



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICA, SANITARIA, DE GAS Y DE
CONTRA INCENDIO DE UN EDIFICIO DE USO EDUCATIVO.**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA

PRESENTA:

ING. ELIO MANUEL PIMENTEL ALVAREZ

DIRECTOR DE TESINA: **DR. ENRIQUE CESAR VALDEZ**

CDMX.

JULIO 2020



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.



Agradecimientos.

Para mi amada Fátima.

Esta es otra etapa de mi vida, en la cual la mayor motivación para seguirme superando es mi amada bebé, Mi Fátima, eres y serás siempre mi mayor fuerza, mi inspiración, el amor de mi vida. La persona que llevo a darle un mayor sentido a cada cosa que vivimos día a día y por la cual luchare para ser un buen padre, espero que un amigo y si tu me lo permites un ejemplo a seguir.

Espero que cuando tengas la edad suficiente para leer este trabajo, entiendas que realice un gran esfuerzo y esto sirva de ejemplo, de motivación para tu vida, porque lo que más yo quiero es que seas una gran persona, mejor que tus padres, y yo sé que lo serás, porque tienes una forma única de ser y eso lo amo.

Para mi amada Gris.

Amor se que ha sido difícil estos últimos años, que más quisiera borrar todo lo que ha pasado y fuera diferente, pero lamentablemente no se puede la vida es así, entiendo que al principio fue difícil, pero te prometí que lo que iba a realizar no iba a interferir con nuestra vida, que iba a dividirme en muchos si fuese necesario para jamás faltarles a ti y a nuestra bebe; y considero que así lo hice. Me esforcé mucho en verdad y sobre de todo por no faltarle a mi bebe, te lo juro que deje de hacer cosas que esta especialidad por estar al pendiente de ella, ya que ella es lo más importante que tenemos y te agradezco que al pasar el tiempo lo entendieras y me apoyaras. Yo confío en ti, y te prometo que cada sacrificio que has realizado te lo compensare y juntos saldremos adelante.

Para mi estimado amigo Manuel.

Ha sido un placer el volverte a encontrar, recordar viejos tiempos, crear nuevas aventuras, ya sabes que representas para mí, y agradezco el que me permitas ser tu amigo, tu compañero y un nuevo hermano en esta vida. Que dure esto por lo que nos resta de nuestra existencia.

Para mi estimado Sensei Roberto Cerón.

Le agradezco que estos años que hemos compartido en el trabajo usted se ha vuelto uno de mis mejores amigos, mi mentor y mi guía, le agradezco esos grandes consejos que me ha dado, esas motivaciones cuando las he necesitado y sobre de todo el que me brinde su amistad, para mi significa mucho en verdad.

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



Para mi estimado Dr. Enrique Cesar Valdez.

Doctor no se como agradecerle el apoyo que me brindo al iniciar esta aventura, por un momento pensé que no la lograría realizar, pero usted creyó en mi y me brindo esa oportunidad. Por lo cual, yo estoy sumamente agradecido con usted, por el apoyo, comprensión y por esta gran oportunidad, espero no haberlo defraudado y haber logrado ser un buen estudiante.

Para mi estimado Dr. Rolando Springall.

Doctor Springall no tengo palabras para lograr expresar todo este agradecimiento que tengo con usted, estos últimos años hemos vivido grandes experiencias y agradezco su apoyo, su confianza, el permitirme desarrollarme dentro de su empresa y el permitirme estudiar esta especialidad. Agradezco infinitamente cada uno de sus consejos, su cariño y su amistad, espero lograr en convertirme en un gran ingeniero y lograr seguir su legado, puesto que para mi representa un gran reto, gracias por todo.



INDICE

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
INTRODUCCIÓN.....	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
2. DISEÑO DEL SUMINISTRO DE AGUA FRIA Y CALIENTE.....	18
2.1 PROVISIÓN MÍNIMA DE AGUA POTABLE.....	18
2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA.....	19
2.3 DETERMINACIÓN DE LOS MUEBLES SANITARIOS.....	20
2.4 DISEÑO DE LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA.....	20
2.5 CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO.....	21
2.6 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA RED INTERIOR DE AGUA FRÍA.....	43
2.7 DISEÑO DE LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE.....	58
2.8 CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO.....	59
2.9 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE.....	59
2.10 CÁLCULO DEL MUEBLE MÁS DESFAVORABLE.....	60
2.11 CÁLCULO DE LA CARGA REQUERIDA.....	64
2.12 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CALENTADORES DE AGUA.....	65
3.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y VENTILACIÓN SANITARIAS.....	67
3.2 MÉTODO DE UNIDADES MUEBLE DE GASTO.....	67
3.3 DISEÑO DE DERIVACIONES, COLUMNAS Y COLECTORES.....	69
3.4 DISEÑO DE LA RED DE VENTILACIÓN.....	70
4.1 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	88
4.2 SELECCIÓN DEL TANQUE DE ALMECENAMIENTO DE GAS L.P.....	90
4.3 FIGURA DE LA INSTALACIÓN DE GAS LP.....	92
5.1 DETERMINACIÓN DEL RIESGO.....	93
5.2 SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EXTINTORES.....	100
5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE HIDRANTES.....	101
5.4 DISEÑO DE LA RED CONTRA INCENDIO.....	103
5.4.1 CALCULO DEL GASTO DE DISEÑO.....	104
5.4.2 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA TUBERÍA DE LA RED CONTRA INCENDIOS.....	104
5.4.3 CÁLCULO DE LA CARGA DINÁMICA TOTAL.....	107
5.4.4 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	109



5.4.5 SELECCIÓN DE LA BOMBA.....	110
5.4.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA DE DIESEL.....	112
5.4.7 SELECCIÓN DE LA BOMBA JOCKEY.....	113
5.4.8 CAPACIDAD FINAL DE LA CISTERNA.....	114
6. CONCLUSIONES.....	115
REFERENCIAS.....	116
ANEXO A.....	117



Índice de tablas y figuras.

 Tablas.

Tabla 1. Muebles o aparatos sanitarios por piso.

Tabla 2. provisión mínima de agua potable para centros deportivos, (tabla 3.1 de las NTCPA).

Tabla 3. Cálculo de provisión mínima de agua.

Tabla 4. Dimensionamiento de la cisterna.

Tabla 5. Cantidad mínima de muebles sanitarios según su uso y la cantidad de personas.

Tabla 6. Unidades mueble de acuerdo con cada mobiliario o aparato sanitario.

Tabla 7. Gasto probable con base a las unidades mueble.

Tabla 8. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso 5.

Tabla 9. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso 4.

Tabla 10. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso 3.

Tabla 11. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso 2.

Tabla 12. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso 1.

Tabla 13. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría, planta piso PB.

Tabla 14. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 5.

Tabla 15. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 4.

Tabla 16. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 3.

Tabla 17. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 2.

Tabla 18. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 1.

Tabla 19. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso PB.

Tabla 20. Gasto requerido para el suministro de agua caliente en las regaderas.

Tabla 21. Cálculo del diámetro para el suministro de agua fría.

Tabla 22. Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas localizadas de carga correspondientes a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas.

Tabla 23. Cálculo de las perdidas.

Tabla 24. Calentadores de paso.

Tabla 25. Unidades mueble gasto.

Tabla 26. Pendiente mínima de acuerdo con el diámetro de cada tubo.

Tabla 27. Capacidad máxima de columnas de desagüe en UM.

Tabla 28. Diámetro de la ventilación requerida en función del número de unidades de descarga.



- Tabla 29. Longitud máxima de columnas de ventilación en metros.
- Tabla 30. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 5.
- Tabla 31. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 4.
- Tabla 32. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 3.
- Tabla 33. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 2.
- Tabla 34. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 1.
- Tabla 35. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso PB.
- Tabla 36. Factores de baja presión, para el cálculo de la caída de presión porcentual.
- Tabla 37. Cálculo de la caída de presión porcentual.
- Tabla 38. Evaluación de riesgos de acuerdo con la NTC para el Proyecto Arquitectónico del Distrito Federal.
- Tabla 39. de evaluación de riesgos de acuerdo con la NOM-002-STPS-2010.
- Tabla 40. de evaluación de riesgos de acuerdo con la NFPA.
- Tabla 41. Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A.
- Tabla 42. Tubería de diámetro de 6”, condiciones de velocidades y perdidas.
- Tabla 43. Tubería de diámetro de 4”, condiciones de velocidades y perdidas.
- Tabla 44. Tubería de diámetro de 3”, condiciones de velocidades y perdidas.
- Tabla 45. Cálculo de las pérdidas por fricción en tuberías (hf) y accesorios (hm).
- Tabla. 46. Dimensionamiento de la cisterna.

 Figuras.

- Fig. 1 Centro Educativo, planta baja (estacionamiento).
- Fig. 2 Planta piso 1.
- Fig. 3 Planta piso 2.
- Fig. 3 Planta piso 3.
- Fig. 4 Planta piso 4.
- Fig. 5 Planta piso 5.
- Fig. 6. Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo de la planta baja, zona de regaderas.
- Fig. 7. Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo de la planta baja, zona de regaderas.
- Fig. 8 Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo del primer piso, zona norte, entre los ejes A-C y 30-31.

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



Fig. 9 Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo del primer piso, zona poniente, entre los ejes D-F y 22-23.

Fig. 10 Isométrico, para el cálculo del mueble más desfavorable.

Fig. 11 Ubicación del calentador de agua.

Fig. 12 Dimensiones de tanque estacionario.

Fig. 13 instalación de gas.

