 2.778 \text{ CIA}$         |             |
| A: Área de captación [Hec]      | 0.311271    |
| C: Coeficiente [adimensional]   | 0.95        |
| I: Intensidad de Lluvia [mm/hr] | 155.5       |
| Q: Gasto pluvial [l/s]          | 127.7394085 |

Tabla 13. Cálculo del gasto pluvial.

### 6.3. Dimensionamiento de la cisterna de agua pluvial

El dimensionamiento de la cisterna de agua pluvial se basará en el cálculo de la guía técnica de elaboración de sistemas alternativos que propone el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), especialmente para este sistema de captación de lluvia.

Para evitar rebosamientos, las cisternas deberán tener un sobre dimensionamiento de al menos 15% del volumen calculado. Con base a este parámetro que se indica en la guía técnica, se dimensiona al 15% de la capacidad la cisterna pluvial

| <b>DISEÑO DE LA CISTERNA PLUVIAL</b>      |         |
|---|---------|
| $V_{TP} = \frac{0.95 * H_{pt} * A}{1000}$ |         |
| Hpt: Intensidad de lluvia [mm/hr]         | 44.70   |
| A: Área de captación [m2]                 | 3112.71 |
| Vtp: Volumen de la cisterna [m3]          | 132.18  |
| Vtp con 15% dimensionamiento [m3]         | 152.01  |

Tabla 14. Cálculo de la cisterna pluvial con isólineas.

| <b>DIMENSIONES DE LA CISTERNA</b> |      |
|-----------------------------------|------|
| Tirante [m]                       | 2.5  |
| Largo [m]                         | 8.50 |
| Ancho [m]                         | 7.20 |
| Vtp [m <sup>3</sup> ]             | 153  |

Tabla 15. Dimensiones de cisterna propuesta.

Para este proyecto se contempló en el cálculo de la cisterna de agua pluvial las isólineas que propone la guía técnica del SACMEX, debido a que la precipitación con las dos metodologías variaba, y con las normales meteorológicas se obtiene una cisterna de mayor capacidad y se concluyó que la cisterna quedaría sobrada por las alturas que se contemplan, además de contemplar las necesidades y especificaciones del diseño, identificando la propuesta de las demás cisternas y diseños que contemplan otras instalaciones.

#### 6.4. Cálculo de las bajadas pluviales

Para el cálculo de las coladeras de azotea y bajadas pluviales se considerará una intensidad de lluvia de 5 minutos de duración y 10 años de tiempo de retorno. De acuerdo con las recomendaciones y lineamientos que indica el SACMEX.

El diámetro de las bajadas pluviales se calcula despejando el diámetro de la ecuación de Manning y la ecuación de continuidad.

Ecuación de Manning y ecuación de continuidad

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad Q = V A$$

Se obtiene:

$$Q = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \times \frac{\pi d^2}{4} \quad \rightarrow \quad Q = \frac{\left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \times \frac{\pi d^2}{4}$$

Diámetro despejado de la ecuación:

$$d = \left( \frac{4^{\frac{5}{3}} Q n}{\pi S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

$d$  = diámetro (m)

$n$  = coeficiente de rugosidad (adimensional)

$Q$  = gasto ( $\frac{m^3}{s}$ )

$S$  = pendiente

Para obtener el gasto de cada coladera y tubería vertical, se calcula con el método racional americano, con los datos obtenidos de precipitación y coeficiente de escurrimiento, obtenidos anteriormente. El material de la tubería que se utilizara es Policloruro de Vinilo (PVC).

| TUBERÍA VERTICAL |                        |             |           |       |                  |                  |       |           |
|------------------|------------------------|-------------|-----------|-------|------------------|------------------|-------|-----------|
| No. B.A.P        | Área [m <sup>2</sup> ] | Gasto [l/s] | Pendiente | n     | D (calculado) mm | D (comercial) mm | Área  | Velocidad |
| 1                | 825.65                 | 33.88       | 0.01      | 0.009 | 176.38           | 192.2            | 0.029 | 0.856     |
| 2                | 1157.00                | 47.48       | 0.01      | 0.009 | 200.17           | 201.7            | 0.032 | 0.673     |
| 3                | 1065.71                | 43.73       | 0.01      | 0.009 | 194.09           | 201.7            | 0.032 | 0.731     |

Tabla 16. Cálculo de la tubería vertical de captación.

Para este proyecto se obtuvieron 3 B.A.P. (Bajadas de Agua Pluvial), que antes de ingresar a la cisterna de agua pluvial, pasará por dos tipos de pre-filtrado.

#### 6.5. Cálculo de la red horizontal

Para el cálculo de los tramos horizontales del sistema de captación, se toman los mismos valores de coeficiente de escurrimiento e intensidad de lluvia de 5 minutos de duración y 10 años de tiempo de retorno. El único valor distinto será la pendiente, con un valor de 2%.

| <b>TUBERÍA HORIZONTAL</b> |                        |             |           |       |                  |                  |       |           |
|---------------------------|------------------------|-------------|-----------|-------|------------------|------------------|-------|-----------|
| No.Tramo                  | Área [m <sup>2</sup> ] | Gasto [l/s] | Pendiente | n     | D (calculado) mm | D (comercial) mm | Área  | Velocidad |
| T-1                       | 825.65                 | 33.88       | 0.02      | 0.009 | 154.88           | 192.2            | 0.029 | 0.856     |
| T-2                       | 1982.65                | 81.36       | 0.02      | 0.009 | 215.11           | 241.1            | 0.046 | 0.561     |
| T-3                       | 1065.71                | 43.73       | 0.02      | 0.009 | 170.44           | 192.2            | 0.029 | 0.663     |
| T-4                       | 3048.36                | 125.10      | 0.02      | 0.009 | 252.77           | 253.4            | 0.050 | 0.403     |

Tabla 17. Cálculo de tramos horizontales de la red de captación.

#### 6.6. Tratamiento de prefiltrado

De acuerdo con la guía técnica proporcionada por SACMEX, para el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia, este deberá tener un sistema de pretratamiento de agua pluvial antes de ingresar a la cisterna de agua pluvial. Debe evitar la entrada de partículas y organismos que podrían poner en riesgo la calidad del agua. Todos los equipos y dispositivos que sean utilizados deberán ser colocados de manera accesible para su instalación, mantenimiento e inspección.

1. Filtro de hojas: Dispositivo que tiene como función retener hojas y la materia orgánica mayor a 1 mm que se pueda arrastrar y encontrar en el área de captación. Este dispositivo está fabricado con PVC y malla de acero inoxidable, se recomienda su ubicación después del separador de primeras lluvias, no

obstante, sí en el lugar de captación existe una gran cantidad de hojas se puede instalar en las B.A.P.

2. Separador Vórtice Plus: Cumple las funciones de un sedimentador y una trampa de grasas, permitiendo el tratamiento primario de altos volúmenes de agua pluvial, no requiere energía eléctrica. Implementa una limpieza del escurrimiento pluvial antes de su almacenamiento para reutilización o infiltración.

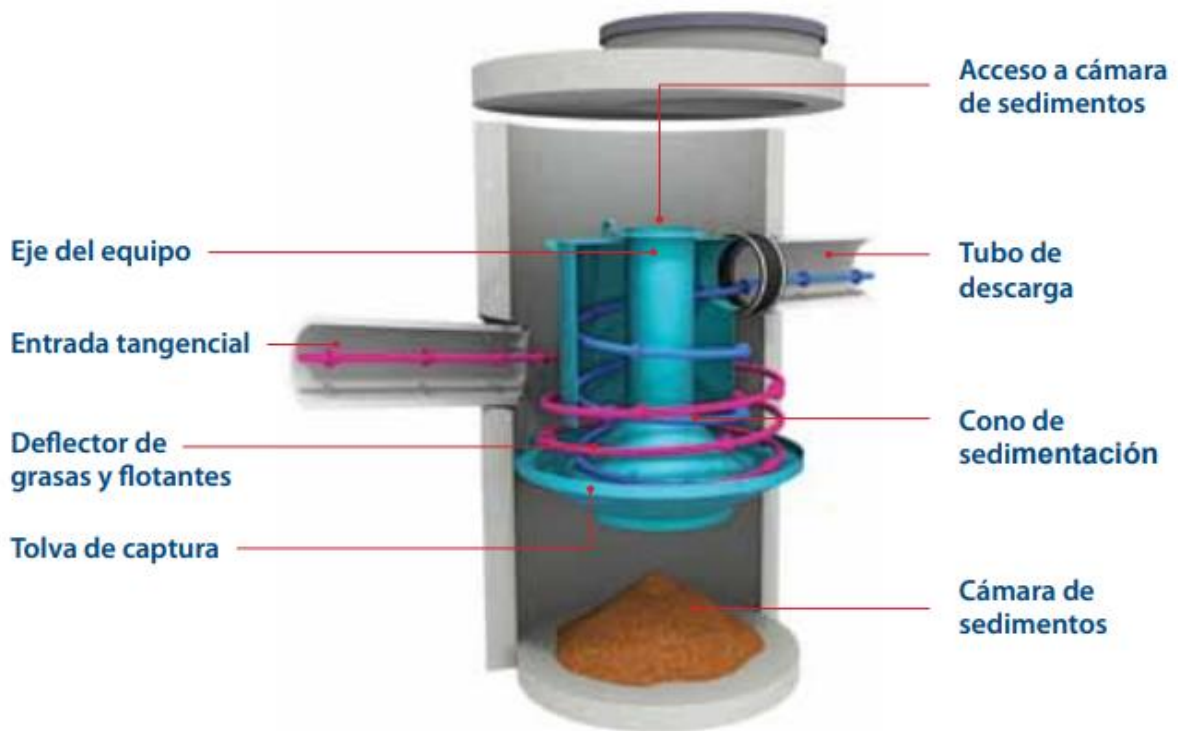


Figura 8. Separador Vórtice Plus (Hidrosoluciones pluviales).

### 6.7. Equipos de tratamiento

Conforme a los lineamientos que establece SACMEX para el uso y aprovechamiento de agua de lluvia, debe garantizar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, para prevenir y evitar la propagación de enfermedades relacionadas con el agua.

Es importante destacar que para este proyecto solo se contempla el uso de agua pluvial para muebles sanitarios y no para consumo humano.

El tratamiento físico comienza a aplicarse después del tanque de almacenamiento, específicamente después de la bomba, en esta etapa se busca retirar sólidos suspendidos que no fueron retenidos en el pretratamiento, los usos recomendados utilizando sólo esta etapa de tratamiento son: riego, lavado de autos, limpieza de pisos, lavado de ropa de color y uso sanitario.

- Filtro de lecho profundo: proceso para disminuir la concentración de sólidos suspendidos (partículas), retiene los sedimentos visibles y elementos suspendidos. Este tipo de filtro granular retiene los sedimentos visibles y elementos suspendidos en el agua, refiriéndose a sólidos suspendidos totales (SST).  
Evita la formación de cloraminas, usado como primera etapa en el proceso de filtración de agua. Contiene un sistema de retrolavado automático que limpia su filtro periódicamente.

#### 6.8. Sistema de aprovechamiento

Para el cálculo de la red de distribución de aprovechamiento de agua de lluvia para los sanitarios, se utilizará el método de Hunter, con el cual se obtiene el gasto de cada mueble sanitario y los diámetros que se utilizarán en su instalación.



| Mueble                             | Total | Agua |          |
|------------------------------------|-------|------|----------|
|                                    |       | fría | caliente |
| Artesa                             | 2     | 1.5  | 1.5      |
| Bebedero                           | 2     | 1.5  | 1.5      |
| Cocineta                           | 1     | 1    |          |
| Fregadero                          | 2     | 1.5  | 1.5      |
| Grupos de baño (WC con fluxómetro) |       |      |          |
| WC-R-L                             | 3     | 3    | 1.5      |
| WC-R                               | 3     | 3    | 1.5      |
| WC-L                               | 3     | 3    | 1        |
| L-R                                | 2     | 1.5  | 1.5      |
| Grupos de baño (WC con tanque)     |       |      |          |
| WC-R-L                             | 2     | 1.5  | 1.5      |
| WC-R                               | 2     | 1.5  | 1.5      |
| WC-L                               | 2     | 1    | 1        |
| Inodoro con fluxómetro             | 3     | 3    |          |
| Inodoro con tanque                 | 1     | 1    |          |
| Lavabos                            | 2     | 1    | 1        |
| Mingitorio con fluxómetro          | 3     | 3    |          |
| Mingitorio con llave de resorte    | 2     | 2    |          |
| Regaderas                          | 2     | 1.5  | 1.5      |
| Vertederos                         | 1     | 1    |          |
| Lavadora de loza                   | 10    |      | 10       |
| Lavadoras (por kg de ropa seca)    |       |      |          |
| Horizontales                       | 3     | 2    | 2        |
| Extractores                        | 6     | 4    | 4        |

Tabla 18. Valores de unidades mueble para instalaciones hidráulicas. (Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas)

Realizamos el cálculo de los muebles sanitarios que tiene el proyecto con base a las unidades mueble del método de Hunter. El gasto es obtenido a partir de U.M, este se obtiene de las tablas de las Normas y Especificación para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones.

| <b>Gasto de Unidades Mueble</b>            |     |          |        |
|--|-----|----------|--------|
| Mueble                                     | U.M | Cantidad | Total  |
| Inodoro público con fluxómetro             | 3   | 40       | 120    |
| Mingitorio de pared público con fluxómetro | 3   | 8        | 24     |
| Total                                      |     |          | 144    |
| Gasto [l/s]                                |     |          | 5.0000 |
| Gasto [m <sup>3</sup> /s]                  |     |          | 0.0050 |

Tabla 19. Gasto de unidades mueble del proyecto.

Para obtener los diámetros de la red de distribución nos basamos en las consideraciones del método de Hunter, así como la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning. El material que se propone para la tubería de aprovechamiento es cobre.

Para obtener el diámetro de la red para cada tramo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{(4) * (Q)}{(\pi) * (V)}}$$

Donde:

$d = \text{diámetro (m)}$

$Q = \text{gasto } \left(\frac{m^3}{s}\right)$

$V = \text{Propuesta de velocidad}$

Con base a los diámetros teóricos calculados podemos seleccionar un diámetro comercial y poder calcular la velocidad requerida con el diámetro comercial, así mismo revisar si se encuentra en los parámetros recomendados: 0.5 m/s a 3.00 m/s, sin embargo, para tener una óptima función y que no ocasione vibraciones, ruido que moleste a los usuarios, se considera una velocidad de 1.5 m/s

Tabla 20. Método de Hunter.

| MÉTODO DE HUNTER      |  |          |               |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
|-----------------------|--|----------|---------------|---------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------------|---------|--------------------------------|
| Tramos o derivaciones | Mueble o aparato                           |          | Unidad mueble | Total, de unidades mueble | Qmi (L/s) | Qmin (m3/s) | Diámetro     |              |                    | Área m2 | Velocidad (m/s) 0.5 a 2.00 m/s |
|                       | Descripción                                | Cantidad |               |                           |           |             | Teórico (mm) | Interno (mm) | Nominal (pulgadas) |         |                                |
| RAMAL PRINCIPAL       |  |          |               |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| A-B                   | Inodoro público con fluxómetro             | 40       | 3.00          | 144.00                    | 5.0000    | 0.0050      | 65.15        | 63.3730      | 21/2               | 0.0032  | 1.59                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 8        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| B-C                   | Inodoro público con fluxómetro             | 35       | 3.00          | 126.00                    | 4.7300    | 0.0047      | 63.36        | 63.3730      | 21/2               | 0.0032  | 1.50                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 7        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| C-D                   | Inodoro público con fluxómetro             | 30       | 3.00          | 108.00                    | 4.4000    | 0.0044      | 61.11        | 63.3730      | 21/2               | 0.0032  | 1.39                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 6        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| D-E                   | Inodoro público con fluxómetro             | 25       | 3.00          | 90.00                     | 4.1000    | 0.0041      | 58.99        | 63.3730      | 21/2               | 0.0032  | 1.30                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 5        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| E-F                   | Inodoro público con fluxómetro             | 20       | 3.00          | 72.00                     | 3.7100    | 0.0037      | 56.12        | 63.3730      | 21/2               | 0.0032  | 1.18                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 4        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| F-G                   | Inodoro público con fluxómetro             | 15       | 3.00          | 54.00                     | 3.3200    | 0.0033      | 53.09        | 51.0290      | 2                  | 0.0020  | 1.62                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 3        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| G-H                   | Inodoro público con fluxómetro             | 10       | 3.00          | 36.00                     | 2.7800    | 0.0028      | 48.58        | 51.0290      | 2                  | 0.0020  | 1.36                           |
|                       | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 2        | 3.00          |                           |           |             |              |              |                    |         |                                |
| H-1                   | Inodoro público con fluxómetro             | 5        | 3.00          | 18.00                     | 2.1200    | 0.0021      | 42.42        | 38.7860      | 11/2               | 0.0012  | 1.79                           |

|   |  |  |      |      |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | Mingitorio de pared público con fluxómetro |  | 3.00 | 3.00 |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|------|------|--|--|--|--|--|--|--|

| RAMAL SECUNDARIO (PLANTA TIPO) |  |   |      |       |        |        |       |         |      |        |      |
|--------------------------------|--|---|------|-------|--------|--------|-------|---------|------|--------|------|
| B-1                            | Inodoro público con fluxómetro             | 5 | 3.00 | 18.00 | 2.1200 | 0.0021 | 42.42 | 38.7860 | 11/2 | 0.0012 | 1.79 |
|                                | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 1 | 3.00 |       |        |        |       |         |      |        |      |
| T3-T2                          | Inodoro público con fluxómetro             | 3 | 3.00 | 9.00  | 1.7100 | 0.0017 | 38.10 | 38.7860 | 11/2 | 0.0012 | 1.45 |
| T2-T1                          | Inodoro público con fluxómetro             | 5 | 3.00 | 15.00 | 1.9900 | 0.0020 | 41.10 | 38.7860 | 11/2 | 0.0012 | 1.68 |
| T4-T1                          | Mingitorio de pared público con fluxómetro | 1 | 3.00 | 3     | 1.5100 | 0.0015 | 35.80 | 32.7910 | 11/4 | 0.0008 | 1.79 |

## 6.9. Cálculo del equipo de presión independiente

Para este proyecto se utilizó un equipo de presión independiente para el aprovechamiento de agua pluvial hacia los muebles sanitarios, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se puede adaptar la presión del sistema de acuerdo con el tipo y uso de la instalación.
- Previene la instalación de tanques elevados en azoteas, evitando un peso muerto extra a la edificación para el cálculo estructural y una estética visual de la azotea libre de tinacos.

### 6.9.1. Equipo de bombeo

El gasto del equipo de bombeo son los 5.00 l/s que se calcularon con el método de Hunter.

Cálculo del diámetro de succión del equipo de bombeo.