Fig. 14 Red de hidrantes de la planta baja.

Fig. 15 Red de hidrantes de la planta piso 1.

Fig. 16 Curvas características de una bomba.



INTRODUCCIÓN.

Como parte de los objetivos de la Especialidad en ingeniería Sanitaria con opción terminal en “Diseño y operación de instalaciones para edificios”, es que el alumno tenga los conocimientos suficientes para planear, diseñar, construir, operar, conservar, reparar y desmantelar instalaciones para el suministro de agua fría y caliente, evacuación de aguas residuales y pluviales, suministro de gas, así como otros campos de conocimiento que se tomaron en cuenta durante el proceso de formación.

Por lo que el motivo de la realización de esta tesina es el aplicar los conocimientos adquiridos durante la Especialidad y así comprobar que el alumno cumpla con el objetivo mencionado anteriormente.

A lo largo de este trabajo se aplicarán a un caso real, los conocimientos adquiridos en las materias de: “Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Instalaciones para gas y Sistemas de seguridad contra incendio”.

La tesina se desarrollará en los siguientes temas:

- **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**
- **DISEÑO DEL SUMINISTRO DE AGUA FRIA Y CALIENTE.**
- **DISEÑO DE LA EVACUACIÓN DE AGUA.**
- **DISEÑO DE LA INSTALACION DE GAS.**
- **DISEÑO DE LA RED CONTRA INCENDIO.**
- **CONCLUSIONES.**

En el capítulo “Descripción del proyecto”, se dará una breve descripción de los trabajos a realizar, el tipo de edificación donde se diseñarán las instalaciones, y los datos de proyecto necesarios para el desarrollo de estas.



En el capítulo “Diseño del suministro de agua fría y caliente”, se desarrollarán las instalaciones necesarias para el suministro de estas, se aplicarán los criterios correspondientes a las Normas Oficiales Mexicanas, así como al Reglamento de Construcción del Distrito Federal”.

En el capítulo “Diseño de evacuación de agua”, se diseñarán las instalaciones para el desalojo de las aguas residuales y las aguas pluviales, así como una breve descripción del aprovechamiento de estas últimas.

En el capítulo diseño de las “Instalaciones de gas”, se realizará el diseño de esta instalación con base a las Normas Oficiales Mexicanas, así como al Reglamento de Construcción del Distrito Federal”, para realizar un óptimo diseño y además seguro.

En el último capítulo “Diseño de la red contra incendios”, se realizará el diseño de esta con base a las Normas Oficiales Mexicanas, así como al Reglamento de Construcción del Distrito Federal, además de aplicar las normal del National Fire Protección Association (NFPA).

Por último, se darán las conclusiones que se fueron recopilando a lo largo del desarrollo de esta Tesina.

Cabe señalar que es de suma importancia que el diseño de todas las instalaciones ya antes mencionadas, cumplan con los reglamentos citados, pues de esto depende un óptimo funcionamiento de cada una de estas.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto es un Centro Educativo para diversas áreas académicas. El Centro Educativo cuenta con una planta baja y 5 niveles.

- La primera planta (baja) es un estacionamiento, en el cual se encuentra el cuarto donde se alojará el equipo eléctrico – mecánico para el suministro del agua potable a cada uno de los niveles del edificio.

En esta planta se cuenta con un vestidor para hombre y mujeres, cada uno de estos vestidores cuenta con WC, lavabos y regaderas.

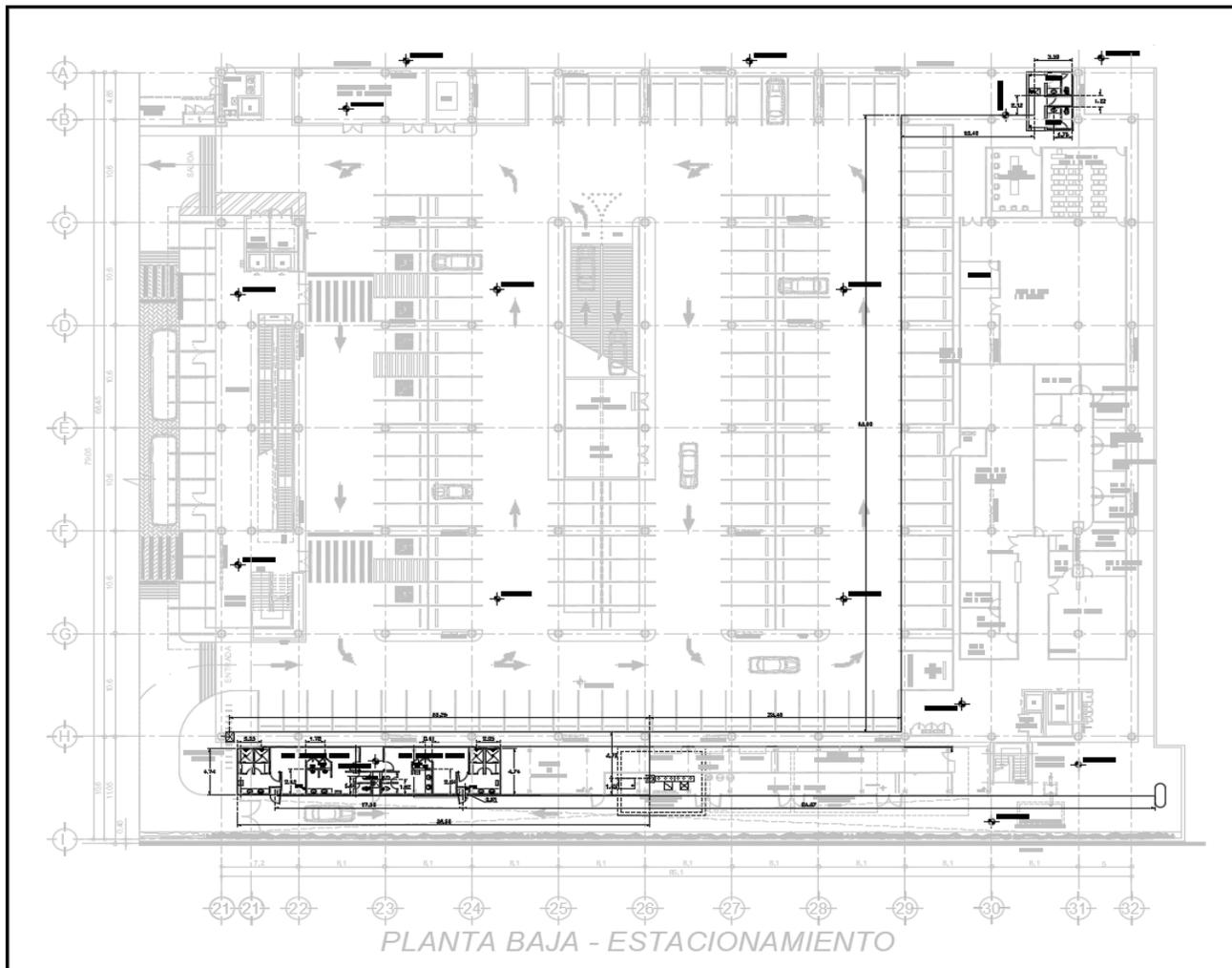


Fig. 1 Centro Educativo, planta baja (estacionamiento)

- El primer piso del centro educativo está conformado por aulas para videoconferencias, una zona para revisión médica, sala de exhibiciones, librería, laboratorios de audiovisual y con servicios sanitarios para mujeres y hombre; estos solamente cuentan con WC y lavabos. En esta planta existen dos zonas de sanitarios una en la parte central izquierda del edificio y la otra zona de baños se encuentra en la parte superior derecha.