Para el cálculo del diámetro se propone una velocidad de 1.5 m/s, para hacer óptimo su funcionamiento y no generar molestias a los usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{(4) * \left(\frac{5.0}{1000}\right)}{\pi * (1.5)}} = 0.065 \text{ m} = 65 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro de succión se considerará de 2 ½ pulgada

Realizamos la revisión de la velocidad con el nuevo diámetro comercial propuesto:

$$Q = VA$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.005}{\frac{\pi(0.06337)^2}{4}} = 1.58 \text{ m/s}$$

Cálculo del diámetro de descarga del equipo de bombeo:

Para el cálculo del diámetro se propone una velocidad de 1.5 m/s, para hacer óptimo su funcionamiento y no generar molestias a los usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{(4) * \left(\frac{5.0}{1000}\right)}{\pi * (1.5)}} = 0.065 \text{ m} = 65 \text{ mm}$$

Realizamos la revisión de la velocidad con el nuevo diámetro comercial propuesto:

$$Q = VA$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.005}{\frac{\pi(0.06337)^2}{4}} = 1.58 \text{ m/s}$$

Cálculo de la sumergencia:

$$S = 2.5 d_s + 0.1$$

Donde:

$d_s =$  diámetro de succión (m)

$S =$  sumergencia (m)

$$S = 2.5(0.065) + 0.1$$

$$S = 0.173 \text{ m}$$

Por lo tanto, proponemos una altura de sumergencia de 0.20 m.

Cálculo de la carga dinámica total:

Las pérdidas contempladas en el proyecto se basaron en el mueble sanitario más desfavorable del proyecto con base al equipo de presión independiente.

$$CDT = H_{Est} + h_{fs} + \Sigma h_{ms} + h_{fd} + \Sigma h_{md} + \frac{V_d^2}{2g}$$

Determinación de  $H_{Est}$

$$H_{Est} = h_{Est s} + h_{Est d}$$

Determinamos las pérdidas por fricción y menores de succión y descarga con la siguiente ecuación.

$$h_{fs} = f \frac{L V^2}{d 2g}$$

$h_{fs}$  = Pérdidas por fricción en la succión (m)

$f$  = Factor de fricción (adimensional)

$L$  = Longitud de la tubería (m)

$d$  = diámetro (m)

$g$  = aceleración ( $\frac{m}{s^2}$ )

$V^2$  = velocidad media del flujo (m/s)

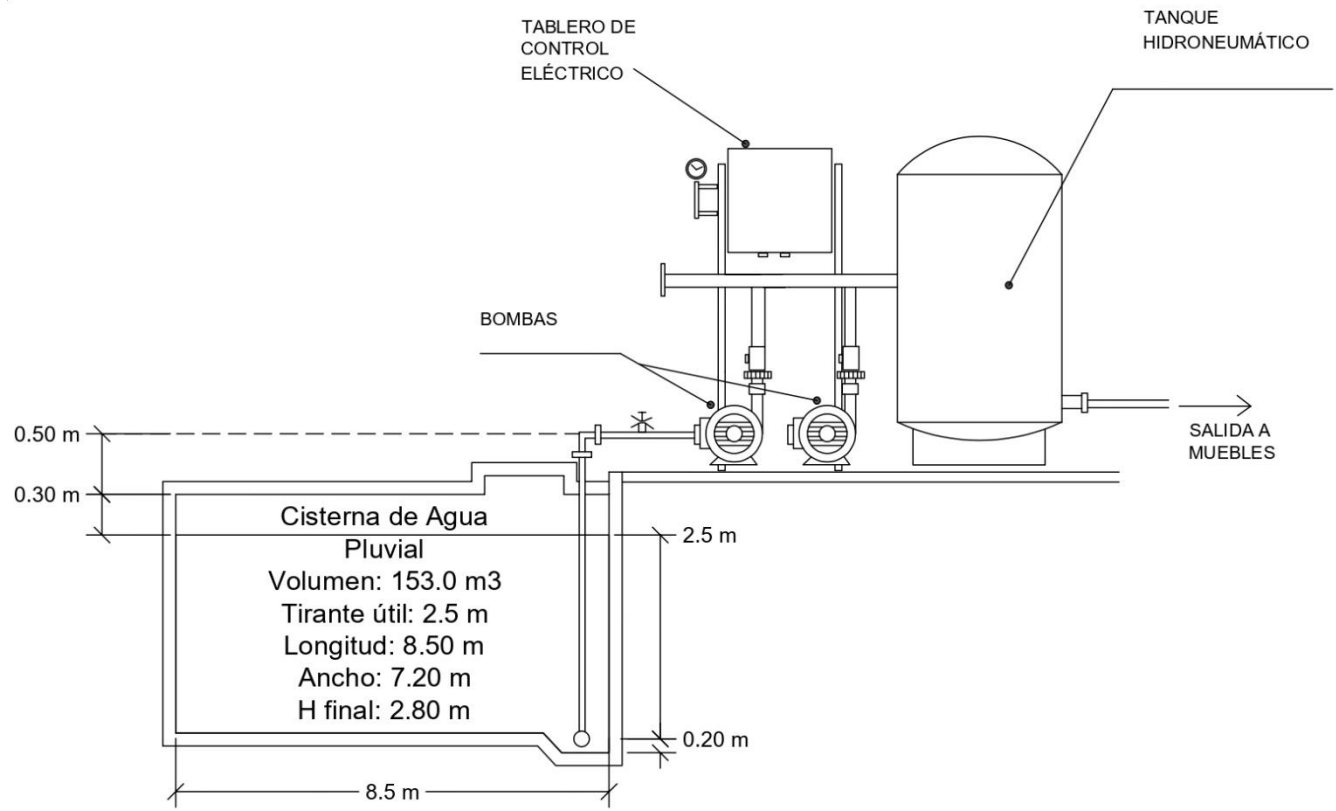


Figura 9. Detalle de cisterna pluvial.



Obtenemos pérdidas por succión y descarga con el método de Darcy Weisbach.

| Piezas Especiales        |          | Diámetro | Longitud Equivalente |       | Q mi   | f     | Longitud Real | Longitud Virtual | Diámetro | Diámetro | Velocidad           | hf     |
|--------------------------|----------|----------|----------------------|-------|--------|-------|---------------|------------------|----------|----------|---------------------|--------|
| Descripción              | Cantidad | mm       | Por Pieza            | Tramo | L/s    | (D-W) | L (m)         | L (m)            | (mm)     | (m)      | (m/s <sup>2</sup> ) | (m)    |
| Válvula retención 2 1/2" | 1        | 63.50    | 6.91                 | 6.91  | 5.0000 | 0.02  | 5.00          | 13.85            | 63.37    | 0.0634   | 1.5852              | 0.5598 |
| Codo de 90° 2 1/2"       | 1        | 63.50    | 1.94                 | 1.94  | 5.0000 | 0.02  |               |                  |          |          |                     |        |
|                          |          |          |                      |       |        |       |               |                  |          |          |                     |        |
| <b>Σ hf</b>              |          |          |                      |       |        |       |               |                  |          |          | <b>0.5598</b>       |        |

Tabla 21. Cálculo de pérdidas por succión.

| Tramo           | Piezas Especiales                   |          | Diámetro | Longitud Equivalente |       | Q mi  | f     | Longitud Real | Longitud Virtual | Diámetro | Diámetro | Velocidad           | hf     |
|-----------------|-------------------------------------|----------|----------|----------------------|-------|-------|-------|---------------|------------------|----------|----------|---------------------|--------|
|                 | Descripción                         | Cantidad | mm       | Por Pieza            | Tramo | L/s   | (D-W) | L (m)         | L (m)            | (mm)     | (m)      | (m/s <sup>2</sup> ) | (m)    |
| <b>Descarga</b> | Codo de 90° 2 1/2"                  | 4.00     | 63.50    | 1.94                 | 7.76  | 5.000 | 0.02  | 59.00         | 74.36            | 63.37    | 0.0634   | 1.585               | 3.0054 |
| <b>Descarga</b> | Válvula retención 2 1/2"            | 1.00     | 63.50    | 6.91                 | 6.91  | 5.000 | 0.02  |               |                  |          |          |                     |        |
| <b>Descarga</b> | Válvula de compuerta abierta 2 1/2" | 1.00     | 63.50    | 0.69                 | 0.69  | 5.000 | 0.02  |               |                  |          |          |                     |        |
| <b>F -G</b>     | Cono de reducción 2"                | 1.00     | 50.80    | 1.30                 | 1.30  | 3.320 | 0.02  | 4.50          | 5.80             | 51.03    | 0.0510   | 1.623               | 0.3053 |
| <b>H -I</b>     | Cono de reducción 1 1/2"            | 1.00     | 38.10    | 1.00                 | 1.00  | 2.120 | 0.02  | 4.50          | 14.80            | 38.79    | 0.0388   | 1.794               | 1.2523 |
| <b>I - 1</b>    | "Te" (paso recto) 1 1/2"            | 1.00     | 38.10    | 0.50                 | 0.50  | 2.120 | 0.02  | 8.80          |                  |          |          |                     |        |
| <b>T1- T4</b>   | Cono de reducción 1 1/4"            | 1.00     | 31.80    | 0.85                 | 0.85  | 1.510 | 0.02  | 2.00          | 2.85             | 32.79    | 0.0328   | 1.788               | 0.2833 |
| <b>Σ hf</b>     |                                     |          |          |                      |       |       |       |               |                  |          |          | <b>4.8463</b>       |        |

Tabla 22. Cálculo de pérdidas en la descarga.

$$CDT = H_{Est} + h_{fs} + \Sigma h_{ms} + h_{fd} + \Sigma h_{md} + \frac{V_d^2}{2g}$$

$$CDT = 42.00 + 0.5598 + 4.463 + \frac{1.585^2}{2(9.81)}$$

$$CDT = 47.53 \text{ m}$$

Propuesta de Potencia de la bomba

$$P_B = \frac{Q\gamma H}{\eta}$$

Donde:

$P_B =$  Potencia de la bomba (HP)

$Q =$  Gasto  $\frac{m^3}{s}$

$\gamma =$  Peso específico del agua  $\frac{KN}{m^3}$

$H =$  Carga dinámica total ( m)

$\eta =$  Eficiencia (%)

Sustituimos valores

$$P_B = \frac{(0.005)(9.789)(47.5)}{0.65} \times 1.2 = 4.29 \text{ HP}$$

Revisión por cavitación

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s)$$

$$NPSH_{disponible} = 7.76 \text{ m} - (0.2380 \text{ m} + 4 \text{ m} + 0.5598 \text{ m})$$

$$NPSH_{disponible} = 2.4622 \text{ m}$$

Para la revisión por cavitación es importante que se cumpla con la siguiente regla:

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida}$$

Donde la  $NPSH_{requerida} =$

*Dato que se obtiene de la selección del equipo de presión independiente*

$$2.4622 \text{ m} > 1.915 \text{ m}$$

Por lo tanto, nuestro equipo seleccionado cumple con la regla.

Equipo seleccionado:

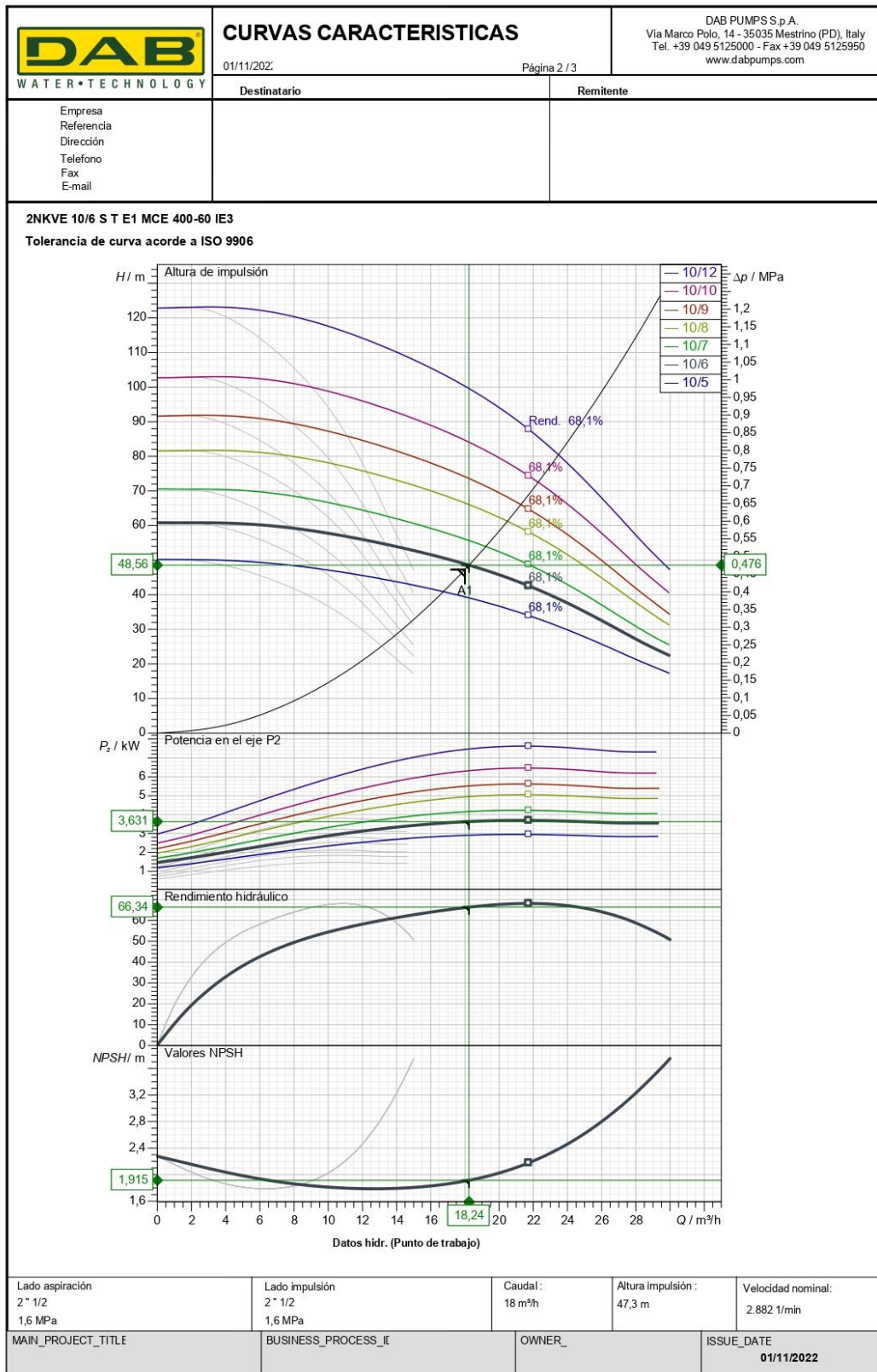


Figura 10. Curva del sistema propuesto. (DAB water tehcnology)

## 6.10. Obra de achique

Para el gasto del equipo de bombeo se obtiene de la siguiente manera:

$$Q = v/t$$
$$Q = \frac{v}{t} = \frac{2.16(1000)}{0.25hr \left(\frac{3600 s}{1 hr}\right)} = 2.4 l/s$$

Para el cálculo del diámetro se propone una velocidad de 1.5 m/s, para hacer óptimo su funcionamiento.

$$D = \sqrt{\frac{(4) * \left(\frac{2.4}{1000}\right)}{\pi * (1.5)}} = 0.045 m = 45 mm$$

Por lo tanto, el diámetro de succión se considerará de 2 pulgadas

Realizamos la revisión de la velocidad con el nuevo diámetro comercial propuesto:

$$Q = VA$$
$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0024}{\frac{\pi(0.051029)^2}{4}} = 1.2 m/s$$

Cálculo del diámetro de descarga del equipo de bombeo.

Para el cálculo del diámetro se propone una velocidad de 1.5 m/s, para hacer óptimo su funcionamiento y no generar molestias a los usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{(4) * \left(\frac{2.4}{1000}\right)}{\pi * (1.5)}} = 0.045 m = 45 mm$$

Realizamos la revisión de la velocidad con el nuevo diámetro comercial propuesto:

$$Q = VA$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0024}{\frac{\pi(0.051029)^2}{4}} = 1.2 \text{ m/s}$$

Cálculo de la carga dinámica total.

$$CDT = H_{Est} + h_{fs} + \Sigma h_{ms} + h_{fd} + \Sigma h_{md} + \frac{V_d^2}{2g}$$

Determinación de  $H_{Est}$

$$H_{Est} = h_{Est\ s} + h_{Est\ d}$$

Determinamos las pérdidas por fricción y menores de succión y descarga con la siguiente ecuación.

$$h_{fs} = f \frac{L V^2}{d 2g}$$

Donde

$h_{fs}$  = Pérdidas por fricción en la succión (m)

$f$  = Factor de fricción (adimensional)

$L$  = Longitud de la tubería (m)

$d$  = diámetro (m)

$g$  = aceleración ( $\frac{m}{s^2}$ )

$V^2$  = velocidad media del flujo (m/s)

Para la obra de achique proponemos una bomba sumergible para el desalojo de demasías de la cisterna pluvial, por lo tanto, no se consideran pérdidas por succión.

| Tramo           | Piezas Especiales                     |          | Diámetro<br>mm | Longitud<br>Equivalente |       | Q mi<br>L/s | f<br>(D-<br>W) | Longitud<br>Real<br>L (m) | Longitud<br>Virtual<br>L (m) | Diámetro<br>(mm) | Diámetro<br>(m) | Velocidad<br>(m/s <sup>2</sup> ) | hf<br>(m) |
|-----------------|---------------------------------------|----------|----------------|-------------------------|-------|-------------|----------------|---------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|----------------------------------|-----------|
|                 | Descripción                           | Cantidad |                | Por<br>Pieza            | Tramo |             |                |                           |                              |                  |                 |                                  |           |
| <b>Descarga</b> | Curva de 90°<br>2"                    | 2.00     | 50.800         | 1.27                    | 2.54  | 2.400       | 0.02           | 90.00                     | 98.84                        | 51.03            | 0.0510          | 1.174                            | 2.7191    |
| <b>Descarga</b> | Válvula<br>retención 2"               | 1.00     | 50.800         | 5.75                    | 5.75  | 2.400       | 0.02           |                           |                              |                  |                 |                                  |           |
| <b>Descarga</b> | Válvula de<br>compuerta<br>abierta 2" | 1.00     | 50.800         | 0.55                    | 0.55  | 2.400       | 0.02           |                           |                              |                  |                 |                                  |           |
|                 |                                       |          |                |                         |       |             |                |                           |                              |                  |                 |                                  |           |
| <b>Σ hf</b>     |                                       |          |                |                         |       |             |                |                           |                              |                  |                 | <b>2.7191</b>                    |           |

Tabla 23. Cálculo de pérdidas en la descarga.

$$CDT = h_{fd} + \Sigma h_{md} + \frac{V_d^2}{2g}$$

$$CDT = 9.0 + 2.7191 + \frac{1.174^2}{2(9.81)}$$

$$CDT = 11.79 \text{ m}$$

Propuesta de Potencia de la bomba

$$P_B = \frac{Q\gamma H}{\eta}$$

Sustituimos valores

$$P_B = \frac{(0.0024)(9.789)(11.79)}{0.65} \times 1.2 = 0.51 \text{ HP}$$

Se propone el siguiente equipo de bombeo:

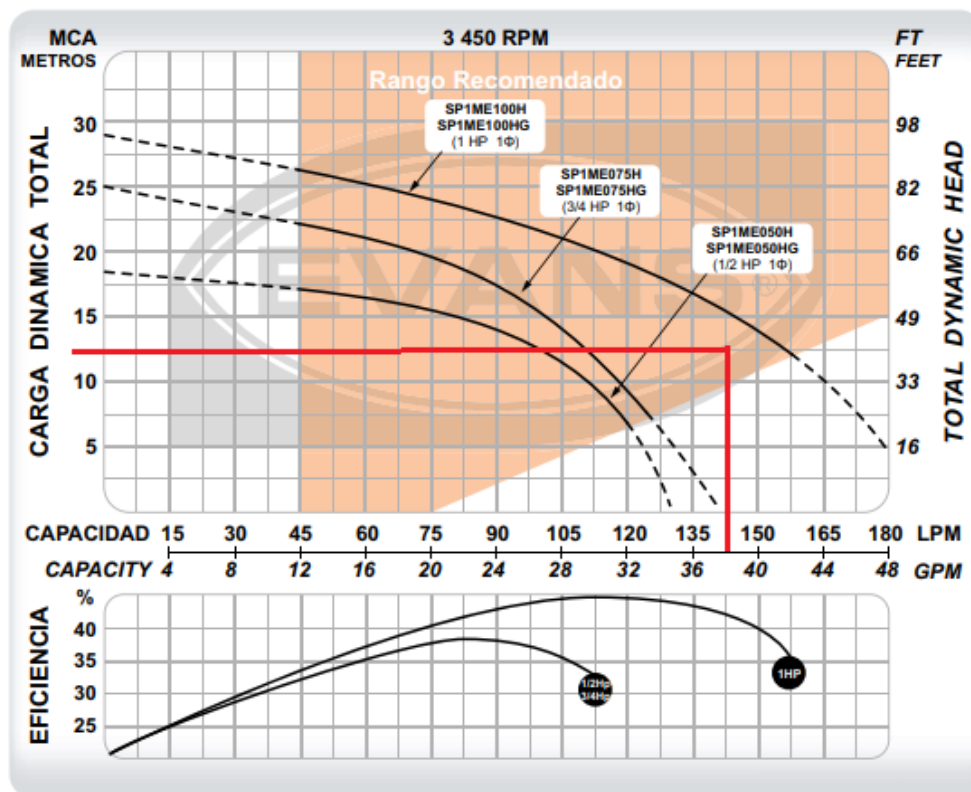


Figura 11. Curva del sistema propuesto. (EVANS)



## Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo y proyecto escrito tuvo como finalidad el diseño de una red de alimentación de agua pluvial con sistema de presión independiente y con base a este diseño se llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- I. Con el diseño de captación de lluvia podemos comprobar y registrar la cantidad de lluvia que podemos obtener de manera natural con los parámetros y diseño recomendados por instituciones como SACMEX, CONAGUA, organismos operadores, etc. que tiene como objetivo regular y mantener un equilibrio en época de lluvia o abastecer en lugares donde es difícil el acceso a este recurso con esta alternativa.
- II. El aprovechamiento de agua de lluvia en edificaciones ayuda a concientizar a la sociedad, para un mejor aprovechamiento de este recurso y no saturar a la red de abastecimiento, utilizando este sistema en muebles sanitarios que no requieran agua potable. Sin embargo, para la CDMX este diseño de sistema no es opcional para todas las edificaciones, para otras es obligatorio y necesario obtener su diseño y autorización por parte de las instituciones autorizadas, para poder continuar con la construcción del proyecto. Este tipo de instalación tiene como finalidad incentivar a las nuevas edificaciones a retener y aprovechar la mayor cantidad de agua de lluvia, reducir el uso y dependencia de las fuentes de agua potable, cooperar a la reducción de los hundimientos de la Ciudad, mitigar de inundaciones en la vía pública y disminuir la descarga de agua de lluvia al drenaje.
- III. Con base a la normativa que especifica que las edificaciones tienen la obligación de construir un sistema alternativo, se encuentran programas de certificación que incentivan a la sociedad a un uso eficiente de los recursos naturales durante el diseño, construcción y operación de la edificación. Con este proyecto se pretende llenar un aspecto de la certificación PCES en el rubro AGUA, con la implementación de un sistema de captación de agua pluvial, equipos hidrosanitarios de bajo consumo, y la

disponibilidad de agua tratada de lluvia en una red secundaria a la red de agua potable.

- IV. Las instalaciones son la parte fundamental para el funcionamiento y poder proveer servicios a la sociedad, como ingenieros civiles es importante mencionar el papel que tomamos cuando realizamos en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones.

En FES Aragón el perfil de profesional en ingeniería civil lo definen como: El ingeniero civil realiza obras de servicio colectivo, participando en las etapas de desarrollo, planeación, operación, construcción y mantenimiento de obras de infraestructura, tales como hidráulica, sanitarias, comunicaciones y de servicio en general, atendiendo con sus conocimientos las necesidades de la sociedad, de investigación y docencia que el país requiere.

En la definición anterior resalto algunos criterios que considero aspectos importantes que contempla este proyecto:

Diseño de la red de captación y de aprovechamiento de agua de lluvia, donde aplicamos los conocimientos adquiridos en la licenciatura, implementando control de calidad del agua, dando saneamiento adecuado para su uso, atendiendo las necesidades de la sociedad, sin dejar a un lado aspectos ambientales y contribuir a la construcción de edificaciones sustentables.

- V. La implementación de un equipo de presión independiente impacta en el consumo de agua que se requiere para este tipo de instalaciones en una obra de una gran cantidad de m<sup>2</sup> de construcción que requiere una gran demanda de presión en la red para poder abastecer con eficiencia a los muebles sanitarios alimentados por esta red, atendiendo las necesidades de la población que se encontrará en la edificación.

## Referencias

Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2008.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2020.

Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021.

NMX-AA-164-SCFI-2013 120/153.

Normas y Especificaciones Técnicas para la realización de Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones

Enrique C. Valdez. Instalaciones sanitarias para edificios Volumen 1. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Enrique C. Valdez (1997). Instalaciones sanitarias para edificios Volumen 2. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Lineamientos Técnicos: Sistema De Captación De Agua De Lluvia a nivel vivienda.

Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED), (2014). Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones.

Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX). (2021). Guía de Elaboración de Sistemas Alternativos.

Comisión Nacional del Agua CONAGUA. (2019). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento libro 23.

Hernández, C. S. (2013). Sistema Alternativo de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia.

## Recursos digitales

<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

<https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/>

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

<https://www.google.com.mx/maps>

<https://www.google.com/intl/es/earth/>

## Anexos

Tablas y planos arquitectónicos con instalación pluvial.

IP-01 – Sótano 3

IP-02 – Sótano 2

IP-03 – Sótano 1

IP-04 – Planta baja

IP-05 – Planta tipo, niveles 1,2,3 y 4

IP-06 – Azotea

IP-07 – Detalle de arreglo de aprovechamiento

IP-08 – isométrico de captación

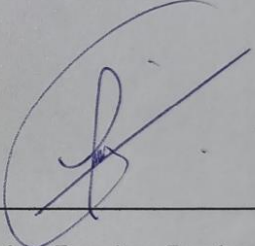
IP-09 – isométrico de distribución

02 de junio de 2022

**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**A QUIEN CORRESPONDA**

Yo, Arquitecto Francisco Ramírez Torres proyectista de las plantas arquitectónicas Calzada de Tlalpan No.4663, autorizo a LIZBETH CASTAÑEDA GARCÍA, egresada de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la carrera de Ingeniería civil para que utilice la información y proyecto arquitectónico de Calzada de Tlalpan No. 4663 con la finalidad de que pueda desarrollar su trabajo de investigación para optar al grado de título profesional.



---

Arq. Francisco Ramírez Torres

Figura 12. Carta de autorización.

| <b>Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas localizadas de carga correspondientes a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas</b> |      |
|--|------|
| Unión 3/8"   | 0.00 |
| Unión 1/2"   | 0.00 |
| Unión 3/4"   | 0.02 |
| Unión 1"   | 0.03 |
| Unión 1 1/4"   | 0.04 |
| Unión 1 1/2"   | 0.05 |
| Unión 2"   | 0.06 |
| Unión 2 1/2"   | 0.09 |
| Unión 3"   | 0.12 |
| Unión 4"   | 0.15 |
| Unión 5"   | 0.20 |
| Unión 6"   | 0.25 |
| Cono de reducción 1/2"   | 0.20 |
| Cono de reducción 1/2"   | 0.30 |
| Cono de reducción 3/4"   | 0.50 |
| Cono de reducción 1"   | 0.65 |
| Cono de reducción 1 1/4"   | 0.85 |
| Cono de reducción 1 1/2"   | 1.00 |
| Cono de reducción 2"   | 1.30 |
| Cono de reducción 2 1/2"   | 2.00 |
| Cono de reducción 3"   | 2.30 |
| Cono de reducción 4"   | 3.00 |
| Cono de reducción 5"   | 4.00 |
| Cono de reducción 6"   | 5.00 |
| Codo o curva de 45° 3/8"   | 0.20 |
| Codo o curva de 45° 1/2"   | 0.34 |
| Codo o curva de 45° 3/4"   | 0.43 |
| Codo o curva de 45° 1"   | 0.47 |
| Codo o curva de 45° 1 1/4"   | 0.56 |
| Codo o curva de 45° 1 1/2"   | 0.70 |
| Codo o curva de 45° 2"   | 0.83 |
| Codo o curva de 45° 2 1/2"   | 1.00 |
| Codo o curva de 45° 3"   | 1.18 |
| Codo o curva de 45° 4"   | 1.25 |
| Codo o curva de 45° 5"   | 1.45 |
| Codo o curva de 45° 6"   | 1.63 |
| Curva de 90° 3/8"  | 0.18 |
| Curva de 90° 1/2"  | 0.33 |
| Curva de 90° 3/4"  | 0.45 |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Curva de 90° 1"          | 0.60 |
| Curva de 90° 1 1/4"      | 0.84 |
| Curva de 90° 1 1/2"      | 0.96 |
| Curva de 90° 2"          | 1.27 |
| Curva de 90° 2 1/2"      | 1.48 |
| Curva de 90° 3"          | 1.54 |
| Curva de 90° 4"          | 1.97 |
| Curva de 90° 5"          | 2.61 |
| Curva de 90° 6"          | 3.43 |
| Codo de 90° 3/8"         | 0.38 |
| Codo de 90° 1/2"         | 0.50 |
| Codo de 90° 3/4"         | 0.63 |
| Codo de 90° 1"           | 0.76 |
| Codo de 90° 1 1/4"       | 1.01 |
| Codo de 90° 1 1/2"       | 1.32 |
| Codo de 90° 2"           | 1.71 |
| Codo de 90° 2 1/2"       | 1.94 |
| Codo de 90° 3"           | 2.01 |
| Codo de 90° 4"           | 2.21 |
| Codo de 90° 5"           | 2.94 |
| Codo de 90° 6"           | 3.99 |
| "Te" de 45° 3/8"         | 1.02 |
| "Te" de 45° 1/2"         | 0.84 |
| "Te" de 45° 3/4"         | 0.90 |
| "Te" de 45° 1"           | 0.96 |
| "Te" de 45° 1 1/4"       | 1.20 |
| "Te" de 45° 1 1/2"       | 1.50 |
| "Te" de 45° 2"           | 1.80 |
| "Te" de 45° 2 1/2"       | 2.10 |
| "Te" de 45° 3"           | 2.40 |
| "Te" de 45° 4"           | 2.70 |
| "Te" de 45° 5"           | 3.00 |
| "Te" de 45° 6"           | 3.30 |
| "Te" (paso recto) 3/8"   | 0.10 |
| "Te" (paso recto) 1/2"   | 0.15 |
| "Te" (paso recto) 3/4"   | 0.20 |
| "Te" (paso recto) 1"     | 0.30 |
| "Te" (paso recto) 1 1/4" | 0.40 |
| "Te" (paso recto) 1 1/2" | 0.50 |
| "Te" (paso recto) 2"     | 0.60 |
| "Te" (paso recto) 2 1/2" | 0.70 |
| "Te" (paso recto) 3"     | 0.80 |



|   |       |
|---|-------|
| "Te" (paso recto) 4"                        | 0.90  |
| "Te" (paso recto) 5"                        | 1.00  |
| "Te" (paso recto) 6"                        | 1.20  |
| Válvula retención 3/8"                      | 1.33  |
| Válvula retención 1/2"                      | 1.70  |
| Válvula retención 3/4"                      | 2.32  |
| Válvula retención 1"                        | 2.85  |
| Válvula retención 1 1/4"                    | 3.72  |
| Válvula retención 1 1/2"                    | 4.67  |
| Válvula retención 2"                        | 5.75  |
| Válvula retención 2 1/2"                    | 6.91  |
| Válvula retención 3"                        | 8.40  |
| Válvula retención 4"                        | 11.10 |
| Válvula retención 5"                        | 12.80 |
| Válvula retención 6"                        | 15.40 |
| Válvula de compuerta abierta 3/8"           | 0.14  |
| Válvula de compuerta abierta 1/2"           | 0.18  |
| Válvula de compuerta abierta 3/4"           | 0.21  |
| Válvula de compuerta abierta 1"             | 0.26  |
| Válvula de compuerta abierta 1 1/4"         | 0.36  |
| Válvula de compuerta abierta 1 1/2"         | 0.44  |
| Válvula de compuerta abierta 2"             | 0.55  |
| Válvula de compuerta abierta 2 1/2"         | 0.69  |
| Válvula de compuerta abierta 3"             | 0.81  |
| Válvula de compuerta abierta 4"             | 1.09  |
| Válvula de compuerta abierta 5"             | 1.44  |
| Válvula de compuerta abierta 6"             | 1.70  |
| Válvula de globo 3/8"                       | 4.05  |
| Válvula de globo 1/2"                       | 4.95  |
| Válvula de globo 3/4"                       | 6.25  |
| Válvula de globo 1"                         | 8.25  |
| Válvula de globo 1 1/4"                     | 10.80 |
| Válvula de globo 1 1/2"                     | 13.00 |
| Válvula de globo 2"                         | 17.00 |
| Válvula de globo 2 1/2"                     | 21.00 |
| Válvula de globo 3"                         | 25.00 |
| Válvula de globo 4"                         | 33.00 |
| Válvula de globo 5"                         | 39.00 |
| Válvula de globo 6"                         | 47.50 |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 3/8" | 1.90  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 1/2" | 2.55  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 3/4" | 3.35  |

|   |       |
|---|-------|
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 1"     | 4.30  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 1 1/4" | 5.60  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 1 1/2" | 6.85  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 2"     | 8.60  |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 2 1/2" | 11.10 |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 3"     | 13.70 |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 4"     | 17.10 |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 5"     | 21.20 |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierta) 6"     | 25.50 |
| Entrada 1/2"                                  | 0.40  |
| Entrada 3/4"                                  | 0.50  |
| Entrada 1"                                    | 0.70  |
| Entrada 1 1/4"                                | 0.90  |
| Entrada 1 1/2"                                | 1.00  |
| Entrada 2"                                    | 1.50  |
| Entrada 2 1/2"                                | 1.90  |
| Entrada 3"                                    | 2.20  |
| Entrada 4"                                    | 3.20  |
| Entrada 5"                                    | 4.00  |
| Entrada 6"                                    | 5.00  |

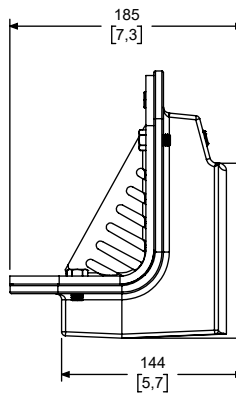
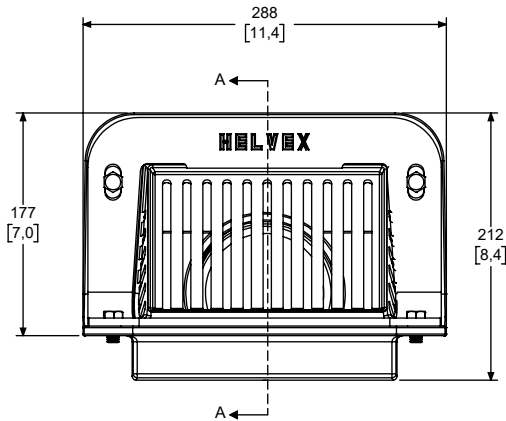
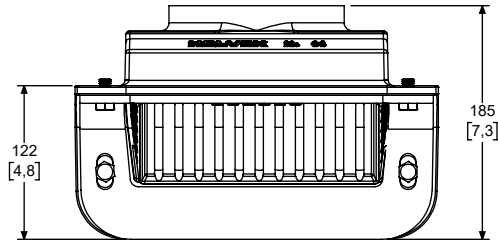
Tabla 24. Longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas de carga correspondientes.

| <b>Altura sobre el nivel del mar (m)</b> | <b>Presión atmosférica (m.c.a.)</b> |
|--|-------------------------------------|
| 0  | 10.33                               |
| 250                                      | 10.03                               |
| 500                                      | 9.73                                |
| 750                                      | 9.43                                |
| 1000                                     | 9.13                                |
| 1250                                     | 8.83                                |
| 1500                                     | 8.53                                |
| 1750                                     | 8.25                                |
| 2000                                     | 8.00                                |
| 2250                                     | 7.75                                |
| 2500                                     | 7.57                                |
| 2750                                     | 7.28                                |
| 3000                                     | 7.05                                |
| 3250                                     | 6.83                                |
| 3500                                     | 6.62                                |
| 3750                                     | 6.41                                |
| 4000                                     | 6.20                                |
| 4250                                     | 5.98                                |
| 4500                                     | 5.78                                |

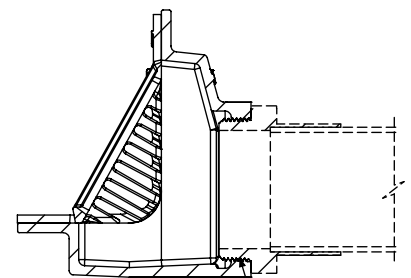
Tabla 25. Presión atmosférica.

| <b>Presión de vapor del agua</b> |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Temperatura (°C)</b>          | <b>Presión de vapor (m.c.a.)</b> |
| 0                                | 0.062                            |
| 5                                | 0.089                            |
| 10                               | 0.125                            |
| 15                               | 0.174                            |
| 20                               | 0.238                            |
| 25                               | 0.323                            |
| 30                               | 0.432                            |
| 35                               | 0.573                            |
| 40                               | 0.752                            |
| 45                               | 0.977                            |
| 50                               | 1.258                            |
| 55                               | 1.605                            |
| 60                               | 2.031                            |
| 70                               | 3.177                            |
| 75                               | 3.931                            |
| 80                               | 4.829                            |
| 85                               | 5.894                            |
| 90                               | 7.149                            |
| 95                               | 8.619                            |
| 100                              | 10.332                           |

Tabla 26. Presión de vapor.



SECCIÓN A-A  
A-A SECTION



SALIDA  
Roscado Interno  
4"- 8 NPSM  
OUTLET  
Internal Threaded  
4"- 8 NPSM

Medidas Referenciales / Estimated Dimensions, Acot. mm [pulg.] / Dim. mm [inch.]

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

Coladera de pretil para azotea.  
Marco para instalar membrana impermeabilizante.  
Rejilla removible.  
Fácil mantenimiento.  
Recomendable para azoteas y terrazas.