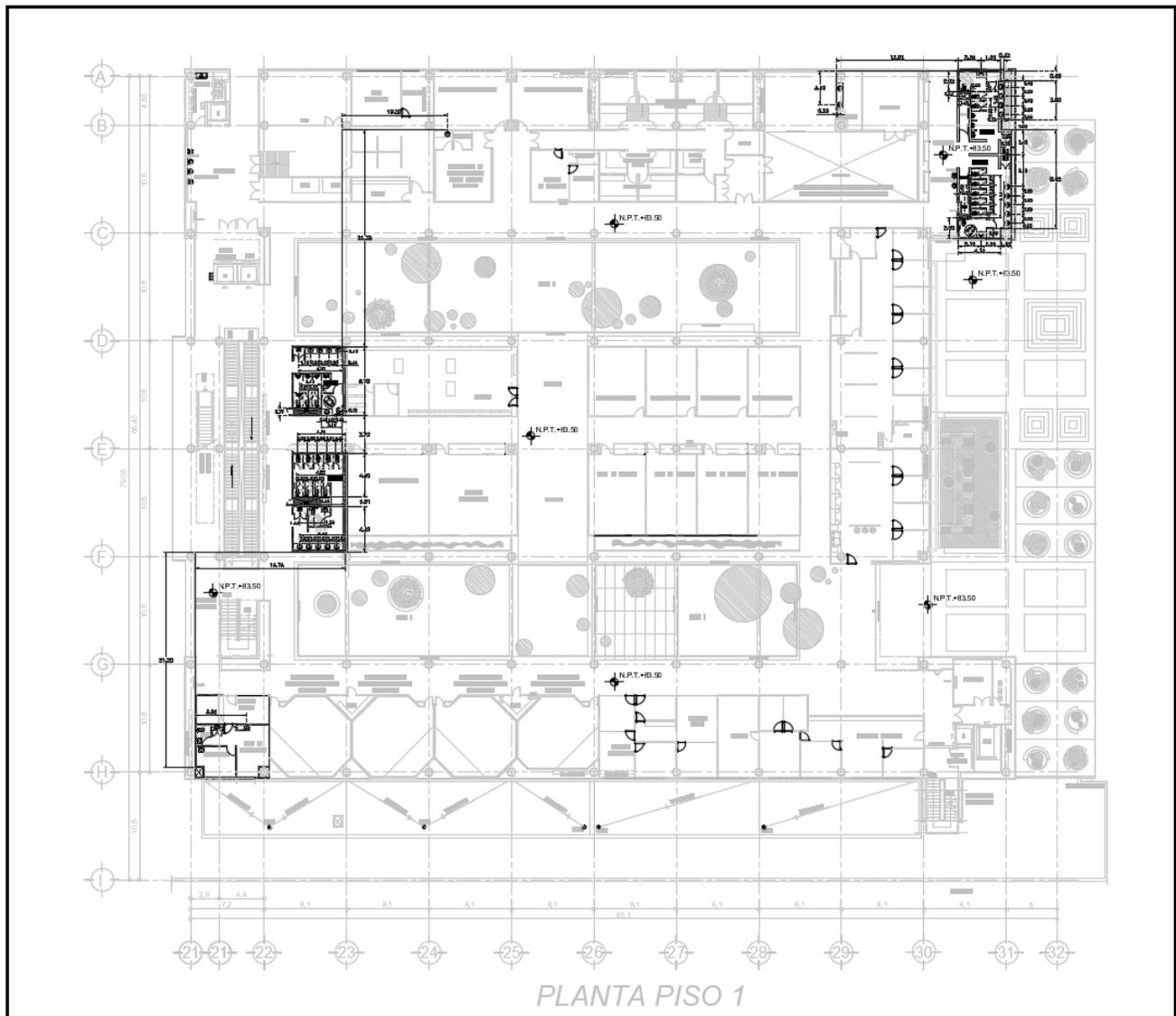


Fig. 2 Planta piso 1

- El segundo piso del centro educativo cuenta con una serie de aulas para alumnos, cubículos para profesor y dos zonas de servicios sanitarios para mujeres y hombres, una en la parte central izquierda del edificio y la otra zona de baños se encuentra en la parte superior derecha.

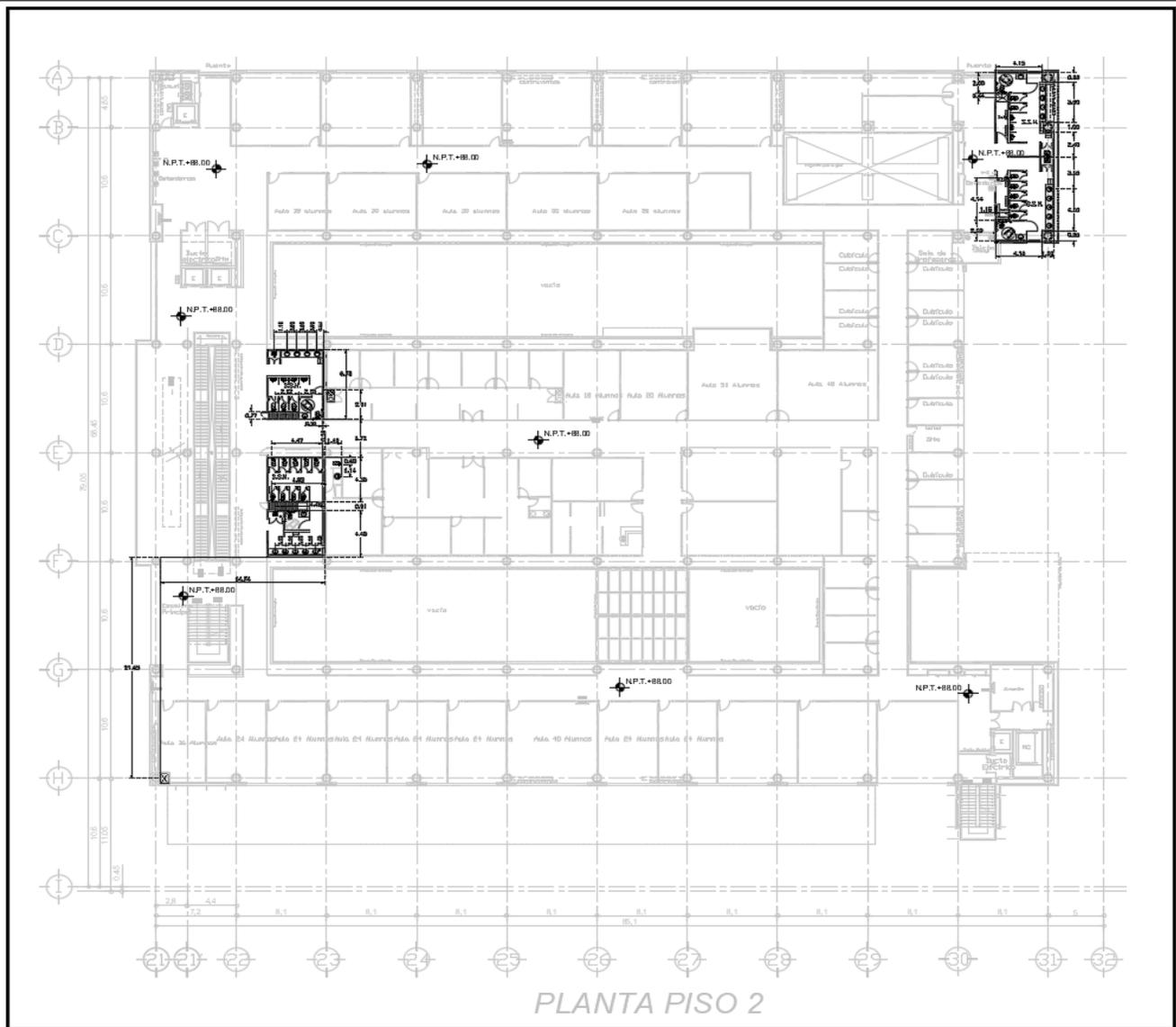


Fig. 3 Planta piso 2.

- El tercer nivel del centro educativo cuenta con una serie de aulas para alumnos, cubículos para profesor y dos zonas de servicios sanitarios para mujeres y hombres, una en la parte central izquierda del edificio y la otra zona de baños se encuentra en la parte superior derecha.

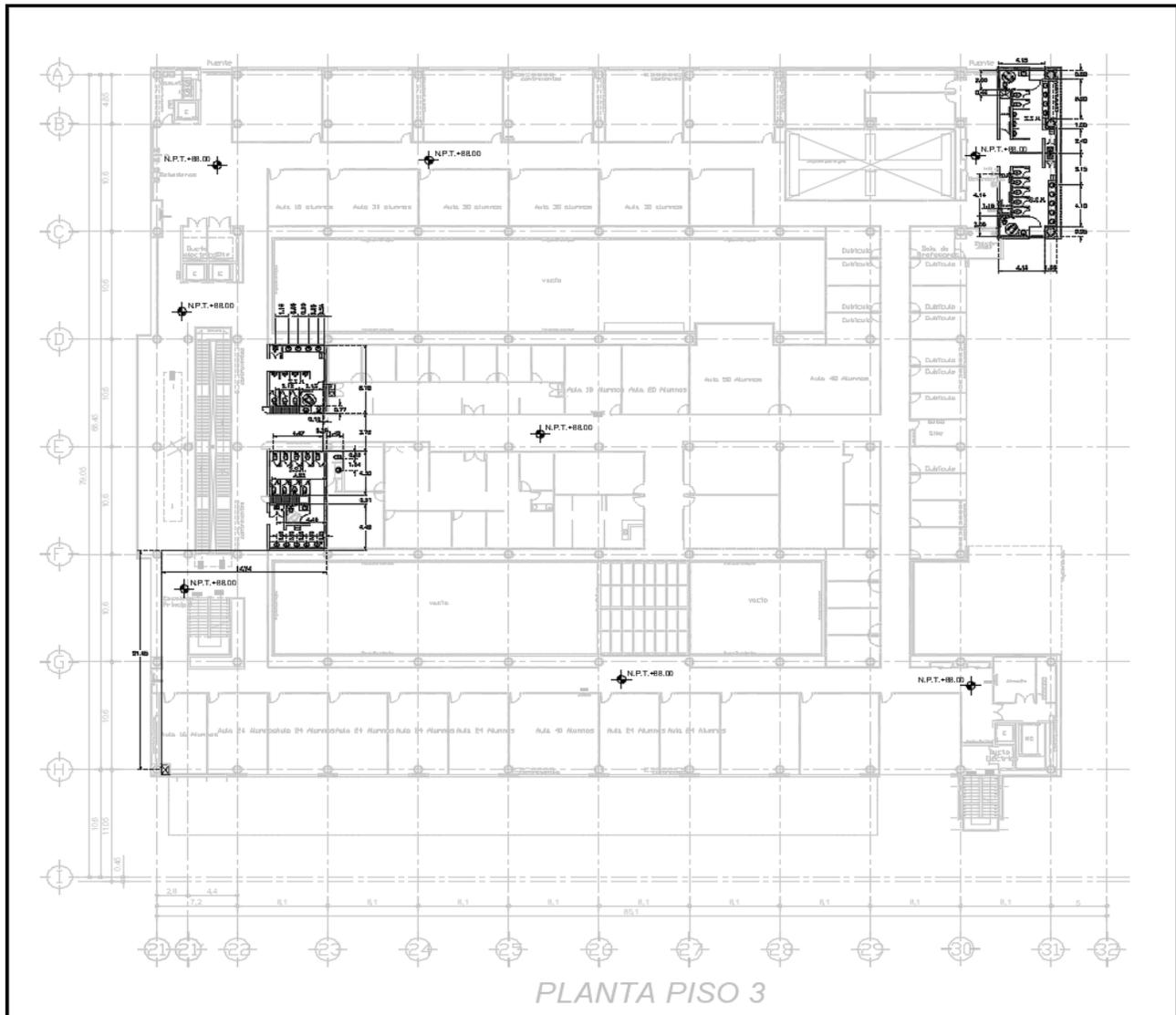


Fig. 3 Planta piso 3.

- El cuarto piso del centro educativo cuenta con una serie de aulas para alumnos, cubículos para profesor, una aula magna y una biblioteca y dos zonas de servicios sanitarios para mujeres y hombres, una en la parte central izquierda del edificio y la otra zona de baños se encuentra en la parte superior derecha.

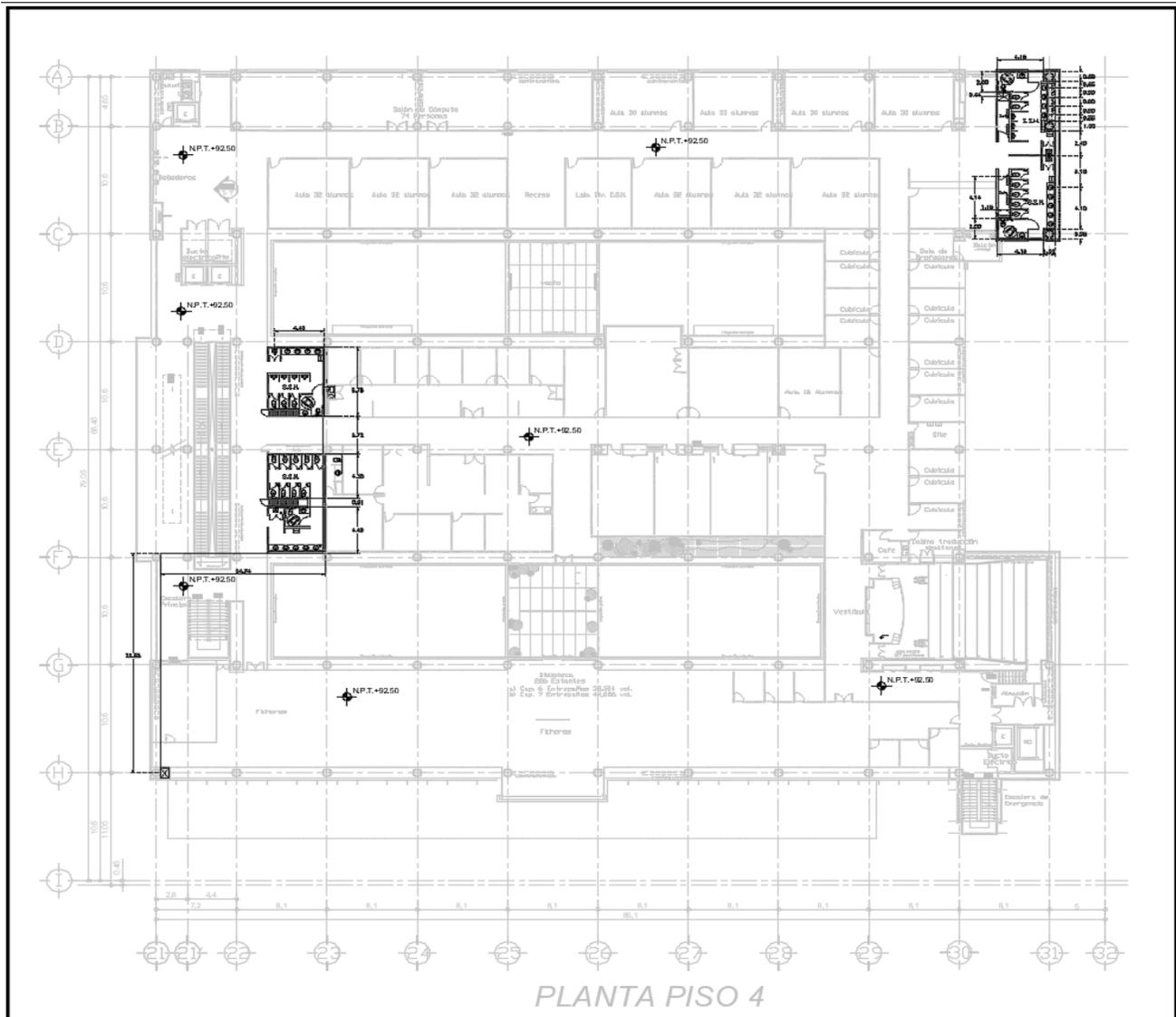


Fig. 4 Planta piso 4.

- El último piso (quinto piso), se encuentra la zona secretarial, la dirección, así como en la parte norte una cafetería, la cual cuenta con zona de lava loza, un baño particular para los asistentes de cocina, y zonas con tarjas para el lavado de los alimentos. Aunado a lo anterior se cuenta con otras dos zonas de servicios sanitarios para mujeres y hombres, una en la parte central izquierda del edificio y la otra zona de baños se encuentra en la parte superior derecha.

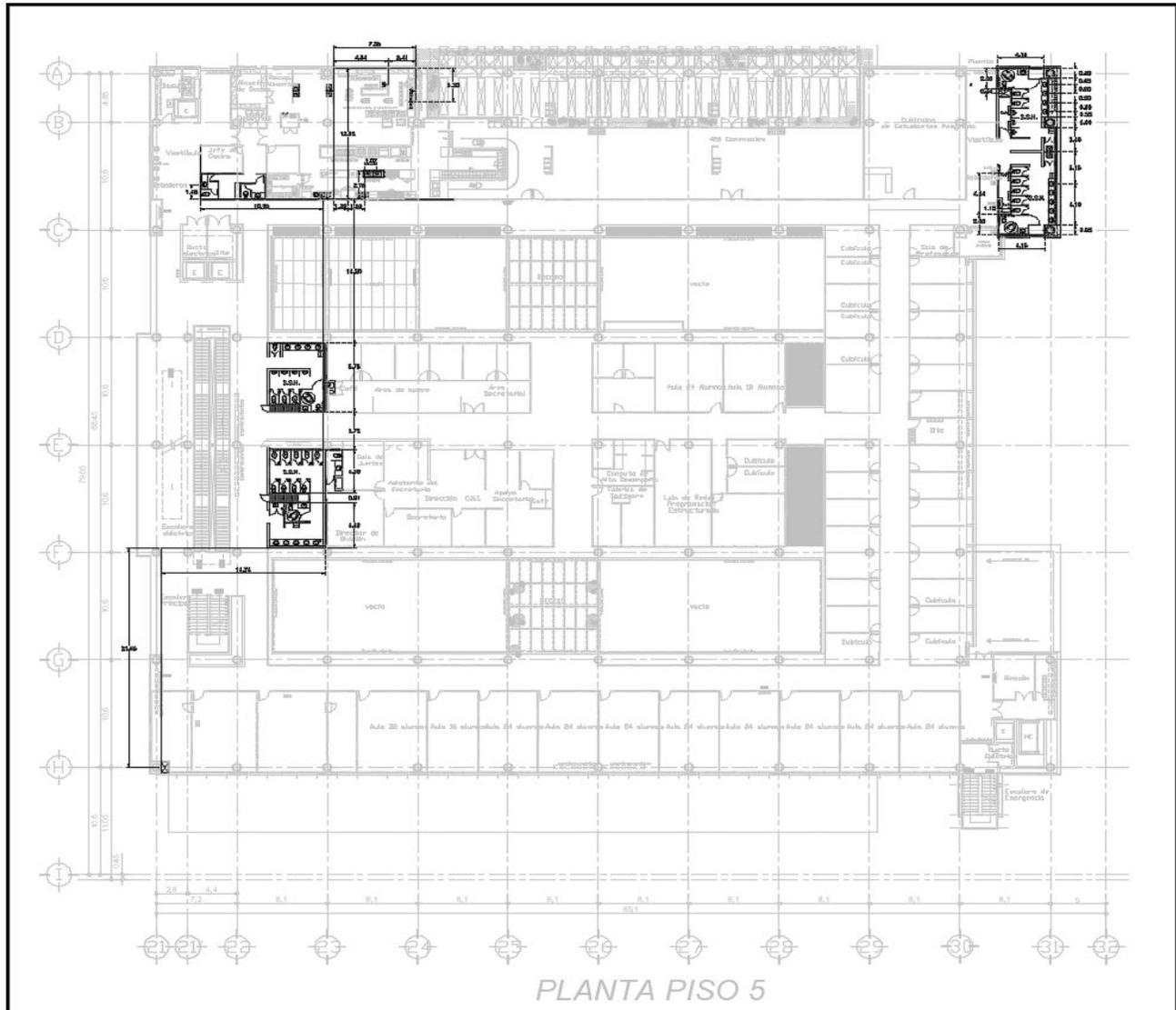


Fig. 5 Planta piso 5.



En resumen, se encuentran los siguientes muebles o aparatos sanitarios en cada piso.

Tabla 1. Muebles o aparatos sanitarios por piso.