**MATERIAL:**  
Cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de pintura anticorrosiva.

**CONEXIÓN:**  
Salida lateral, roscado interno 4"-8 NPSM.

**PRODUCT FEATURES**

Parapet roof drain.  
Clamp frame to install waterproofing membrane.  
Removable grid.  
Easy maintenance.  
Recommended for roofs and terraces.

**MATERIALS:**  
Cast iron body with anti-corrosion paint coating.

**CONNECTION:**  
Side outlet, 4"-8 NPSM internal threaded.

Los productos ilustrados pueden sufrir cambios sin previo aviso en su aspecto o partes, como resultado de los procesos de mejora continua a los que están sujetos, sin implicar mayor responsabilidad de la fábrica.  
Visite nuestras páginas [www.helvex.com.mx](http://www.helvex.com.mx) para México y [www.helvex.com](http://www.helvex.com) para el mercado internacional.

Illustrated products may suffer changes without previous notice in its appearance or parts, as a result of the continuous improvement processes to which they are subject, does not imply greater responsibility of the factory.  
Visit our pages [www.helvex.com.mx](http://www.helvex.com.mx) for México and [www.helvex.com](http://www.helvex.com) for the international market.



**EMPRESA SOCIALMENTE RESPONSABLE**



Asesoría y Servicio Técnico:  
Consultancy and Technical Service: (52) 55 53 33 94 31  
[servicio.tecnico@helvex.com.mx](mailto:servicio.tecnico@helvex.com.mx)



Refacciones Originales: (52) 55 53 33 94 00  
Original Spare Parts: (52) 55 53 33 94 21  
[www.refaccioneshelvex.com.mx](http://www.refaccioneshelvex.com.mx)  
[refacciones@helvex.com.mx](mailto:refacciones@helvex.com.mx)  
Ext. 5913, 5068 y 4815



Downstream  
Defender®

SEPARADORES

ESCURRIMIENTOS PLUVIALES



Hydro Soluciones  
pluviales

HACEMOS DE LA LLUVIA  
UN RECURSO SUSTENTABLE

# Separador Vórtice Plus

Vórtice avanzado para la remoción de sedimentos y aceites

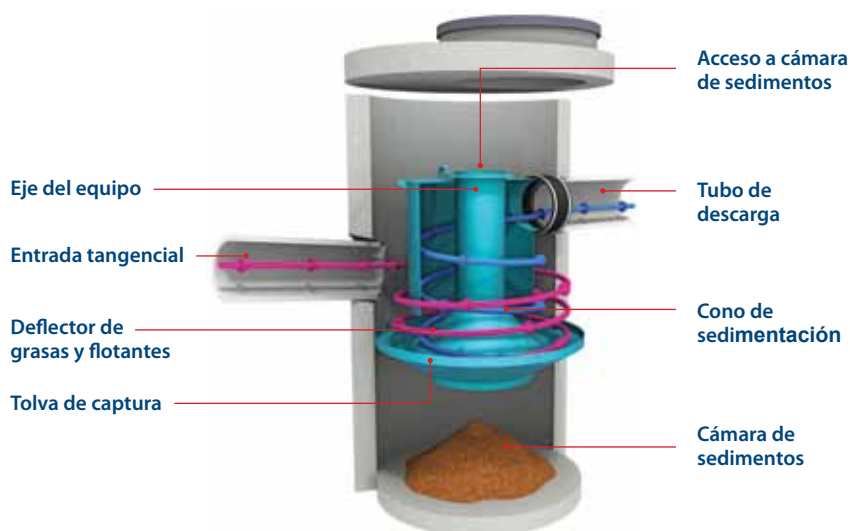
## APLICACIONES

- Remoción de sedimentos, basuras flotantes, grasas y aceites
- Limpieza del escurrimiento pluvial antes de su almacenamiento para reutilización o infiltración
- Tratamiento de escurrimientos pluviales provenientes de techos, calles o estacionamientos cumpliendo con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996
- Para nuevos proyectos o mejora de existentes, en industrias, desarrollos habitacionales, centros comerciales y áreas urbanas
- Ofrece créditos para desarrollos con certificación LEED®
- Permite una calidad de agua que cumple con la NOM-003-SEMARNAT-1997 o la NOM-015-CONAGUA-2007 o la NOM-0127-SSA1-1994 si el equipo se complementa con un tratamiento secundario eficientando la operación del tren

## VENTAJAS

- Alta capacidad de tratamiento desde los 85 lps hasta los 700 lps
- Remoción de más del 80% de sedimentos y 90% de aceites con un tamaño de partícula de 100 micras
- Previene la re-suspensión de contaminantes
- Mínima pérdida de carga hidráulica
- No requiere energía eléctrica, no tiene partes móviles
- Equipo compacto, ocupa poco espacio en comparación con sistemas sedimentadores tradicionales
- Dentro del equipo no existen cedazos, obstrucciones internas ni orificios, para evitar pérdidas de carga importantes o bloqueos que generen inundaciones aguas arriba.
- Equipo prefabricado que ofrece funcionalidad, eficiencia y facilidad de instalación en sitio
- Trata los picos de la tormenta y evita la re-suspensión de los contaminantes

El **Separador Vórtice Plus - Downstream Defender®**, cumple las funciones de un sedimentador y una trampa de grasas, de forma compacta y eficiente, permitiendo el tratamiento primario de altos volúmenes de agua pluvial con baja pérdida de carga. Opera bajo del principio del vórtice, no requiere energía eléctrica, no tiene partes móviles y es un equipo prefabricado que ofrece calidad homogénea además de rapidez de instalación.



## CÓMO FUNCIONA

La separación avanzada hidrodinámica por vórtice es proceso hidráulico complejo que aumenta la separación por gravedad con fuerzas rotacionales de baja energía. Los componentes internos utilizados en el **Downstream Defender®** encausan el flujo para aprovechar la energía generada por el vórtice y extendiendo el tiempo para que la separación ocurra, mientras se desvían las elevadas velocidades de remoción presentes.

El escurrimiento pluvial contaminado ingresa por medio de una entrada tangencial, al cárcamo de concreto, estableciendo un flujo rotacional. Un deflector cilíndrico que posee un eje central, genera columnas de flujos en la espiral externa (flechas rojas) y otra hacia adentro (flechas azules) asegurando un máximo de tiempo de residencia para que los contaminantes viajen desde la entrada a la salida.

Aceite, basuras y demás contaminantes flotantes quedan capturados y almacenados en la superficie de la columna de espiral externa. El movimiento de vórtice de baja energía dirige los sedimentos hacia la zona protegida en el fondo en la cámara de sedimentos del equipo. Una vez el agua ha seguido una larga trayectoria de flujo tridimensional, el escurrimiento pluvial tratado se descarga por la salida del equipo. Existen dos accesos a nivel superior para una fácil inspección y limpieza.

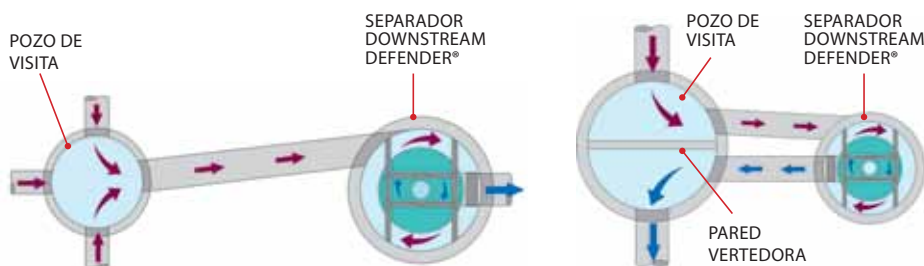
Hydro  
International  
storm water

El Downstream Defender® es diseño, fabricación y suministro de Hydro International p.l.c.; todas las marcas registradas son propiedad de Hydro International p.l.c. Soluciones Hidropluviales es el distribuidor exclusivo de México para Hydro International p.l.c.



### DISEÑO DE INSTALACIÓN

El **Separador Vórtice Plus** se diseña para adecuarse a los parámetros del sitio específico. El equipo se instala comúnmente de acuerdo a una configuración en línea (figura A). También puede instalarse en una configuración fuera de línea, utilizando una estructura derivadora aguas arriba con un vertedor integrado, que en caso de producirse una tormenta extraordinaria que supere la capacidad del Separador, desvíe los gastos pico hacia la disposición final.



A. Configuración en línea

B. Configuración fuera de línea

### MANTENIMIENTO

El mantenimiento del **Downstream Defender®** es sencillo, se realiza por medio de un camión tipo vactor. El equipo cuenta con dos brocales, uno da acceso a la parte superior para retirar las grasas y basuras flotantes, el otro se dirige al fondo del equipo para la remoción de sedimentos. El mantenimiento se debe llevar a cabo por lo general cada 12 meses, aunque depende de la carga contaminante del sitio, por lo cual se sugiere el primer año realizar una o dos revisiones del equipo durante la temporada de lluvia.



### CONEXIÓN

El tubo de entrada tangencial al **Downstream Defender®** debe tener una pendiente de 15° entre el pozo de visita y el equipo. De igual forma, la entrada del equipo está ubicada por debajo de la salida, este arreglo asegura que el gasto de entrada, esté por debajo de la elevación del nivel de la superficie de agua para reducir la turbulencia. No existen obstrucciones internas ni orificios; aberturas grandes y despejadas aseguran baja pérdida de carga en las tasas de gasto máximo, con poco riesgo de bloqueo que pueda ocasionar inundaciones aguas arriba.

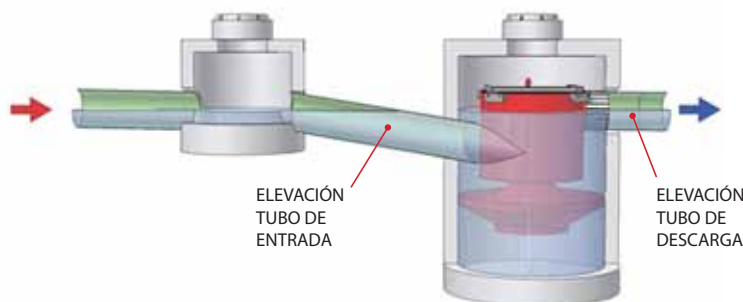


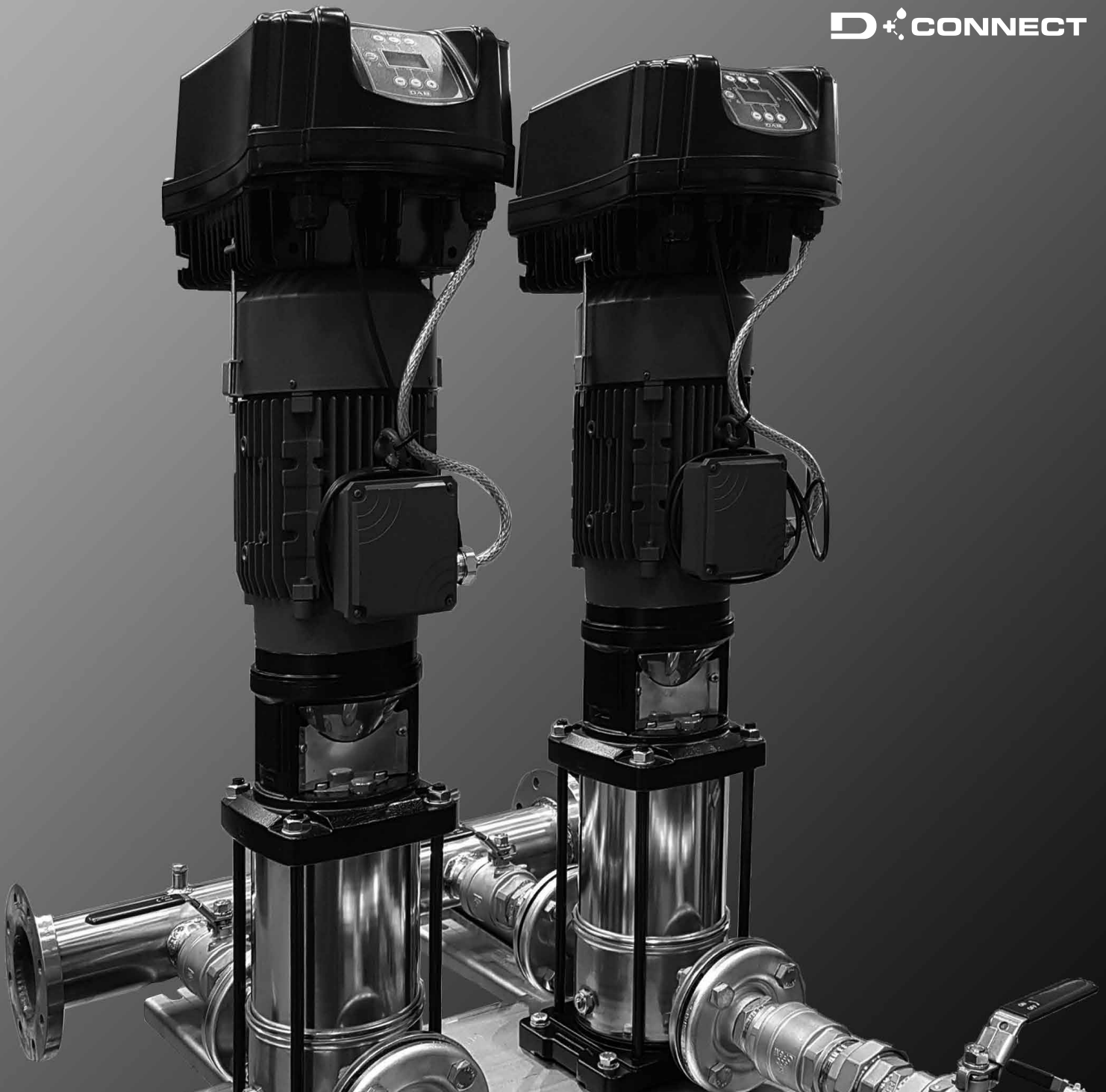
TABLA DE DISEÑO DEL SEPARADOR VÓRTICE PLUS DOWNSTREAM DEFENDER®

| Modelo | Diámetro (m) | Gasto máximo tratado (lps) | Diámetro máximo del tubo (mm) | Pérdida de carga en gasto máximo (m) | Capacidad de almacenamiento de grasas y aceites (litros) | Capacidad de almacenamiento de sedimentos (m³) |
|--------|--------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| DD4    | 1.20         | 85                         | 300                           | 0.15                                 | 265  | 0.53   |
| DD6    | 1.8          | 226                        | 450                           | 0.20                                 | 871  | 1.61   |
| DD8    | 2.4          | 425                        | 600                           | 0.23                                 | 1,987  | 3.55   |
| DD10   | 3.0          | 708                        | 750                           | 0.25                                 | 3,975  | 6.65   |

# 1/2/3/4 NKVE WITH MCE-P

CONSTANT PRESSURE BOOSTING UNITS  
WITH INTEGRATED MULTI INVERTER SYSTEM

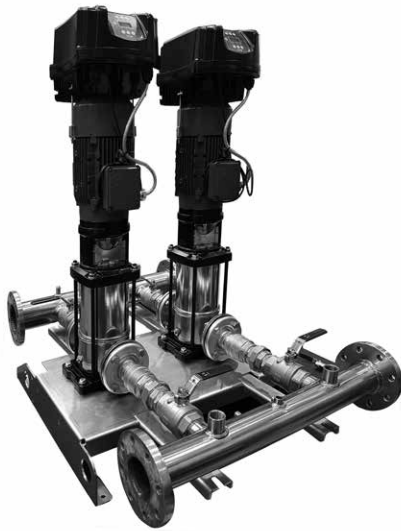
D+CONNECT





# 1/2/3/4 NKVE 10 - 15 - 20 - 32 - 45 MCE/P

CONSTANT PRESSURE SETS WITH MCE/P MULTI INVERTER SYSTEM ON THE PUMP



## TECHNICAL DATA

**Flow rate minum and maximum:** From 0,5 m<sup>3</sup>/h up to 280 m<sup>3</sup>/h

**Head up to:** 140 m

**Type of pumped liquid :** Clean, free of solids and abrasive substances, non-viscous, non-aggressive, non-crystallized and chemically neutral

**Min. and max. supported liquid temperature:** From +0°C to 120°C (+80°C with expansion vessel)

**Maximum ambient temperature:** +50°C

**Maximum operating pressure bar / kPa:** 16 bar / 1600 kPa

**Class of protection:** IP 55

**Motor insulation class:** F

**Impeller/s material:** AISI 304 stainless steel

**Single phase power input:** Contact our sales network

**Three phase power input:** 3x230 V 50 Hz / 3x400 V 50 Hz

**Special versions on request:** Available with different types of mechanical seals for aggressive liquids and connections (round, oval, Victaulic, clamp flanges), with parts in contact with the liquid in AISI 316 stainless steel (X versions), other voltages and frequencies, ATEX version.

1, 2, 3, 4 NKVE 10, 15, 20, 32, 45 MCE-P are variable pressure units for residential building service and commercial building service. Galvanized steel base. They can also be used in agriculture and in watering systems.

There are 1, 2, 3 or 4 multi-impeller vertical centrifugal pumps with coupling with MCE-P variable frequency drive installed as standard. One control unit and one pressure sensor per units. Delivery check valve and expansion vessel for each pump. Suction and delivery manifolds in AISI 304 stainless steel. Possibility of remote control thanks to the D.Connect service (D.Connect Box supplied separately). The units are supplied assembled, set up and tested directly in the factory and complete with installation and maintenance instructions and test report of the test.

## CONSTRUCTION FEATURES OF THE PUMP

The NKVE 10 S, 15 S and 20 S models have all the parts in contact with the liquid in stainless steel. Internal pump body, impellers and jacket in AISI 304 steel, diffusers in technopolymer. Removable mechanical seal in silicon carbide-graphite. It is possible to remove it without removing the motor, starting from the 5.5 kW models.

The NKV 32 and 45 versions have the impellers, diffusers and jacket in AISI 304 stainless steel. Pump body and sealing port in cataphorized cast iron. Mechanical seal in removable silicon carbide-graphite without removing the motor starting from the 5.5 kW models. Available on request version X with materials in contact with water in AISI 316 stainless steel.

## CONSTRUCTION FEATURES OF THE MOTOR

Air-cooled asynchronous normalized motor. Shaft in AISI 431 stainless steel. IE3 electric motors.

## CONSTRUCTION FEATURES OF THE ELECTRONIC

The use of the MCE-P variable frequency drive has many advantages: better comfort thanks to the constant pressure at the variation of demand (pressure sensor installed as standard), increased efficiency, energy savings, protection from water hammering effects. Simpler configuration thanks to the display. It makes it possible to set a setpoint in case of units with several pumps (each with MCE-P inverter), or to start a different pump at each restart or at set intervals. It must be installed on the motor fan cover to take advantage of its cooling capabilities.

The MCE-P continuously adjusts the rotation speed of the electric pump, keeping the pressure constant, even when the flow rate varies.

In the units when the first pump has reached the maximum speed the others are added in cascade compensating the pressure fluctuations of the system.

When a setting pressure data "SP" is set on an MCE-P this is automatically propagated to all the other within the units.

Possibility of remote control thanks to the D.Connect service (D.Connect Box supplied separately).