PLANTA BAJA	
MUEBLE O APARATO SANITARIO	CANTIDAD
LAVABO	10
SANITARIO	6
REGADERA	4
TARJA	2
PRIMER PISO	
LAVABO	26
SANITARIO	23
TARJA	6
SEGUNDO PISO	
LAVABO	23
SANITARIO	24
TARJA	5
TERCER PISO	
LAVABO	23
SANITARIO	24
TARJA	5
CUARTO PISO	
LAVABO	23
SANITARIO	24
TARJA	5
QUINTO PISO	
LAVABO	25
SANITARIO	26
TARJA	14



2. DISEÑO DEL SUMINISTRO DE AGUA FRIA Y CALIENTE.

Para cumplir con el RISRE en su Art. 51. Se toma en cuenta que el suministro de agua potable que llega a las instalaciones no es continuo y que tampoco tiene la presión requerida para el buen funcionamiento de las instalaciones; se propone que el proyecto cuente con una cisterna, esto para almacenar la provisión mínima requerida de agua potable en un día y así poder garantizar el suministro que fija la norma y evitar irregularidades. Esto sin considerar la reserva contra incendios, la cual se verá en un capítulo posterior.

Para el correcto funcionamiento de la red se propondrá un sistema hidroneumático, esto para garantizar la presión requerida para cada uno de los muebles del lugar.

2.1 PROVISIÓN MÍNIMA DE AGUA POTABLE

Con base a los lineamientos de las Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico, en el “Capítulo 3. Higiene, Servicios y Acondicionamiento Ambiental, Provisión mínima de agua potable”.

Establece la provisión de agua potable en las edificaciones, a continuación, se muestra la provisión que se necesita para el gimnasio.

Tabla. 2 provisión mínima de agua potable para centros deportivos,

(Fuente: tabla 3.1 de las NTCPA)

Educación e instituciones científicas	
Educación preescolar	20 L/alumno/turno
Educación básica y media básica	25 L/alumno/turno
Educación media superior y superior	25 L/alumno/turno
Institutos de investigación	50 L/persona/día

Se tomará una dotación de 25 L/alumno/turno. La capacidad de alumnos que albergara este Centro Educativo es de 2235 alumnos por turno, se tendrán dos turnos uno en la mañana y el otro por la tarde.



2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA

Para contar con la cantidad necesaria de agua potable en un día es necesario contar con una cisterna, a continuación se enuncian los parámetros que se usaron para el dimensionamiento de esta.

Se estima que la cantidad de alumnos en un día es de 4470, esto considerando que un momento dado todas las aulas del lugar se encuentren ocupadas.

Tabla. 3. Cálculo de provisión mínima de agua.

CALCULO DE PROVISIÓN MINIMA		
DATOS		
TIPO DE EDIFICACION	CENTRO EDUCATIVO	
PROVISION MINIMA	25	L/alumno/turno
CANTIDAD DE PERSONAS	4470	
DOTACION MINIMA	111,750.00	L/dia
DOTACION TOTAL	111.75	m ³

Tabla. 4. Dimensionamiento de la cisterna.

PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA		
PROPUESTA DE DIMENSION LATERAL (RAIZ CUBICA)	4.82	m
LARGO	5	m
ANCHO	5	m
PROFUNDIDAD	5	m
COLCHON DE AIRE	0.3	m
VOL	125	m ³
VOL	132.5	m ³

Con base al cálculo anterior se tendrá una cisterna para una capacidad máxima de 132.5 m³ de agua y con un largo de 5.00 m, un ancho de 5.00 m y una profundidad de 5.00 considerando un colchón de aire de 0.3 m. hay que tomar en cuenta que aún no se dispone del volumen de reserva para el sistema de protección contra incendios, este volumen y medidas son provisionales.

2.3 DETERMINACIÓN DE LOS MUEBLES SANITARIOS

Con base de las normas técnicas complementarias, la cantidad mínima del número de muebles sanitarios que deben tener las diferentes edificaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Cantidad mínima de muebles sanitarios según su uso y la cantidad de personas
(Fuente: Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico)

Educación e investigación				
Educación Preescolar, Básica y Media Básica	Cada 50 alumnos	2	2	0
	Hasta 75 alumnos	3	2	0
Media Superior y Superior	De 76 a 150	4	2	0
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	0
Institutos de Investigación	Hasta 100 personas	2	2	0
	De 101 a 200	3	2	0
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	0

En el proyecto arquitectónico se consideraron sanitarios para damas y caballeros, así como para personas con capacidades diferentes.

La cantidad de WC, de lavabos y regaderas, son mayores a las mínimas consideradas por la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico.

2.4 DISEÑO DE LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

El criterio por seguir para la selección de la tubería es el de considerar su costo, mantenibilidad, durabilidad y maniobrabilidad, por lo que se seleccionó tubería de la marca Tuboplus, que es una tubería de Polipropileno Copolímero Random (PP-R), siendo en la actualidad un material de vanguardia.

Ya que además de lo mencionado anteriormente para seleccionar la tubería a ocupar, se tomó en cuenta que esta tubería ofrece: resistencia a altas presiones, alta resistencia a impactos, transporte eficiente de agua caliente o fría, resistencia a altas presiones, capa



interior AB antibacterianas que evita la reproducción de microorganismos, capa exterior UV ultravioleta que protege la instalación de los rayos solares, existe una gran disponibilidad de tuberías y de accesorios; además de que puede ser compatible con otras tuberías usando el accesorio indicado.

2.5 CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO

El gasto máximo instantáneo es el máximo caudal que se puede presentar en un momento dado en el sistema. El método que se utilizó para calcular el gasto máximo instantáneo fue el método Hunter debido a que la cantidad de muebles y aparatos sanitarios existentes.

Este método fue desarrollado por el Dr. Roy Hunter de la Oficina Nacional de Estándares de EE.UU. (National Bureau of Standards), habiendo aparecido la primera exposición de su método en 1924.

El Dr. Roy Hunter desarrollo su método a través de registros obtenidos en edificios de departamentos, hoteles, etc., donde determino las frecuencias de uso de los principales muebles sanitarios que llegan a producir un gasto en la instalación hidráulica. Cabe señalar que este método solo se aplica a grandes grupos de muebles y/o aparatos sanitarios. Este motivo es porque el gasto de diseño raramente llega a ser excedido.

El Dr. Roy Hunter a través de sus investigación y recolección de datos, asigno factores de carga a cada uno de los muebles y/o aparatos sanitarios, dicho factor representa el grado al cual cargan un sistema hidráulico cuando este se usa a la máxima frecuencia.

En esta escala desarrollada por el Dr. Hunter los muebles fueron ponderados de 1 a 6, debido a que los muebles que hay más en este tipo de instalaciones que son los lavabos se les asigno una menor carga, considerando que esta es una sexta parte de la carga de un inodoro, posteriormente esta escala ha sido modificada y se ha adaptado una de 1 a 10.



A continuación, se presenta la tabla con las equivalencias de unidades mueble y la tabla de gastos probables con base a las unidades mueble.

Tabla 6. Unidades mueble de acuerdo con cada mobiliario o aparato sanitario

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
Inodoro	Público	Tanque	5
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Fregadero	Hotel, restaurante	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio de pared	Público	Tanque	3
Mingitorio de pared	Público	Fluxómetro	5
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina de baño	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina	Llave	3
Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
Cuarto de baño	Privado	WC fluxómetro	8
Inodoro	Privado	Tanque	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Llave de jardín	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina de baño	Privado	Llave	2
Lavadora	Privado	Llave	3



Tabla 7. Gasto probable con base a las unidades mueble.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

NÚMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (lps)		NÚMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (lps)		NÚMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE (lps)	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
1	0.10	No Hay	105	2.88	4.36	320	5.61	7.13
2	0.15	No Hay	110	2.97	4.42	340	5.86	7.22
3	0.20	No Hay	115	3.06	4.52	360	6.12	7.52
4	0.26	No Hay	120	3.15	4.61	380	6.37	7.71
5	0.38	1.51	125	3.22	4.71	400	6.62	7.90
6	0.42	1.56	130	3.28	4.80	420	6.87	8.09
7	0.44	1.61	135	3.35	4.86	440	7.11	8.28
8	0.49	1.67	140	3.41	4.92	460	7.36	8.47
9	0.53	1.71	145	3.48	5.02	480	7.60	8.66
10	0.57	1.77	150	3.54	5.11	500	7.85	8.85
12	0.63	1.86	155	3.60	5.18	520	8.06	9.02
14	0.70	1.95	160	3.66	5.24	540	8.32	9.20
16	0.76	2.03	165	3.73	5.30	560	8.55	9.37
18	0.83	2.12	170	3.79	5.36	580	8.79	9.55
20	0.89	2.21	175	3.85	5.41	600	9.02	9.72
22	0.75	2.29	180	3.91	5.42	620	9.24	9.89
24	1.04	2.36	185	3.98	5.55	640	9.46	10.05
26	1.11	2.44	190	4.04	5.58	660	9.67	10.22
28	1.19	2.51	195	4.10	5.60	680	9.88	10.38
30	1.26	2.59	200	4.15	5.63	700	10.10	10.55
32	1.31	2.65	205	4.23	5.70	720	10.32	10.74
34	1.36	2.71	210	4.29	5.74	740	10.54	10.93
36	1.42	2.78	215	4.34	5.80	760	10.76	11.12
38	1.46	2.84	220	4.39	5.84	780	10.98	11.31
40	1.52	2.90	225	4.42	5.92	800	11.20	11.50
42	1.58	2.96	230	4.45	6.00	820	11.40	1.66
44	1.63	3.03	235	4.50	6.10	840	11.60	11.82
46	1.69	3.09	240	4.54	6.20	860	11.80	11.98

A continuación, se presentan algunos ejemplos del seccionamiento que se realizó para el cálculo del gasto máximo instantáneo, en cada una de las plantas, en el Anexo A se encuentran los planos de estas plantas a una mayor escala para su visualización.

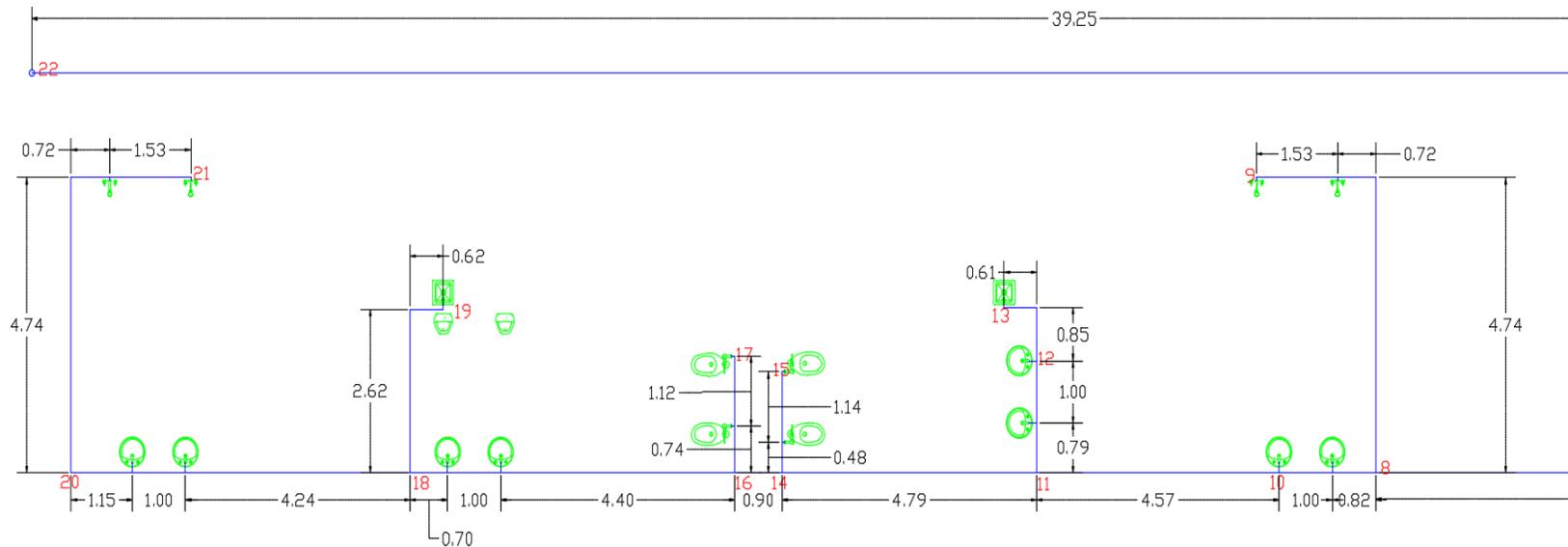


Fig. 6. Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo de la planta baja, zona de regaderas.

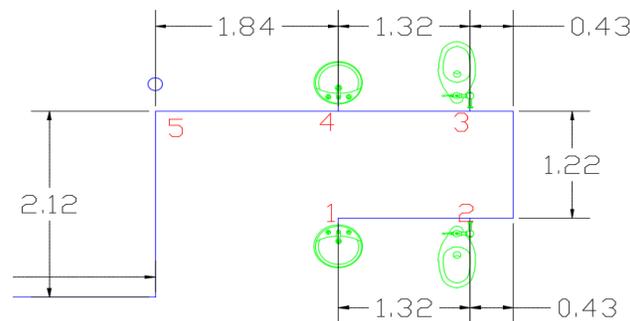


Fig. 7. Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo de la planta baja, zona de regaderas.

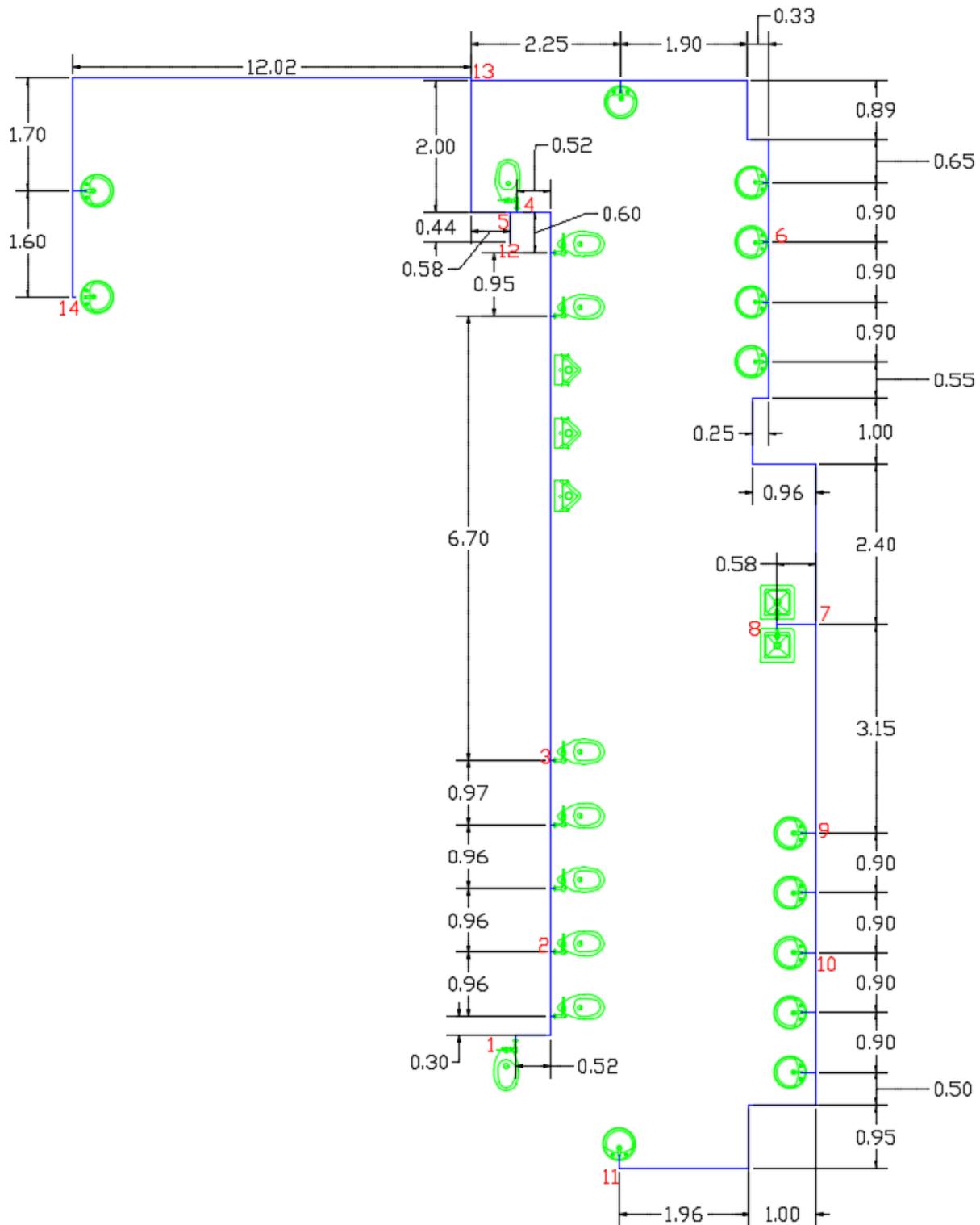


Fig. 8 Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo del primer piso, zona norte, entre los ejes A-C y 30-31.