### MATERIAL TABLE SELECTION

| PUMP MODEL                                | IMPELLER / DIFFUSER | BASE      | FLANGES   |
|---|---------------------|-----------|-----------|
| NKV 32, 45, 65, 95                        | Inox 304            | Cast iron | Cast iron |
| NKV 1, 3, 6, 10, 15, 20 S                 | Inox 304            | Inox 304  | Inox 304  |
| NKV 1, 3, 6, 10, 15, 20, 32, 45, 65, 95 X | Inox 316            | Inox 316  | Inox 316  |

### LIQUID TABLE SELECTION

Type of mechanical seal (E1=STANDARD)

E1=BQGE=Carbon/Silicon carbide/AISI 316/EPDM STD

E2=QQGE=Silicon Carbide/Silicon Carbide/AISI 316/EPDM

V3=QQGV=Silicon Carbide/Silicon Carbide/AISI 316/FKM-Viton

V4=BQGV= Carbon/Silicon carbide /AISI 316/ FKM-Viton

E5=UUGE=Tungsten carbide/Tungsten carbide/AISI 316/EPDM

| LIQUID (WATER SOLUTION)        | CONCENTRATION [%] | MIN/MAX TEMPERATURE [°C] | NKV MODEL            |              |              |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|                                |                   |                          | STANDARD (NKV 32-95) | S (NKV 1-20) | X (NKV 1-95) |
| Acetic acid                    | 10 ÷ 40           | +0/+70                   | -                    | -            | E1           |
| Citric Acid                    | 5                 | +5/+70                   | -                    | E1           | E1           |
| Hydrochloric Acid              | 2                 | +5/+25                   | -                    | -            | V3           |
| Formic Acid                    | 5                 | +5/+25                   | -                    | E1           | E1           |
| Phosphoric Acid                | 10                | +5/+30                   | -                    | -            | E1           |
| Nitric Acid                    | 40                | +5/+30                   | -                    | V3           | V3           |
| Sulfuric Acid                  | 2                 | +5/+25                   | -                    | -            | V4           |
| Tannic Acid                    | 20                | +5/+50                   | -                    | -            | E1           |
| Tartaric Acid                  | 50                | +5/+25                   | -                    | V3           | V3           |
| Deionized Water, Demineralized | 100               | +5/+110                  | E1                   | E1           | E1           |
| Sodium Bicarbonate             | 6                 | +5/+60                   | -                    | -            | E1           |
| Chloroform                     | 100               | -10/+30                  | V4                   | V4           | V4           |
| Oil In Water Emulsion          | 100               | +15/+90                  | V4                   | V4           | V4           |
| Phosphates, Polyphosphates     | 10                | +5/+90                   | -                    | V3           | V3           |
| Ethylene Glycol                | 10 ÷ 30           | -15/+120                 | -                    | E1           | E1           |
| Propylene Glycol               | 30                | -10/+100                 | V3                   | V3           | V3           |
| Sodium Hypochlorite            | 1                 | +5/+25                   | -                    | -            | V3           |
| Sodium Nitrate                 | 10                | +5/+60                   | -                    | V3           | V3           |
| Diathermic Oil                 | 100               | +90/+120                 | V4                   | V4           | V4           |
| Mineral Oil                    | 100               | +90/+120                 | V4                   | V4           | V4           |
| Vegetable Oil                  | 100               | +70/+100                 | E1                   | E1           | E1           |
| Perchlorethylene               | 100               | -10/+30                  | V4                   | V4           | V4           |
| Sodium Hydroxide               | 25                | +5/+70                   | E2                   | E2           | E2           |
| Aluminium Sulphate             | 10 ÷ 25           | +5/+50                   | -                    | -            | E2           |
| Ammonium Sulphate              | 10                | -10/+60                  | -                    | -            | E2           |
| Ferric Sulphate                | 10                | +5/+30                   | -                    | -            | E1           |
| Trichloroethylene              | 100               | -10/+40                  | V4                   | V4           | V4           |

For use with sea water, please consult the technical office. This table should be considered a general guide.

It is important to consider the specific operating conditions, in particular the concentration in the pumped liquid, the specific weight and/or the viscosity, the temperature of the liquid and its pressure.

All these conditions are essential for engine and pump performance.

When pumping hazardous liquids, it is recommended to take safety precautions. You can contact us for more information.

### MCE/P INVERTER



#### CONSTRUCTION FEATURES OF THE ELECTRONICS: MCE/P INVERTER

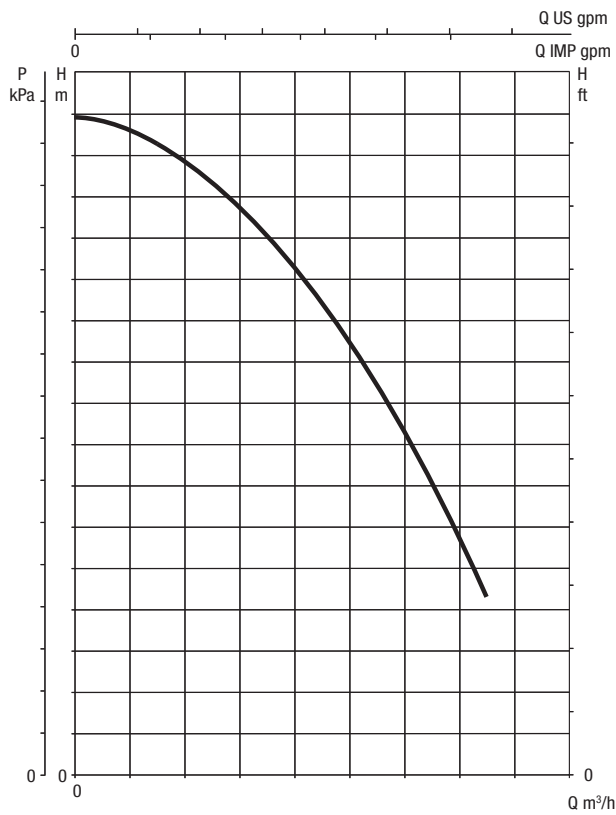
The inverter continuously adjusts the rotation speed of the electric pump, keeping the pressure constant, even when the flow rate varies. The other electric pumps, also with variable speed, are activated in cascade after the first one has reached maximum speed. Through modulation, they compensate the pressure fluctuations of the system.

For every operating cycle, it is possible to switch the restart to a different pump, therefore ensuring even use of all electric pumps.

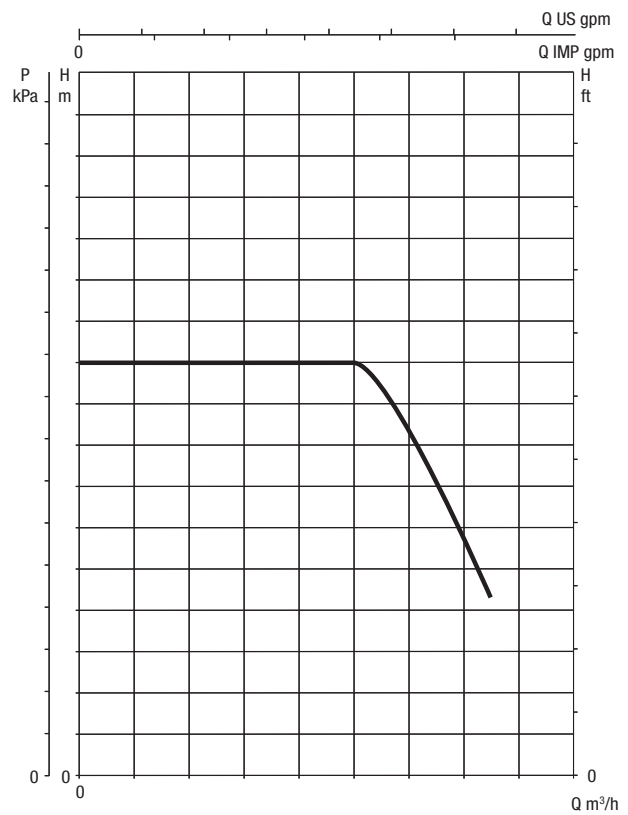
It is possible to set operation times for each individual pump, switching to another pump after such set times.

The "SP" pressure can be adjusted by the user using the "+" and "-" keys found on the MCE/P (as a rule, all the pumps are set to the same pressure value). With the new MCE/P, it is sufficient to set the data on one of the devices, and it will be automatically propagated to the other pumps of the system.

### MODES OF OPERATION



PERFORMANCE CURVES WITHOUT INVERTER



PERFORMANCE CURVES WITH INVERTER

The inverter is capable of maintaining a constant pressure even when the flow rate varies.

The operating pressure can be adjusted by the user.

A good pressure set-point is between 1/3 and 2/3 of the maximum head of the electric pump. In this way, high efficiency of the pump is maintained, together with maximum saving.

In addition, the MCE/P does not block the pump if the pressure is not reached, but the flow is present. This prevents service interruptions in case of high flows.



Only the MCE/P with D.Connect READY label are D.Connect compatible

# D.CONNECT SERVICE

REMOTE CONTROL FOR ELECTRONIC RESIDENTIAL AND COMMERCIAL SYSTEMS

## INTRODUCTION

The D.Connect service offers simple and intuitive remote control of your installation, without the need of a server or specialist personnel. With D.Connect, you can remotely manage your installations as if you were right in front of them.

Thanks to the system operation charts, you will also be able to optimise operation. You will also receive prompt notifications of any system faults.

## THE CONNECTIVITY SERVICE ALLOWS YOU TO:

### EASILY MONITOR YOUR SYSTEMS

Installation list

| Installation Name                              | Status           |
|--|------------------|
| Impianto di pressurizzazione via Cairolli Pisa | OK (Green)       |
| Condominio Cancelli Palala                     | Warning (Orange) |
| Condominio Pero Livorno                        | OK (Green)       |
| Condominio Nicolai Firenze                     | OK (Green)       |
| Officine Arnoldi Pressurizzazione              | Warning (Orange) |
| Officine Arnoldi Riscaldamento                 | Warning (Orange) |
| Officine Arnoldi Acqua Calda Sanitaria         | Warning (Orange) |
| Officine Arnoldi gruppi frigo                  | Warning (Orange) |

The installations with green status are OK, while the orange ones need attention, and the red ones are experiencing problems

## TAKE ANY NECESSARY ACTIONS AS IF YOU WERE RIGHT IN THE PUMP ROOM

Using the internet site or the APPs, you will be able to easily and quickly control your systems.

NAME : MCE  
PRODUCT DESCRIPTION : MCE P  
SERIAL : FJOI2-22JBC-I5KOB

Time elapsed from last received data less than 3m

Status

| Parameter                    | Value     |
|------------------------------|-----------|
| PUMP STATUS                  | StandBy   |
| SYSTEM STATUS                | System OK |
| PRESSURE BAR ( VP)           | 3 bar     |
| OUTPUT POWER ( PO)           | 0 kW      |
| ROTATING FREQUENCY ( RF)     | 0 Hz      |
| PUMP PHASE CURRENT ( C1)     | 0 A       |
| HEATSINK TEMPERATURE C ( TE) | 29 °C     |
| Pcb TEMPERATURE C ( TB)      | 32 °C     |
| PUMP POWER On Hours ( HO)    | 10526 h   |
| PUMP RUN Hours ( HO)         | 57 h      |
| LAST ERROR OCCURENCY         | 3         |
| LAST ERROR TIME POWER On     | 0 h       |

# D.CONNECT SERVICE

## REMOTE CONTROL FOR ELECTRONIC RESIDENTIAL AND COMMERCIAL SYSTEMS

Connect to the website: <https://dconnect.dabpumps.com>, using Internet Browsers such as Microsoft Edge or Google Chrome.  
The Android and iOS D.Connect APPs can be downloaded from the relevant Stores:



In order to use the D.Connect service, registration and connected products are required.

### REMOTE ALARMS

In case of alarm, the D.Connect service will promptly send you a notification, so that you can check what is happening and organise a visit to the system before the issue becomes an emergency for your customer.

### WHAT PRODUCTS CAN YOU MANAGE USING THE D.CONNECT SERVICE?

MCE/P, AD AC, Active driver Plus, E.box, Evoplus, E.sybox, E.sybox mini.

### WHAT DO YOU NEED TO USE THE SERVICE?

1. D.Connect Box
2. Cables for the connection of the D.Connect Box to the products to control
3. One or more compatible products
4. An internet connection in the system to control

For more information visit: <https://dconnect.dabpumps.com/getstarted>

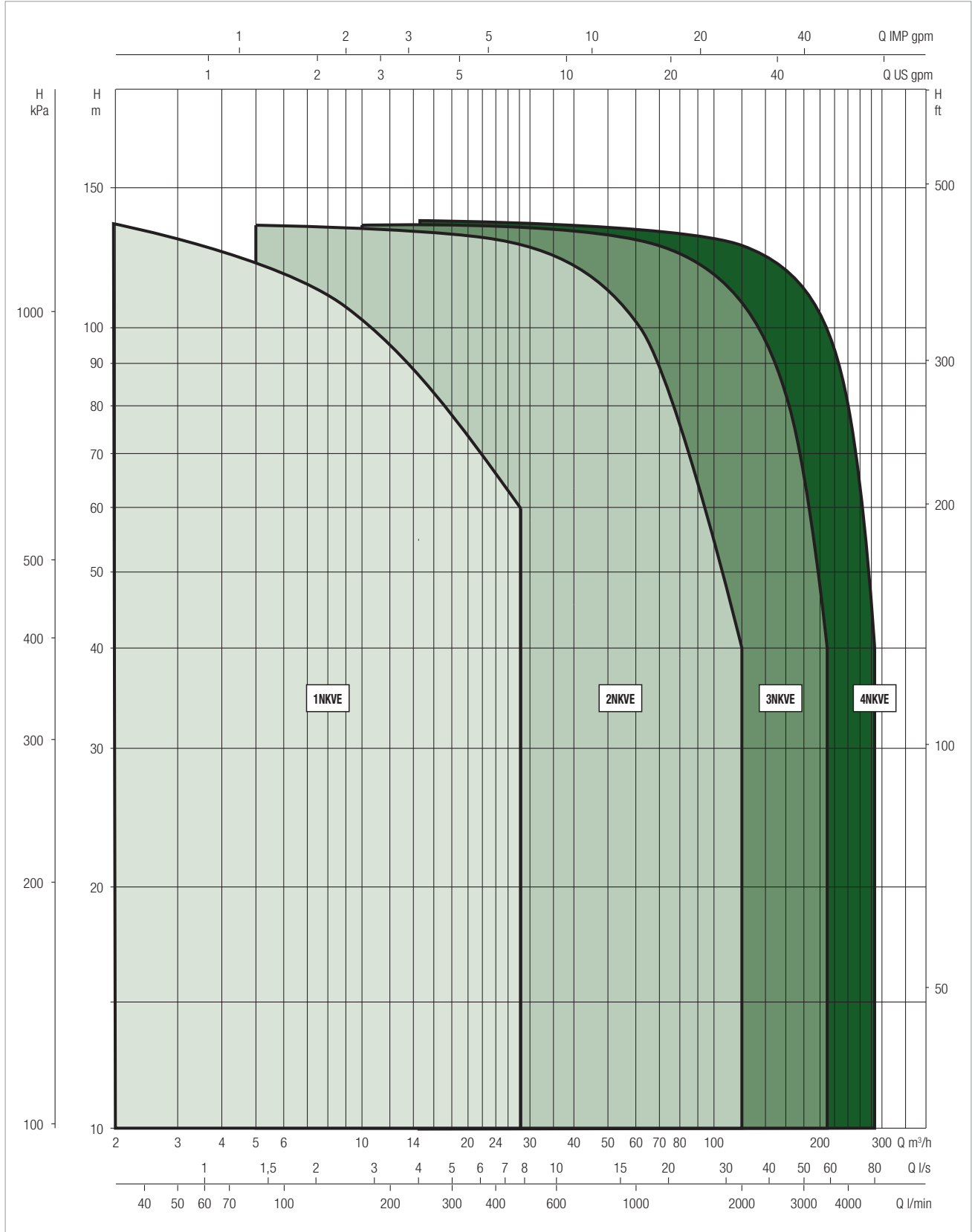
# GAMMA 1/2/3/4 NKVE 10 - 15 - 20 - 32 - 45 MCE/P

VERTICAL AXIS MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMPS WITH MCE/P INVERTER

## PERFORMANCE RANGE

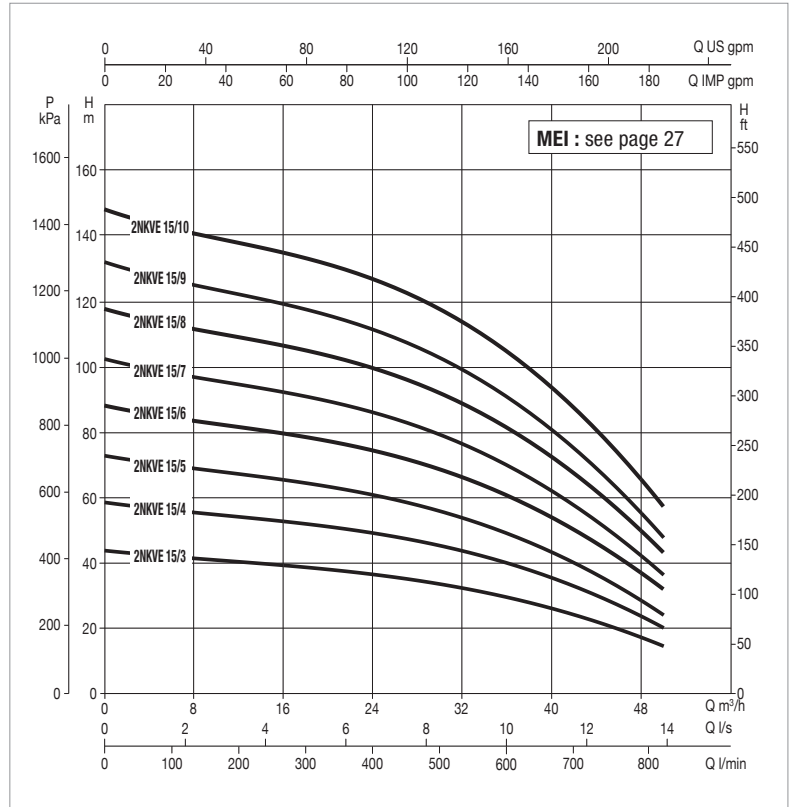
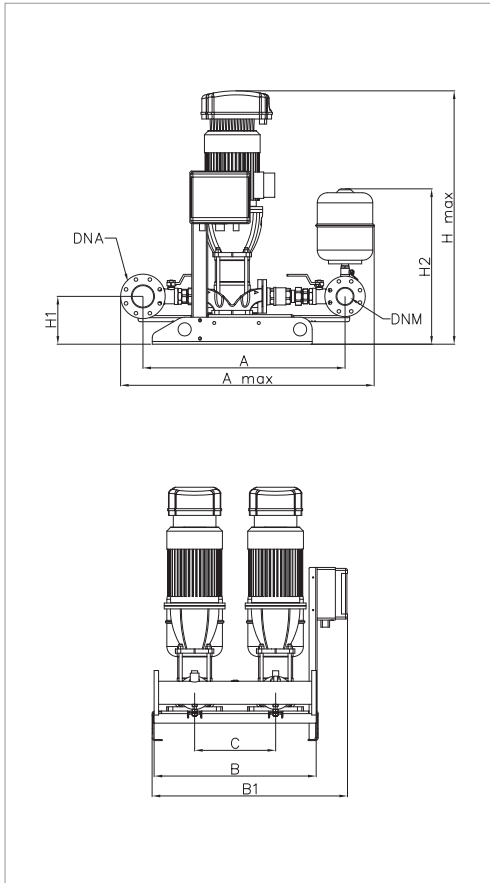
The performance curves are based on the kinematic viscosity values = 1 mm<sup>2</sup>/s and density equal to 1000 kg/m<sup>3</sup>. Curve tolerance according to ISO 9906.