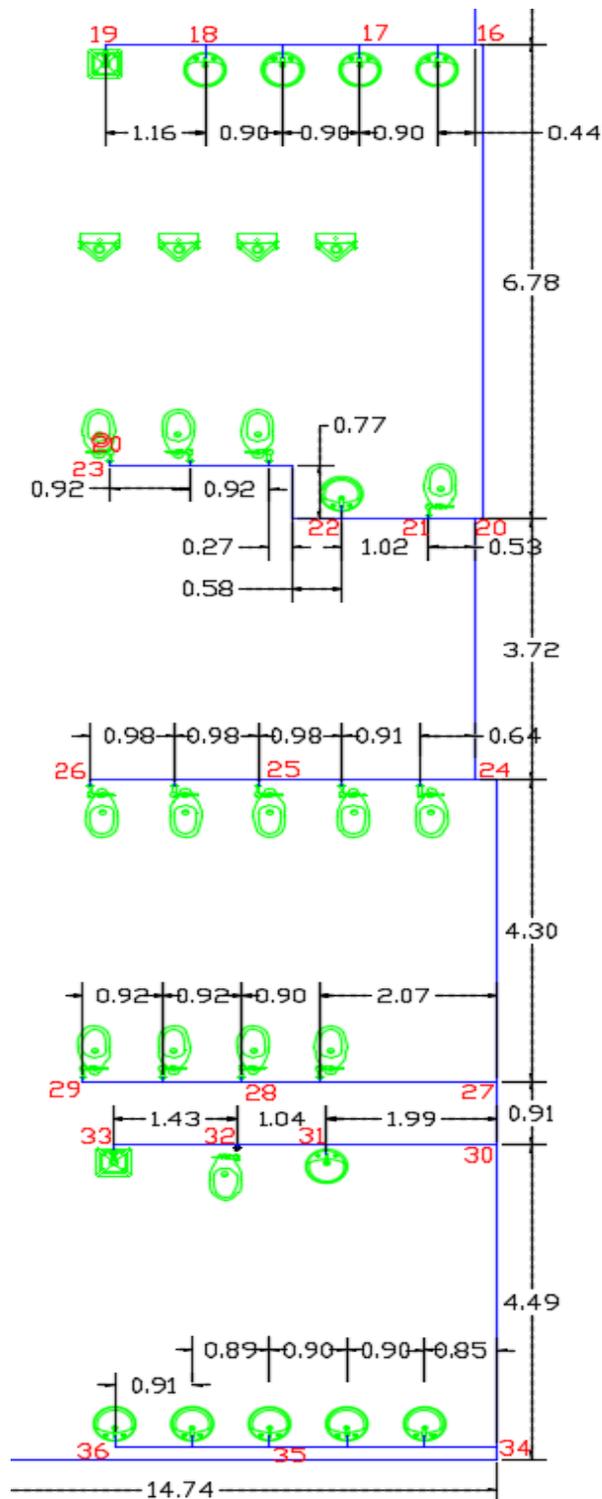


Fig. 9 Seccionamiento para el cálculo del gasto máximo instantáneo del primer piso, zona poniente, entre los ejes D-F y 22-23.

A partir de este seccionamiento se realizó los siguientes cálculos. En donde se determinó el mueble o aparato sanitario, las unidades mueble y el gasto por sección.

**Tabla 8. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso 5.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	6	10	60	3.57
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
11 - 10	LAVABO	3	2	6	1.56
10 - 9	LAVABO	6	2	12	1.85
8 - 7	TARJA	2	4	8	1.67
7 - 6	LAVABO	9	2	26	2.44
	TARJA	2	4		
6 - 5	LAVABO	11	2	30	2.59
	TARJA	2	4		
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	9	10	120	4.61
	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4		
12 - 12.4	WC FLUXÓMETRO	9	10	120	4.61
	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4		
13 - 14	TARJA	3	4	12	1.85
14 - 15	TARJA	1	4	4	0.26
22 - 21	LAVABO	1	2	2	0.15
21 - 20	LAVABO	1	2	22	2.29
	WC FLUXÓMETRO	2	10		
20 - 19	LAVABO	1	2	24	2.36



	WC FLUXÓMETRO	2	10		
	LAVABO	1	2		
19 - 18	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10		
	LAVABO	1	2		
	TARJA	2	4	32	2.65
18 - 15	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10		
	LAVABO	1	2		
	TARJA	2	4	32	2.65
17 - 16	TARJA	2	4	8	1.67
16 - 15	TARJA	4	4	16	2.03
	TARJA	10	4		
	LAVABO	2	2		
15 - 19	WC FLUXÓMETRO	2	10	64	3.67
22 - 21	TARJA	1	4	4	0.26
21 - 20	TARJA	1	4		
	LAVABO	3	2	10	1.77
20 - 19	TARJA	1	4		
	LAVABO	4	2	12	1.85
19 - 23	TARJA	11	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10	76	3.66
23 - 24	TARJA	12	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10	80	3.91
27 - 26	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
26 - 25	LABAVO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	3	10	32	2.65
25 - 24	LABAVO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	4	10	42	2.96
24 - 28	TARJA	12	4	122	4.71



	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	6	10		
30 - 29	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
28 - 31	TARJA	12	4		
	LAVABO	8	2		
	WC FLUXÓMETRO	11	10	174	5.41
33 - 32	LAVABO	1	2	2	0.15
32 - 31	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	12	1.85
31 - 34	TARJA	12	4		
	LAVABO	8	2		
	WC FLUXÓMETRO	12	10	184	5.55
36 - 35	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
35 - 34	WC FLUXÓMETRO	4	10	40	2.9
34 - 37	TARJA	12	4		
	LAVABO	8	2		
	WC FLUXÓMETRO	16	10	224	5.92
40 - 39	TARJA	1	4	4	0.26
39 - 38	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	14	1.95
38 - 37	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10		
	LAVABO	1	2	16	2.03
37 - 41	TARJA	13	4		
	LAVABO	9	2		
	WC FLUXÓMETRO	17	10	240	6.2



43 - 42	LAVABO	3	2	6	1.56
42 - 41	LAVABO	5	2	10	1.77
41 - 44	TARJA	13	4	250	6.37
	LAVABO	14	2		
	WC FLUXÓMETRO	17	10		
44 - 37.4	TARJA	13	4	250	6.37
	LAVABO	14	2		
	WC FLUXÓMETRO	17	10		

**Tabla 9. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso 4.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	6	10	60	3.57
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
11 - 10	LAVABO	3	2	6	1.56
10 - 9	LAVABO	6	2	12	1.85
8 - 7	TARJA	2	4	8	1.67
7 - 6	LAVABO	9	2	26	2.44
	TARJA	2	4		
6 - 5	LAVABO	11	2	30	2.59
	TARJA	2	4		
5 - 12.4	WC FLUXÓMETRO	9	10	120	4.61
	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4		
12.4 - 12.3	WC FLUXÓMETRO	18	10	240	6.2
	LAVABO	22	2		
	TARJA	4	4		
13 - 14	TARJA	1	4	4	0.26
14 - 15	TARJA	1	4	10	1.77
	LAVABO	3	2		



15 - 16	TARJA	1	4		
	LAVABO	4	2	12	1.85
16 -17	TARJA	2	4		
	LAVABO	4	2	16	2.03
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
19 - 18	WC FLUXÓMETRO	3	10		
	LAVABO	1	2	32	2.65
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	4	10		
	LAVABO	1	2	42	2.96
17 - 21	TARJA	2	4		
	LAVABO	5	2		
	WC FLUXÓMETRO	4	10	58	3.47
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
26 - 25	LAVABO	1	2	2	0.15
25 - 24	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	12	1.85
24 - 27	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	10	10	120	4.61
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	4	10	40	2.9
27 - 30	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	14	10	160	5.24
33 - 32	TARJA	1	4	4	0.26
32 - 31	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	14	1.95
31 - 30	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10		
	LAVABO	1	2	16	2.03
30 - 34	TARJA	3	4	176	5.42



	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10		
36 - 35	LAVABO	3	2	6	1.56
35 - 34	LAVABO	5	2	10	1.77
34 - 37.4	TARJA	3	4		
	LAVABO	12	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	186	5.55
37.4 - 37.3	TARJA	16	4		
	LAVABO	26	2		
	WC FLUXÓMETRO	32	10	436	7.11

**Tabla 10. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso 3.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	6	10	60	3.57
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
11 - 10	LAVABO	3	2	6	1.56
10 - 9	LAVABO	6	2	12	1.85
8 - 7	TARJA	2	4	8	1.67
7 - 6	LAVABO	9	2		
	TARJA	2	4	26	2.44
6 - 5	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4	30	2.59
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	9	10		
	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4	120	4.61



12.3- - 12.2	WC FLUXÓMETRO	27	10		
	LAVABO	33	2		
	TARJA	6	4	360	7.52
13 - 14	TARJA	1	4	4	0.26
14 - 15	TARJA	1	4		
	LAVABO	3	2	10	1.77
15 - 16	TARJA	1	4		
	LAVABO	4	2	12	1.85
16 - 17	TARJA	2	4		
	LAVABO	4	2	16	2.03
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
19 - 18	WC FLUXÓMETRO	3	10		
	LAVABO	1	2	32	2.65
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	4	10		
	LAVABO	1	2	42	2.96
17 - 21	TARJA	2	4		
	LAVABO	5	2		
	WC FLUXÓMETRO	4	10	58	3.47
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
26 - 25	LAVABO	1	2	2	0.15
25 - 24	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	12	1.85
24 - 27	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	10	10	120	4.61



29 - 28	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	4	10	40	2.9
27 - 30	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	14	10	160	5.24
33 - 32	TARJA	1	4	4	0.26
32 - 31	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	14	1.95
31 - 30	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10		
	LAVABO	1	2	16	2.03
30 - 34	TARJA	3	4		
	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	176	5.42
36 - 35	LAVABO	3	2	6	1.56
35 - 34	LAVABO	5	2	10	1.77
34 - 37.3	TARJA	3	4		
	LAVABO	12	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	186	5.55
37.3 - 37.2	TARJA	19	4		
	LAVABO	38	2		
	WC FLUXÓMETRO	47	10	622	9.89



**Tabla 11. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso 2.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	6	10	60	3.57
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
11 - 10	LAVABO	3	2	6	1.56
10 - 9	LAVABO	6	2	12	1.85
8 - 7	TARJA	2	4	8	1.67
7 - 6	LAVABO	9	2	26	2.44
	TARJA	2	4		
6 - 5	LAVABO	11	2	30	2.59
	TARJA	2	4		
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	9	10	120	4.61
	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4		
12.2 - - 12.1	WC FLUXÓMETRO	36	10	480	8.66
	LAVABO	44	2		
	TARJA	8	4		
13 - 14	TARJA	1	4	4	0.26
14 - 15	TARJA	1	4	10	1.77
	LAVABO	3	2		
15 - 16	TARJA	1	4	12	1.85
	LAVABO	4	2		
16 - 17	TARJA	2	4	16	2.03
	LAVABO	4	2		
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59