### GRAPHICAL SELECTION TABLE



## 2 NKVE 15 - MCE/P - CONSTANT PRESSURE BOOSTER SETS

Pumped liquid temperature range: from 0 °C to +120 °C - Maximum ambient temperature: +50 °C - Max flow rate: 280 m<sup>3</sup>/h



The performance curves are based on kinematic viscosity values = 1 mm<sup>2</sup>/s and density equal to 1000 kg/m<sup>3</sup>.  
Curve tolerance according to ISO 9906.

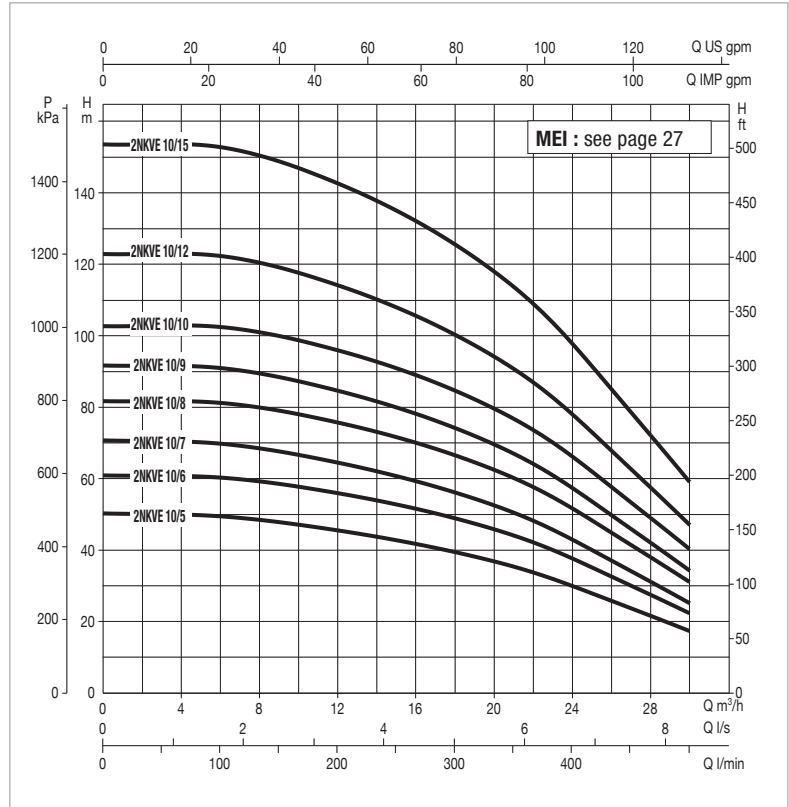
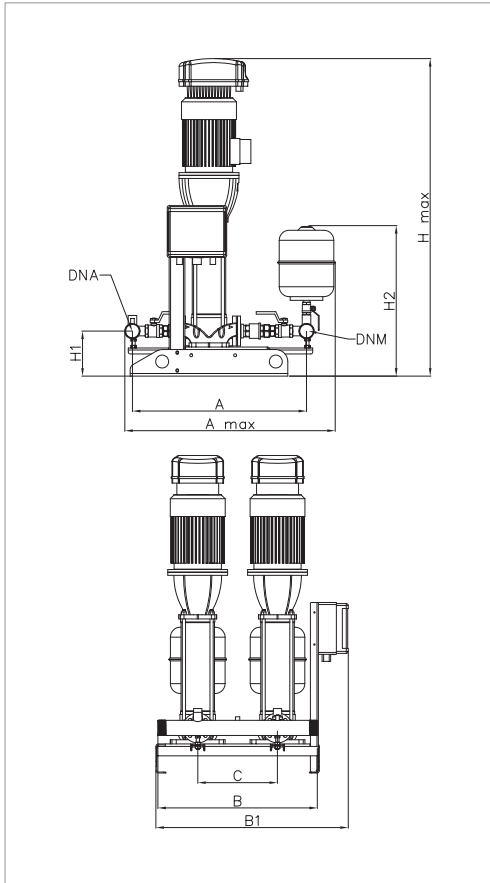
Overall performance taking into account TWO pumps working at the same time.

| MODEL                       | PUMP+INVERTER<br>POWER INPUT | P2 NOMINAL |       | In<br>A | MCE/P<br>MODEL | MAXIMUM<br>FLOW RATE<br>m <sup>3</sup> /h | MAX OBTAINABLE<br>PRESSURE BAR | STANDARD<br>PRESSURE BAR |
|-----------------------------|------------------------------|------------|-------|---------|----------------|---|--------------------------------|--------------------------|
|                             |                              | kW         | HP    |         |                |   |                                |                          |
| 2 NKVE 15/3 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x3        | 2x4   | 2x7,37  | MCE 30/P       | 48  | 4                              | 3,5                      |
| 2 NKVE 15/4 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x4        | 2x5,5 | 2x10,1  | MCE 30/P       | 48  | 5                              | 4                        |
| 2 NKVE 15/5 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x4        | 2x5,5 | 2x10,1  | MCE 30/P       | 48  | 6,5                            | 5                        |
| 2 NKVE 15/6 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x5,5      | 2x7,5 | 2x13,1  | MCE 55/P       | 48  | 7,5                            | 6,5                      |
| 2 NKVE 15/7 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x5,5      | 2x7,5 | 2x13,1  | MCE 55/P       | 48  | 9                              | 8                        |
| 2 NKVE 15/8 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x7,5      | 2x10  | 2x17,6  | MCE 55/P       | 48  | 11                             | 10                       |
| 2 NKVE 15/9 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x7,5      | 2x10  | 2x17,6  | MCE 55/P       | 48  | 12                             | 11                       |
| 2 NKVE 15/10 S T MCE 400-50 | 3 x 400 V ~                  | 2x11       | 2x15  | 2x25,5  | MCE 110/P      | 48  | 13                             | 12                       |

| MODEL                       | A    | A<br>MAX | B   | B1  | C   | H | H1  | H2  | H<br>MAX | DNA | DNM | PACKING DIMENSIONS |      |      | WEIGHT<br>Kg |
|-----------------------------|------|----------|-----|-----|-----|---|-----|-----|----------|-----|-----|--------------------|------|------|--------------|
|                             |      |          |     |     |     |   |     |     |          |     |     | L/A                | L/B  | H    |              |
| 2 NKVE 15/3 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1321     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 238          |
| 2 NKVE 15/4 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1369     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 258          |
| 2 NKVE 15/5 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1417     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 261          |
| 2 NKVE 15/6 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1674     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 317          |
| 2 NKVE 15/7 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1722     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 319          |
| 2 NKVE 15/8 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1892     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 344          |
| 2 NKVE 15/9 S T MCE 400-50  | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 1940     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 347          |
| 2 NKVE 15/10 S T MCE 400-50 | 1000 | 1255     | 800 | 965 | 400 | - | 236 | 770 | 2084     | 100 | 80  | 2150               | 1000 | 1400 | 459          |

## 2 NKVE 10 -MCE/P - CONSTANT PRESSURE BOOSTER SETS

Pumped liquid temperature range: from 0 °C to +120 °C - Maximum ambient temperature: +50 °C - Max flow rate: 280 m<sup>3</sup>/h



The performance curves are based on kinematic viscosity values = 1 mm<sup>2</sup>/s and density equal to 1000 kg/m<sup>3</sup>.  
Curve tolerance according to ISO 9906.

Overall performance taking into account TWO pumps working at the same time.

| MODEL                       | PUMP+INVERTER<br>POWER INPUT | P2 NOMINAL |       | In<br>A | MCE/P<br>MODEL | MAXIMUM<br>FLOW RATE<br>m <sup>3</sup> /h | MAX OBTAINABLE<br>PRESSURE BAR | STANDARD<br>PRESSURE BAR |
|-----------------------------|------------------------------|------------|-------|---------|----------------|---|--------------------------------|--------------------------|
|                             |                              | kW         | HP    |         |                |   |                                |                          |
| 2 NKVE 10/5 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x1,5      | 2x2   | 2x4,9   | MCE 30/P       | 26  | 5                              | 4                        |
| 2 NKVE 10/6 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x2,2      | 2x3   | 2x5,4   | MCE 30/P       | 26  | 6                              | 5                        |
| 2 NKVE 10/7 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x2,2      | 2x3   | 2x5,4   | MCE 30/P       | 26  | 7                              | 6                        |
| 2 NKVE 10/8 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x3        | 2x4   | 2x7,37  | MCE 30/P       | 26  | 8                              | 6,5                      |
| 2 NKVE 10/9 S T MCE 400-50  | 3 x 400 V ~                  | 2x3        | 2x4   | 2x7,37  | MCE 30/P       | 26  | 9                              | 7,7                      |
| 2 NKVE 10/10 S T MCE 400-50 | 3 x 400 V ~                  | 2x4        | 2x5,5 | 2x10,1  | MCE 30/P       | 26  | 10                             | 8,5                      |
| 2 NKVE 10/12 S T MCE 400-50 | 3 x 400 V ~                  | 2x4        | 2x5,5 | 2x10,1  | MCE 30/P       | 26  | 12                             | 10                       |
| 2 NKVE 10/15 S T MCE 400-50 | 3 x 400 V ~                  | 2x5,5      | 2x7,5 | 2x13,1  | MCE 55/P       | 26  | 14                             | 10                       |

| MODEL                       | A   | A<br>MAX | B   | B1  | C   | H | H1  | H2  | H<br>MAX | DNA  | DNM  | PACKING DIMENSIONS |      |      | WEIGHT<br>Kg |
|-----------------------------|-----|----------|-----|-----|-----|---|-----|-----|----------|------|------|--------------------|------|------|--------------|
|                             |     |          |     |     |     |   |     |     |          |      |      | L/A                | L/B  | H    |              |
| 2 NKVE 10/5 S T MCE 400-50  | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1255     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 186          |
| 2 NKVE 10/6 S T MCE 400-50  | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1285     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 187          |
| 2 NKVE 10/7 S T MCE 400-50  | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1314     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 214          |
| 2 NKVE 10/8 S T MCE 400-50  | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1393     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 216          |
| 2 NKVE 10/9 S T MCE 400-50  | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1423     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 218          |
| 2 NKVE 10/10 S T MCE 400-50 | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1453     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 237          |
| 2 NKVE 10/12 S T MCE 400-50 | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1513     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 240          |
| 2 NKVE 10/15 S T MCE 400-50 | 875 | 1060     | 800 | 965 | 400 | - | 226 | 755 | 1800     | 2" ½ | 2" ½ | 2150               | 1000 | 1400 | 298          |



**Destinatario**

**Remite**

Empresa  
Referencia  
Dirección  
Telefono  
Fax  
E-mail

**Código artículo :**

60151474

**Artículo:**

2NKVE 10/6 S TE1 MCE 400-60 IE3

**Datos bomba**

MEI ≥ 0,70

Presión nominal: 1,6 MPa  
Temperatura mín. fluido 0 °C  
Temperatura máx. fluido 120 °C  
Temperatura ambiente máx. 50 °C

**Datos de servicio requeridos**

Caudal : 18,00 m³/h  
Altura impulsión : 47,30 m  
Fluido bombeado (%) :  
Temperatura fluido: 20 °C  
Densidad 998,3 kg/m³  
Viscosidad cinemática: 1,005 mm²/s  
Presión del vapor: 0,00 MPa

**Punto trabajo real**

Caudal : 18,24 m³/h  
Altura impulsión : 48,56 m  
NPSH : 1,91 m  
Shaft power P2 : 3,63 kW  
Rendimiento : 66,34 %

**Materiales**

Cuerpo bomba Acero inoxidable AISI 304  
Camisa exterior Acero inoxidable AISI 304  
Rodete Acero inoxidable AISI 304  
Eje bomba Acero inoxidable AISI 304  
Cierre mecánico VER SECCIÓN "CIERRE MECÁNICO"  
Difusor Acero inoxidable AISI 304  
Base Acero galvanizado

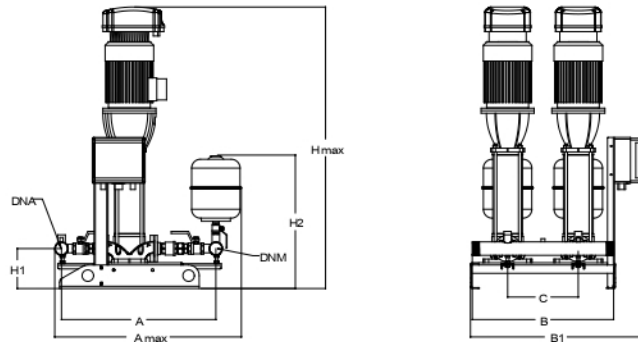
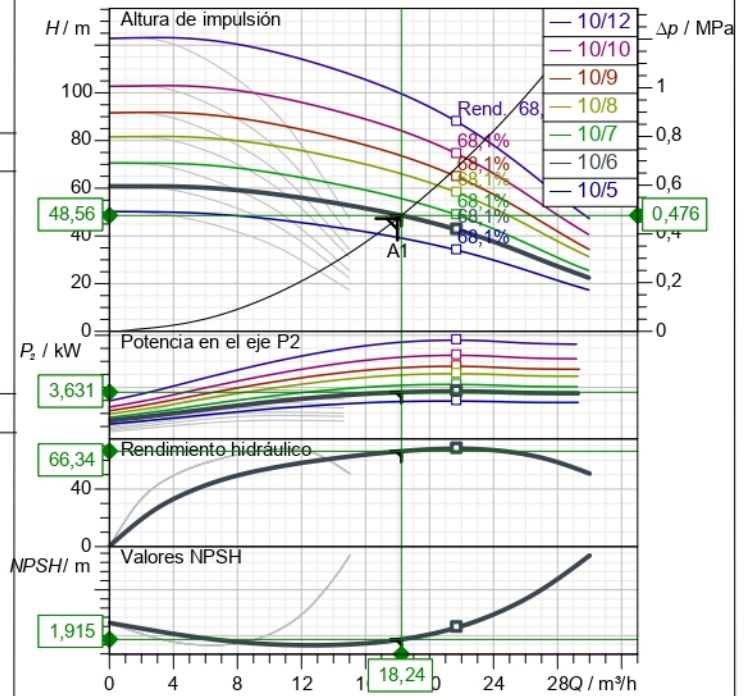
**Cierre mecánico**

Type AISI 316  
Stationary part Carbón  
Rotating part Carburo de silicio  
Elastomer EPDM

**Datos motor (bomba principal):**

Potencia nominal P2: 2,2 kW  
Velocidad nominal: 2.882 1/min  
Tensión nominal: 3~ 400 V 60 Hz  
Corriente nominal:  
Grado de protección: IP 55

**Tolerancia de curva acorde a ISO 9906**



**Peso :** 187 kg

**Dimensiones exteriores mm**

|       |        |    |     |
|-------|--------|----|-----|
| A     | 875    | H1 | 226 |
| A max | 1.060  | H2 | 755 |
| B     | 800    |    |     |
| B1    | 965    |    |     |
| C     | 400    |    |     |
| DNA   | 2" 1/2 |    |     |
| DNM   | 2" 1/2 |    |     |
| H max | 1.285  |    |     |

**Conexiones bomba**

Lado aspiración 2" 1/2 / 1,6 MPa  
Lado impulsión 2" 1/2 / 1,6 MPa



# DIMENSIONES

01/11/2022

Página 3 / 3

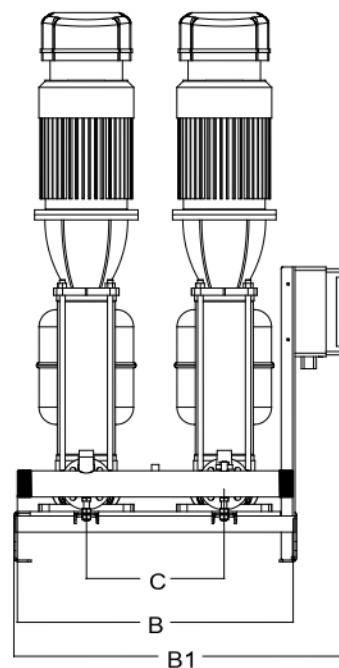
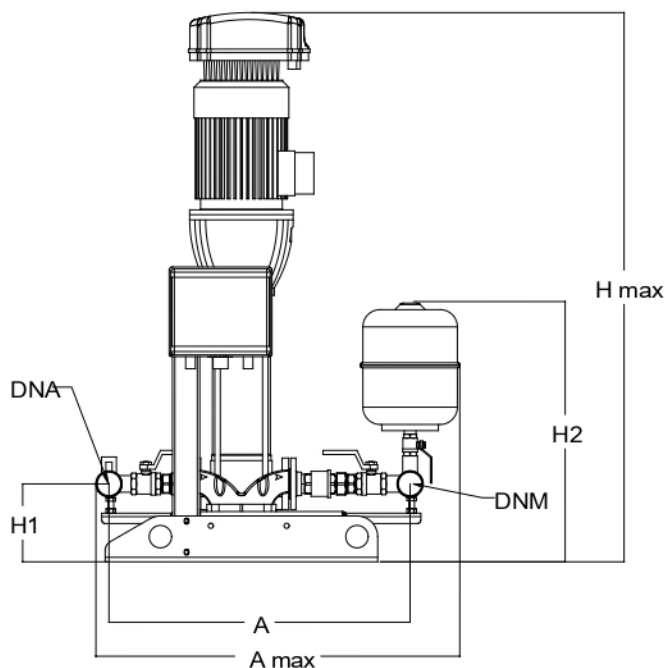
DAB PUMPS S.p.A.  
Via Marco Polo, 14 - 35035 Mestrino (PD), Italy  
Tel. +39 049 5125000 - Fax +39 049 5125950  
www.dabpumps.com

Destinatario

Remitente

Empresa  
Referencia  
Dirección  
Telefono  
Fax  
E-mail

## 2NKVE 10/6 S T E1 MCE 400-60 IE3



### Dimensiones en mm

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

|       |        |
|-------|--------|
| A     | 875    |
| A max | 1.060  |
| B     | 800    |
| B1    | 965    |
| C     | 400    |
| DNA   | 2" 1/2 |
| DNM   | 2" 1/2 |
| H max | 1.285  |
| H1    | 226    |
| H2    | 755    |

### Conexiones bomba

Aspiración  
2" 1/2  
1,6 MPa  
  
Discharge  
2" 1/2  
1,6 MPa

MAIN\_PROJECT\_TITLE

BUSINESS\_PROCESS\_II

OWNER\_

ISSUE\_DATE

01/11/2022

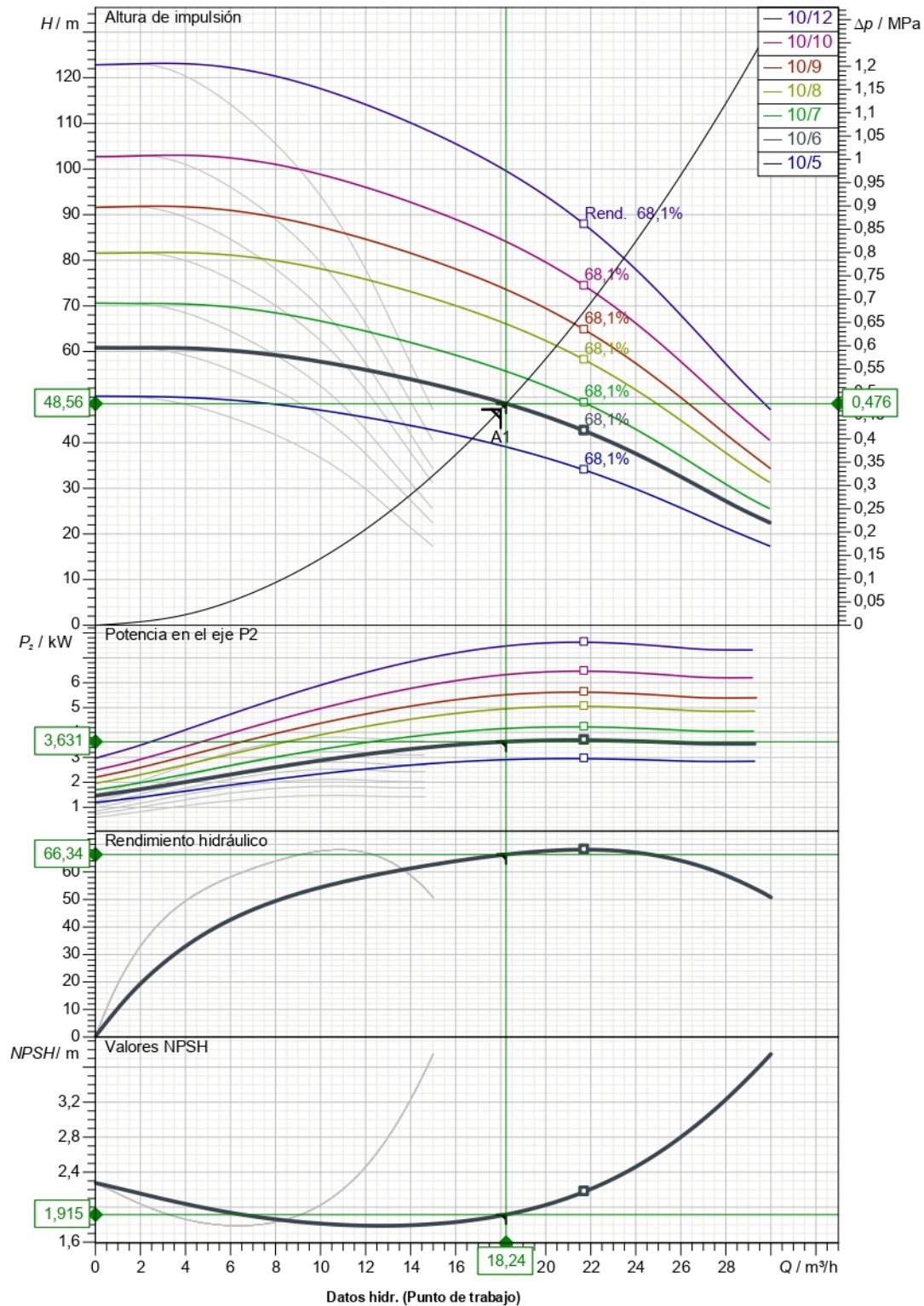
Destinatario

Remitente

 Empresa  
 Referencia  
 Dirección  
 Telefono  
 Fax  
 E-mail

**2NKVE 10/6 S T E1 MCE 400-60 IE3**

Tolerancia de curva acorde a ISO 9906


 Lado aspiración  
 2" 1/2  
 1,6 MPa

 Lado impulsión  
 2" 1/2  
 1,6 MPa

 Caudal :  
 18 m³/h

 Altura impulsión :  
 47,3 m

 Velocidad nominal:  
 2.882 1/min

MAIN\_PROJECT\_TITLE

BUSINESS\_PROCESS\_IE

OWNER\_

ISSUE\_DATE

01/11/2022



Filtro de zeolita automático 30" de diámetro y 72" de altura



MODELO

SOFT-LP-3072

CARACTERISTICA ESPECIAL

Retrolavado automático

MARCA

EVANS

CATEGORIA

Filtros



#### FILTROS

|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Uso del Agua                        | USO                  |
| Temperatura Maxima                  | 50 °C                |
| Volumen de Media Filtrante          | 15.00 ft3            |
| Presion Minima                      | 21 PSI               |
| Presion Maxima                      | 87 PSI               |
| Flujo Maximo                        | 340 lpm              |
| Flujo de Retrolavado o Regeneracion | 227 lpm              |
| Diametro de entrada                 | 2.00 pulg            |
| Diametro de salida                  | 2.00 pulg            |
| Diametro de desagüe                 | 2.00 pulg            |
| Valvula                             | Automática           |
| Instalación eléctrica               | (100 - 240) V~ 60 Hz |
| Medio Filtrante                     | Zeolita              |
| Duracion de Media Filtrante         | 4 años               |
| Material                            | Fibra de Vidrio      |

#### INFORMACION ADICIONAL

|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| Garantia    | 1 año                      |
| Dimensiones | 239.00 X 97.00 X 107.00 cm |
| Peso neto   | 424.00 kg                  |

#### USOS

- Retiene los sedimentos visibles y elementos suspendidos.
- Evita la formación de cloraminas.
- Es usado como primera etapa en el proceso de filtración de agua.

#### BENEFICIOS

- Evita que los grifos se tapen debido a sedimentos.
- Sistema de retrolavado automático que limpia su filtro periódicamente.
- Bajo costo de operación.





Filtro de zeolita automático 30" de diámetro y 72" de altura



MODELO

SOFT-LP-3072

CARACTERISTICA ESPECIAL

Retrolavado automático

MARCA

EVANS

CATEGORIA

Filtros



USOS

- Retiene los sedimentos visibles y elementos suspendidos. •Evita la formación de cloraminas. •Es usado como primera etapa en el proceso de filtración de agua.

BENEFICIOS

- Evita que los grifos se tapen debido a sedimentos. •Sistema de retrolavado automático que limpia su filtro periódicamente. •Bajo costo de operación.







Bomba sumergible 1 Hp para agua limpia de Cisterna, monofásica, 127 V.



## MODELO

SP1ME100H

## CARACTERISTICA ESPECIAL

Silenciosa y la más Eficiente en su Categoría

## MARCA

EVANS

## CATEGORIA

Bombas Sumergibles



## MOTOR

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Tipo de Motor      | Eléctrico  |
| Marca del motor    | Evans®     |
| Potencia del Motor | 1.00 HP    |
| RPM del Motor      | 3450 RPM   |
| Encendido          | 3450       |
| Voltaje            | 127 V      |
| Fases del motor    | Monofásico |
| Corriente          | 10.5 A     |
| Protección termica | Si         |
| Longitud de cable  | 6 m        |

## BOMBA

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Tipo de Bomba               | Sumergible  |
| Flujo Optimo                | 120.00 LPM  |
| Altura Optima               | 18.00 m   |
| Numero de etapas            | 1 etapas  |
| Diametro de descarga        | 1.00 pulg   |
| Tipo de impulsor            | Cerrado   |
| Material del cuerpo         | Hierro Gris   |
| Material del impulsor       | Nylon   |
| Material del sello mecanico | Acero inoxidable, silicón, cerámica, NBR  |
| Temperatura Maxima del Agua | 40° C   |
| Incluye                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de propietario.</li> <li>• Grantía Evans.</li> <li>• Listado de centros de servicio,</li> </ul> |

## USOS

- Ideal para abastecer tinacos para casas o departamentos.
- Excelente para funcionar con el EASY-PRESS Evans®.

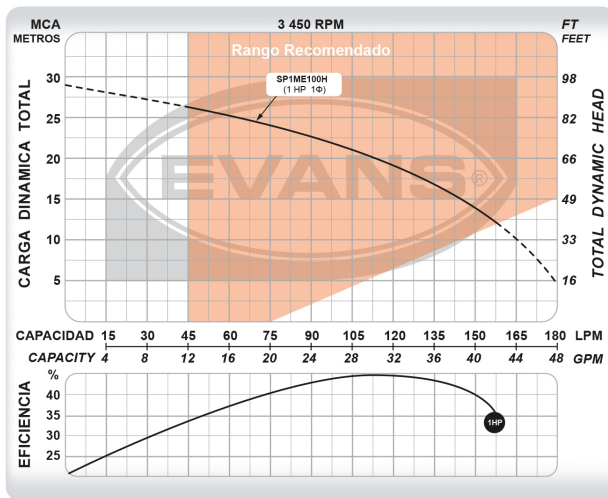
## BENEFICIOS

- Abastecimiento confiable de agua limpia.
- Fácil de Instalar.
- Construcción en hierro gris resistente a la corrosión.





Bomba sumergible 1 Hp para agua limpia de Cisterna, monofásica, 127 V.



### INFORMACION ADICIONAL

|               |                          |
|---------------|--------------------------|
| Dimensiones   | 41.00 X 23.00 X 22.00 cm |
| Garantía      | 1 año                    |
| Certificación | NOM/ANCE                 |
| Peso neto     | 17.00 kg                 |

MODELO

SP1ME100H

CARACTERISTICA ESPECIAL

Silenciosa y la más Eficiente en su Categoría

MARCA

EVANS

CATEGORIA

Bombas Sumergibles



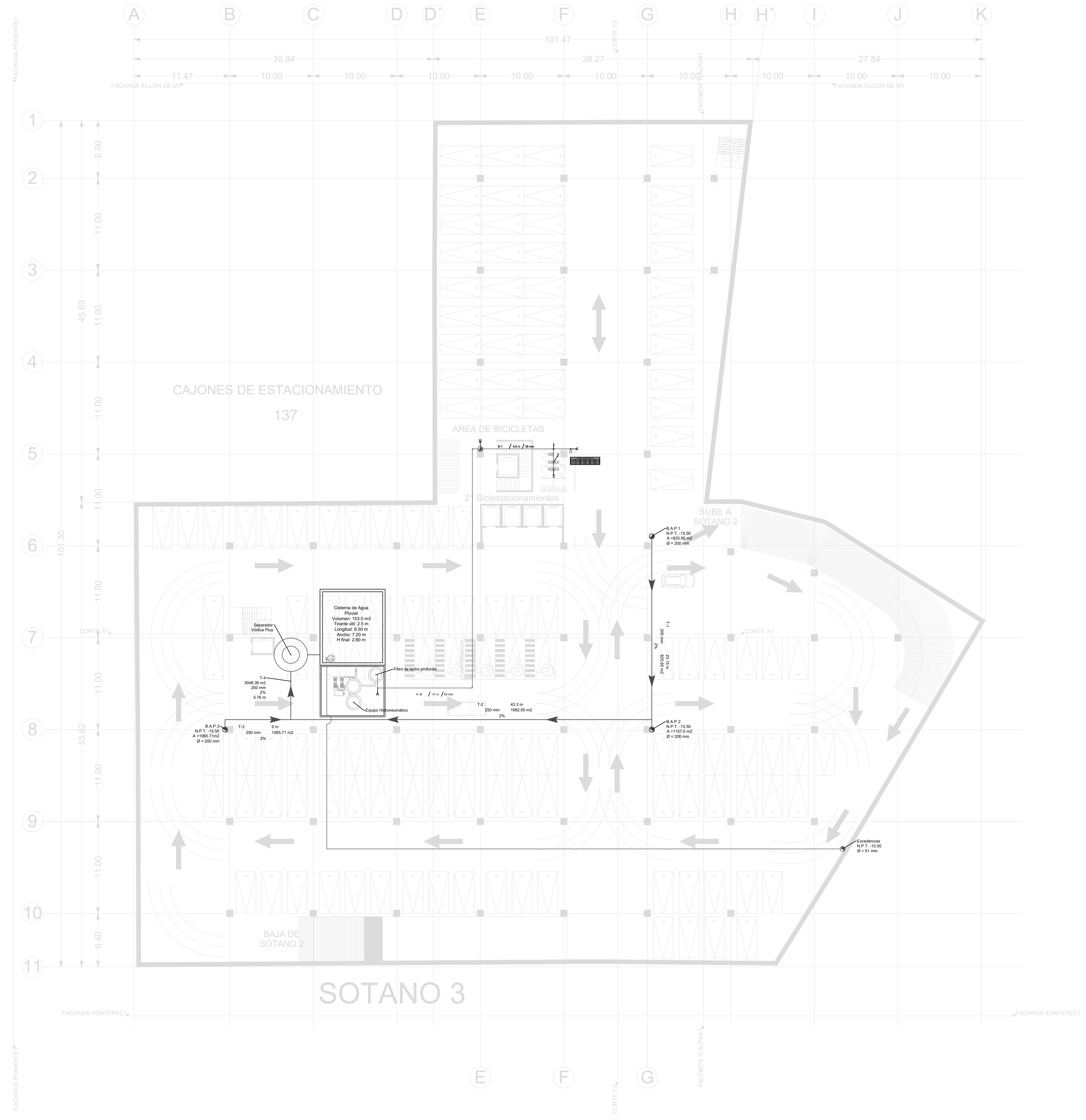
USOS

- Ideal para abastecer tinacos para casas o departamentos.
- Excelente para funcionar con el EASY-PRESS Evans®.

BENEFICIOS

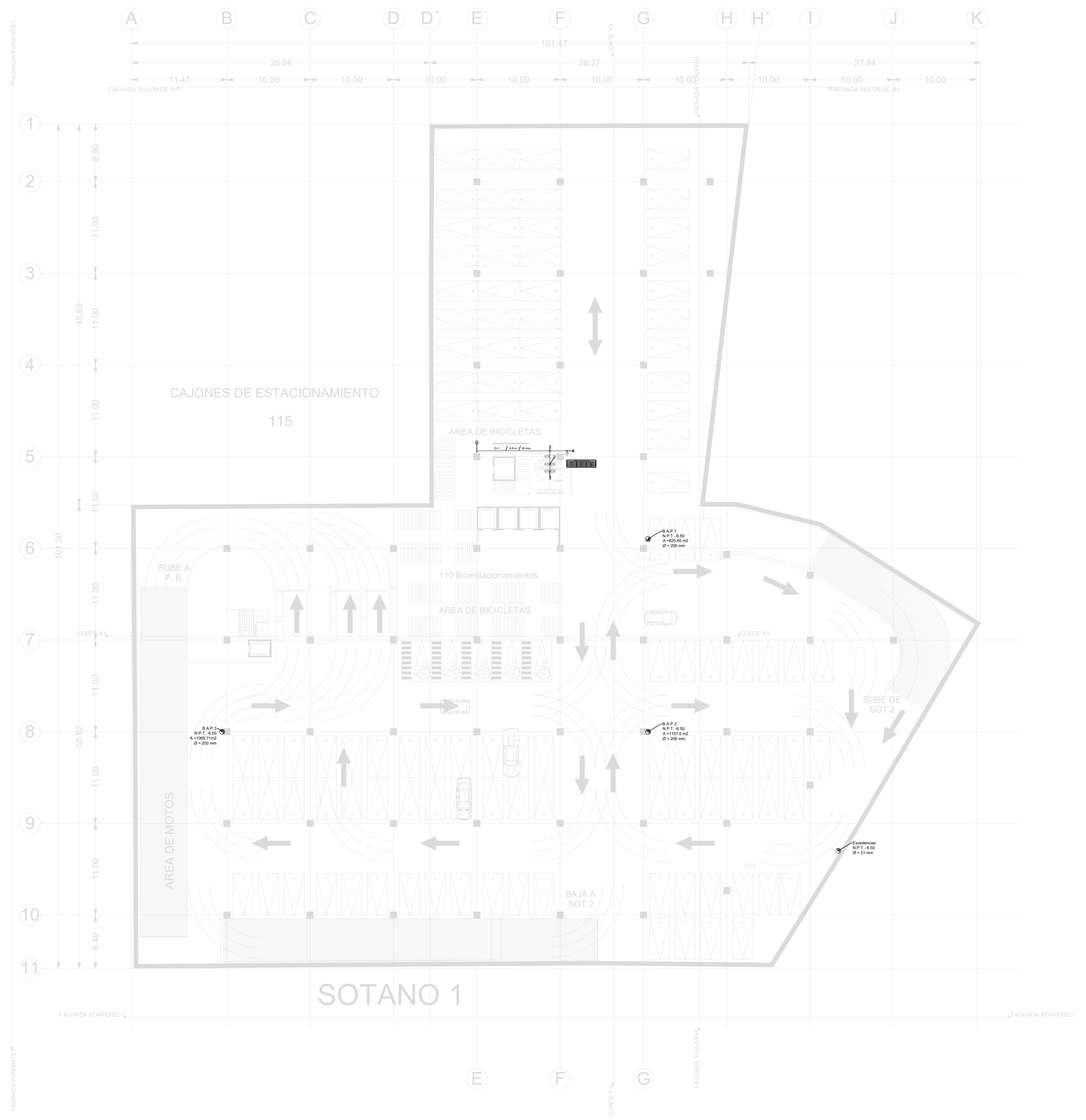
- Abastecimiento confiable de agua limpia.
- Fácil de Instalar.
- Construcción en hierro gris resistente a la corrosión.

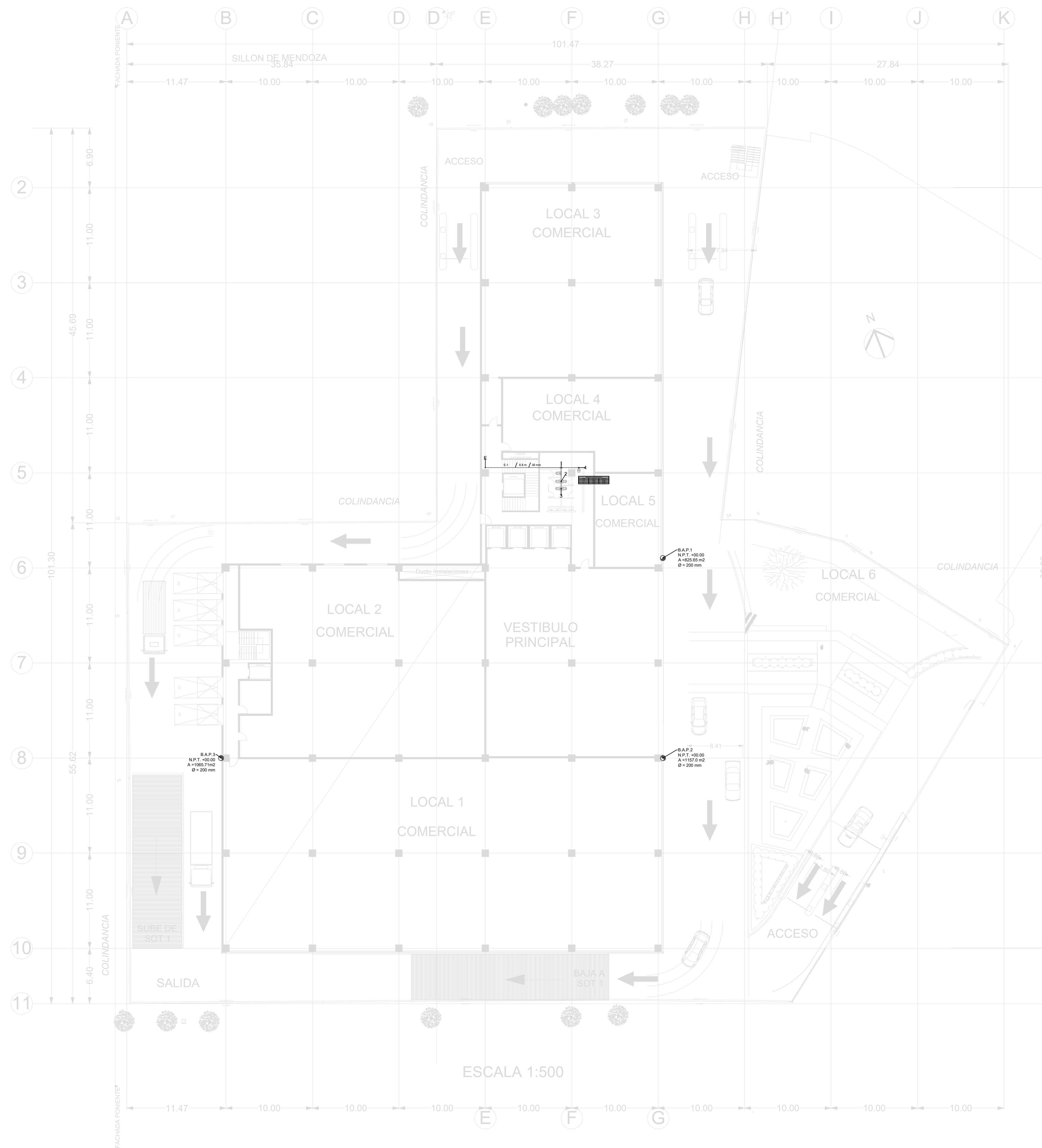


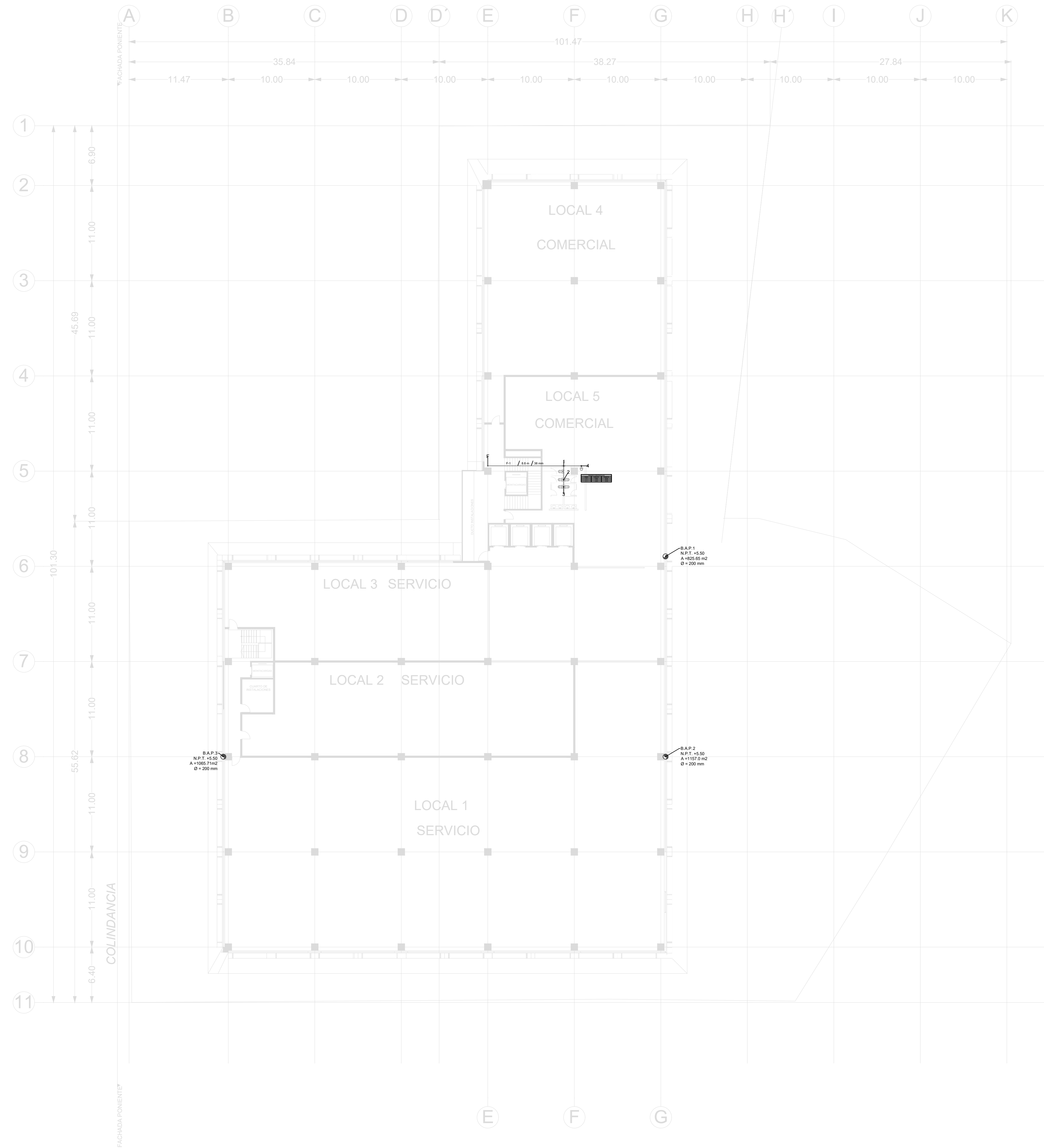


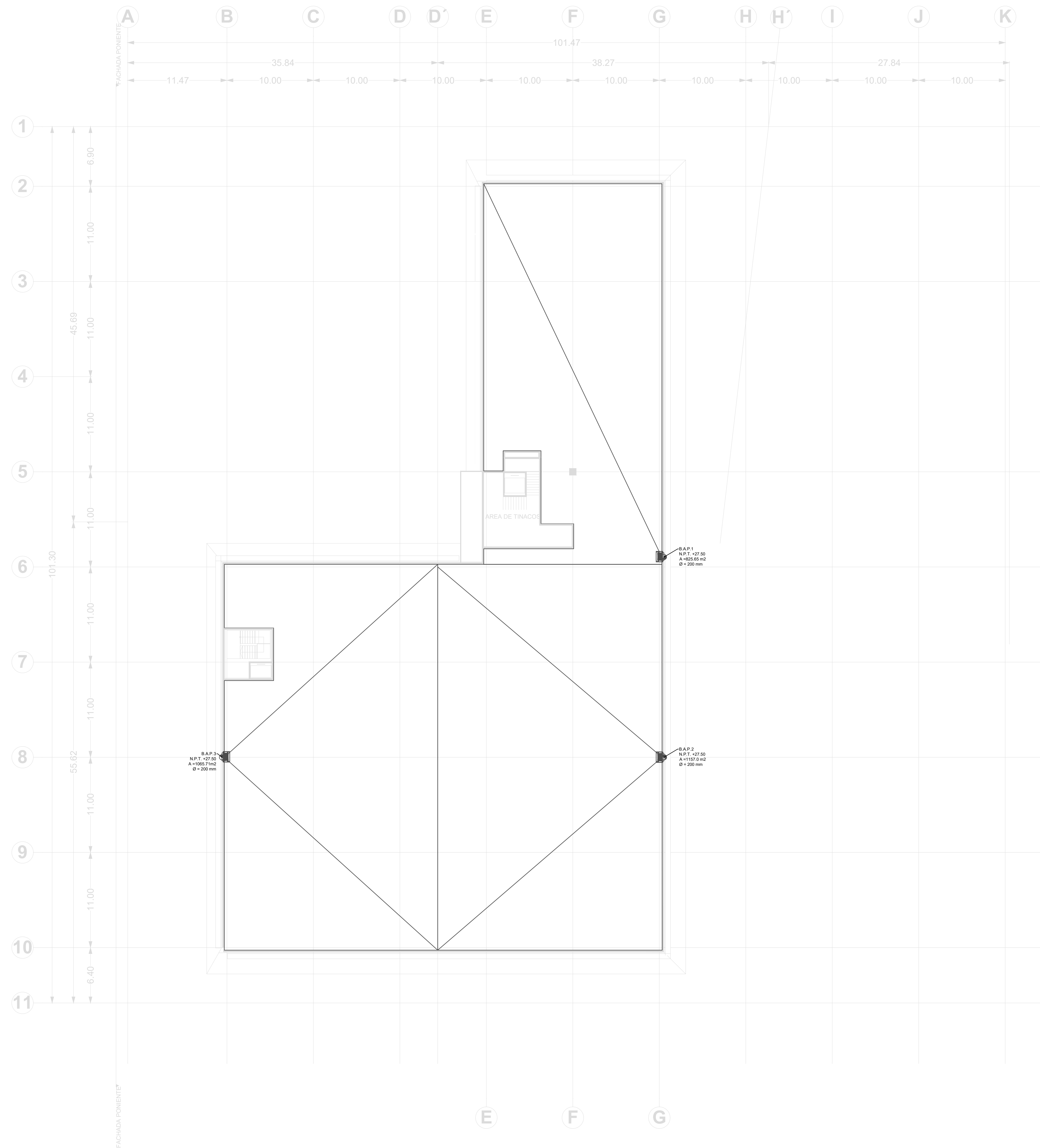




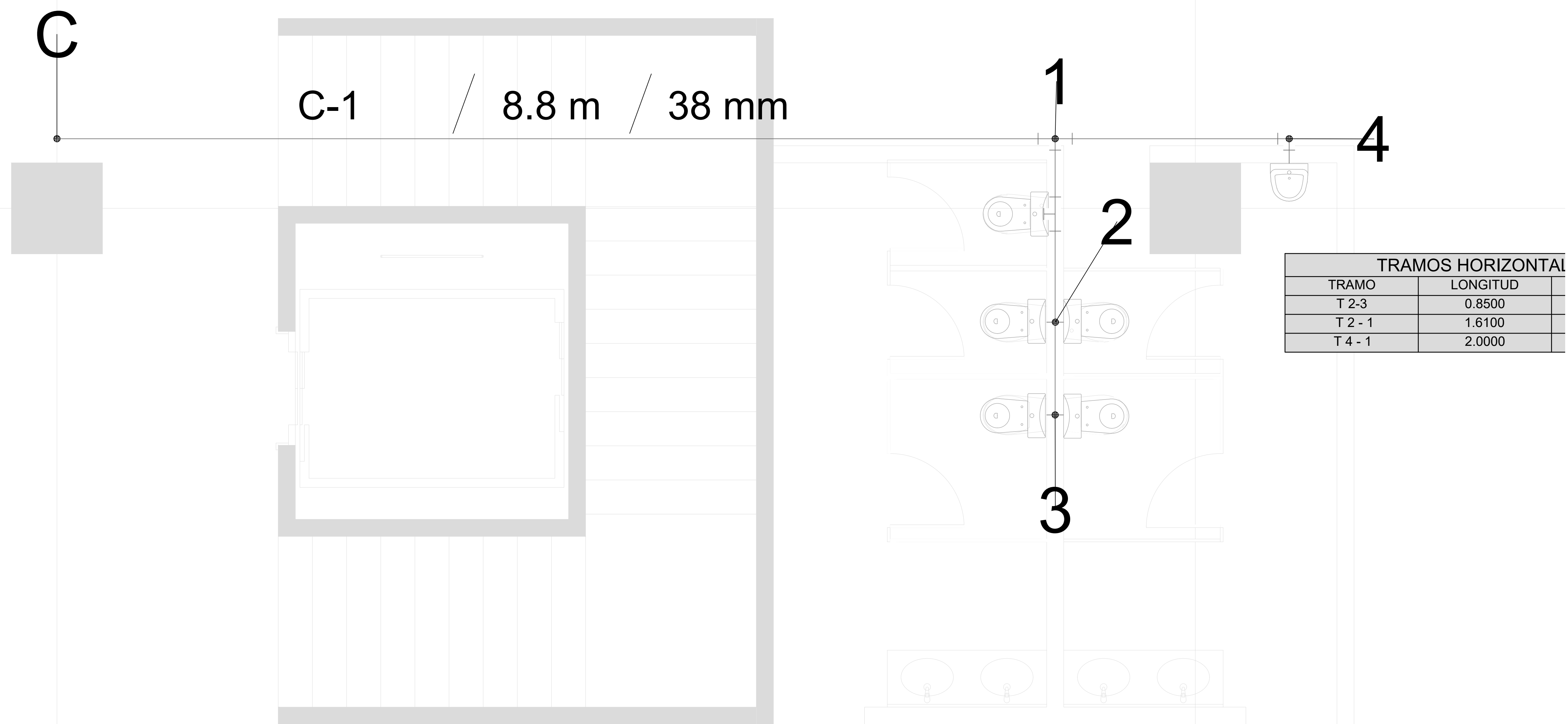






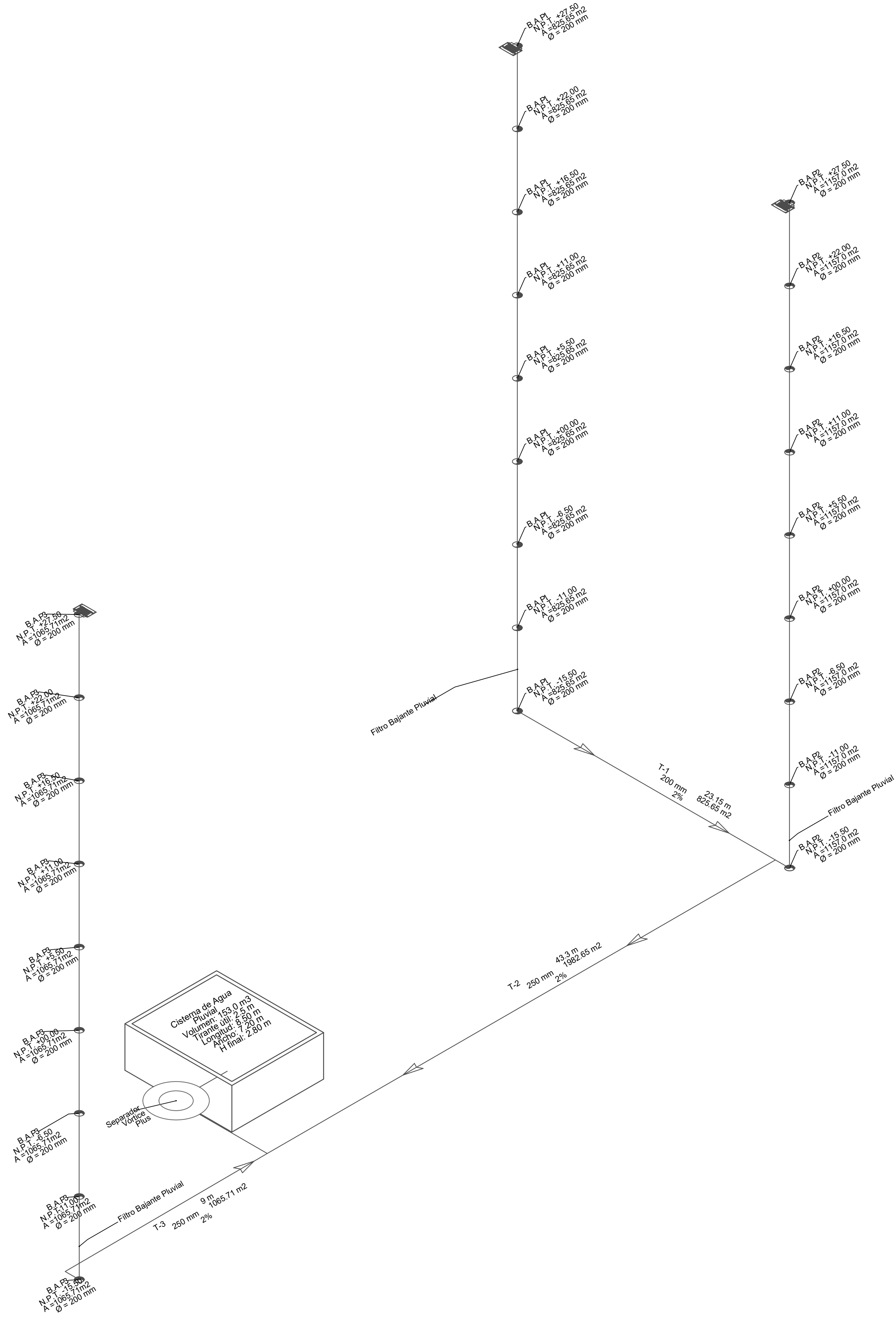


# A DE BICICLETAS



# Biciestacionamientos

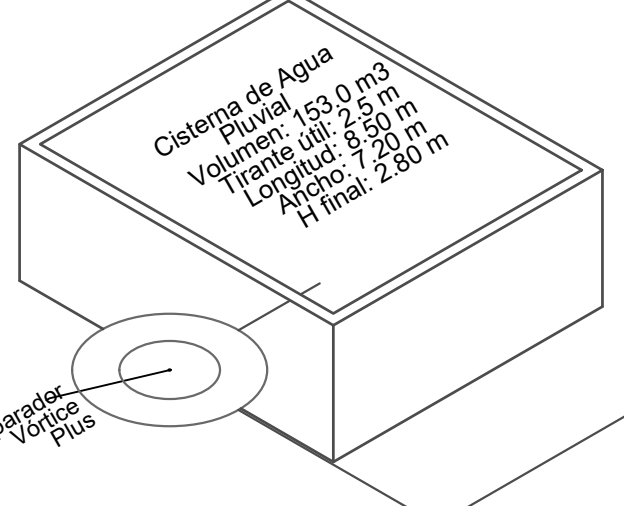




- BA P3 N.P. = 27.50 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = 22.00 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = 17.50 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = 13.00 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = 8.50 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = 4.00 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = -0.50 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P3 N.P. = -5.00 A = 1065.71 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm

- BA P1 N.P. = 27.50 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = 22.00 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = 16.50 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = 11.00 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = 5.50 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = 0.00 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = -5.50 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P1 N.P. = -11.00 A = 1025.85 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm

- BA P2 N.P. = 27.50 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = 22.00 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = 16.50 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = 11.00 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = 5.50 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = 0.00 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = -5.50 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm
- BA P2 N.P. = -11.00 A = 1151.0 m<sup>2</sup> Ø = 200 mm



Filtro Bajante Pluvial  
 T-3 250 mm 2% 9 m 1065.71 m<sup>2</sup>

T-2 250 mm 2% 43.3 m 1968.85 m<sup>2</sup>

T-1 200 mm 2% 23.15 m 825.67 m<sup>2</sup>

Filtro Bajante Pluvial