19 - 18	WC FLUXÓMETRO	3	10		
	LAVABO	1	2	32	2.65
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	4	10		
	LAVABO	1	2	42	2.96
17 - 21	TARJA	2	4		
	LAVABO	5	2		
	WC FLUXÓMETRO	4	10	58	3.47
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
26 - 25	LAVABO	1	2	2	0.15
25 - 24	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	12	1.85
24 - 27	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	10	10	120	4.61
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	4	10	40	2.9
27 - 30	TARJA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	14	10	160	5.24
33 - 32	TARJA	1	4	4	0.26
32 - 31	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	14	1.95
31 - 30	TARJA	1	4	16	2.03

	WC FLUXÓMETRO	1	10		
	LAVABO	1	2		
30 - 34	TARJA	3	4		
	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	176	5.42
36 - 35	LAVABO	3	2	6	1.56
35 - 34	LAVABO	5	2	10	1.77
34 - 37.2	TARJA	3	4		
	LAVABO	12	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	186	5.55
37.3 - 37.2	TARJA	22	4		
	LAVABO	50	2		
	WC FLUXÓMETRO	62	10	808	9.89

**Tabla 12. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso 1.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	6	10	60	3.57
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	9	10	90	4.1
11 - 10	LAVABO	3	2	6	1.56
10 - 9	LAVABO	6	2	12	1.85
8 - 7	TARJA	2	4	8	1.67



7 - 6	LAVABO	9	2		
	TARJA	2	4	26	2.44
6 - 5	LAVABO	11	2		
	TARJA	2	4	30	2.59
14 - 13	LAVABO	2	2	4	0.26
13 - 5	LAVABO	13	2		
	TARJA	2	4	34	2.71
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	9	10		
	LAVABO	13	2		
	TARJA	2	4	124	4.71
12.1 - - 5	WC FLUXÓMETRO	45	10		
	LAVABO	57	2		
	TARJA	10	4	604	9.75
15 - 16	LAVABO	1	2	2	0.15
19 - 18	TARJA	1	4	4	0.26
18 - 17	TARJA	1	4		
	LAVABO	3	2	10	1.77
17 - 16	TARJA	1	4		
	LAVABO	4	2	12	1.85
16 - 20	TARJA	1	4		
	LAVABO	5	2	14	1.95
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	3	10		
	LAVABO	1	2	32	2.65
21 - 20	WC FLUXÓMETRO	4	10		
	LAVABO	1	2	42	2.96
20 - 24	TARJA	1	4		
	LAVABO	6	2		
	WC FLUXÓMETRO	4	10	56	3.35



26 - 25	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
25 - 24	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
	WC FLUXÓMETRO	5	10	50	3.22
26 - 25	LAVABO	1	2	2	0.15
25 - 24	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	12	1.85
24 - 27	TARJA	1	4		
	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	10	10	118	4.61
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	3	10	30	2.59
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	4	10	40	2.9
27 - 30	TARJA	1	4		
	LAVABO	7	2		
	WC FLUXÓMETRO	14	10	158	5.24
33 - 32	TARJA	1	4	4	0.26
32 - 31	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10	14	1.95
31 - 30	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	1	10		
	LAVABO	1	2	16	2.03
30 - 34	TARJA	2	4		
	LAVABO	8	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	174	5.41
36 - 35	LAVABO	3	2	6	1.56
35 - 34	LAVABO	5	2	10	1.77



34 - 37	TARJA	2	4		
	LAVABO	13	2		
	WC FLUXÓMETRO	15	10	184	5.55
38 - 37	TARJA	2	4	8	1.67
37 - 40	TARJA	4	4		
	LAVABO	13	2		
	WC FLUXÓMETRO	16	10	202	5.67
40 - 41	TARJA	4	4		
	LAVABO	14	2		
	WC FLUXÓMETRO	16	10	204	5.67
41 - 42	TARJA	4	4		
	LAVABO	15	2		
	WC FLUXÓMETRO	16	10	206	5.67
42 - 44	TARJA	4	4		
	LAVABO	15	2		
	WC FLUXÓMETRO	16	10	206	5.67
44 - 22	TARJA	26	4		
	LAVABO	65	2		
	WC FLUXÓMETRO	78	10	1014	13.1



**Tabla 13. Cálculo del gasto máximo instantáneo para el suministro de agua fría,
planta piso PB.**

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
1 - 2	LAVABO	1	2	2	0.15
2 - 3	LAVABO	1	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10	22	2.29
3 - 4	LAVABO	2	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10	24	2.36
4 - 5	LAVABO	2	2		
	WC FLUXÓMETRO	2	10	24	2.36
5 - 6	WC FLUXÓMETRO	47	10		
	LAVABO	59	2		
	TARJA	10	4	628	9.89
22 - 6	TARJA	26	4		
	LAVABO	65	2		
	WC FLUXÓMETRO	78	10	1014	13.1
6 - 7	TARJA	36	4		
	LAVABO	124	2		
	WC FLUXÓMETRO	125	10	1642	18.1
21 - 22	REGADERA	2	4	8	1.67
20 - 18	REGADERA	2	4		
	LAVABO	2	2	12	1.85
19 - 18	TARJA	1	4	4	0.26
18 - 16	REGADERA	2	4		
	LAVABO	2	2		
	TARJA	1	4	16	2.03



17 - 16	WC FLUXÓMETRO	2	10	20	2.21
16 - 14	REGADERA	2	4		
	LAVABO	2	2		
	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	2	10		
15 - 14	WC FLUXÓMETRO	2	10	20	2.21
14 -11	REGADERA	2	4		
	LAVABO	2	2		
	TARJA	1	4		
	WC FLUXÓMETRO	4	10		
13 -12	TARJA	1	4	4	0.26
12 - 11	TARJA	1	4	8	1.67
	LAVABO	2	2		
11 --10	REGADERA	2	4		
	LAVABO	4	2		
	TARJA	2	4		
	WC FLUXÓMETRO	4	10		
10 - 8	REGADERA	2	4		
	LAVABO	6	2		
	TARJA	2	4		
	WC FLUXÓMETRO	4	10		
9 - 8	REGADERA	2	4	8	1.67
8 - 7	REGADERA	4	4		
	LAVABO	6	2		
	TARJA	2	4		
	WC FLUXÓMETRO	4	10		



2.6 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA RED INTERIOR DE AGUA FRÍA

El criterio por seguir para la selección de la tubería es el de considerar su costo, mantenibilidad, durabilidad y maniobrabilidad, por lo que se seleccionó tubería de la marca tuboplus (PPR).

Después de haber obtenido el gasto máximo instantáneo en cada tramo de la red, se calcula el diámetro proponiendo una velocidad dentro de los límites recomendados, obteniéndolo de la ecuación de continuidad:

$$Q = vA$$

En donde el área en tuberías es:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

por lo que la ecuación de continuidad queda:

$$Q = v * \frac{\pi d^2}{4}$$

que, a su vez despejando el diámetro queda:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

En donde:

d es el diámetro en

Q es el gasto máximo instantáneo en

v es la velocidad a considerar en la tubería. Es recomendable que la velocidad se proponga entre 1.0 y 1.5, debido a que dichos valores representan pérdidas mínimas.



Para este diseño se propone una velocidad de 1.5, para determinar el diámetro teórico, posteriormente, se compara el diámetro económico con un diámetro comercial de la tubería propuesta y se determina de nuevo la velocidad para que entre de los parámetros antes mencionados.

Tabla 14. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 5.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	3.57	55.05	54.40	75.00	1.54
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
11 - 10	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
10 - 9	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
8 - 7	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
7 - 6	LAVABO	2.44	45.51	45.80	63.00	1.48
	TARJA					
6 - 5	LAVABO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
	TARJA					
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	TARJA					
12 - 12.4	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	77.92	88.90	0.97
	LAVABO					
	TARJA					
13 - 14	TARJA	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
14 - 15	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
22 - 21	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20.00	0.92
21 - 20	LAVABO	2.29	44.09	45.80	63.00	1.39
	WC FLUXÓMETRO					
20 - 19	LAVABO	2.36	44.76	45.80	63.00	1.43
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO					
19 - 18	LAVABO	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
	WC FLUXÓMETRO					



	LAVABO					
	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO					
18 - 15	TARJA	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
17 - 16	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
16 - 15	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	TARJA					
	LAVABO					
15 - 19	WC FLUXÓMETRO	3.67	55.81	54.40	75.00	1.58
22 - 21	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
	TARJA					
21 - 20	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
	TARJA					
20 - 19	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	TARJA					
	LAVABO					
19 - 23	WC FLUXÓMETRO	3.66	55.74	54.40	75.00	1.57
	TARJA					
	LAVABO					
23 - 24	WC FLUXÓMETRO	3.91	57.61	54.40	75.00	1.68
27 - 26	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
	LABAVO					
26 - 25	WC FLUXÓMETRO	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
	LABAVO					
25 - 24	WC FLUXÓMETRO	2.96	50.13	54.40	75.00	1.27
	TARJA					
	LAVABO					
24 - 28	WC FLUXÓMETRO	4.71	63.23	65.40		1.40
30 - 29	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
	TARJA					
	LAVABO					
28 - 31	WC FLUXÓMETRO	5.41	67.77	65.40	90.00	1.61
33 - 32	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20.00	0.92
32 - 31	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12



	WC FLUXÓMETRO					
31 - 34	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO	5.55	68.64	79.80	110.00	1.11
36 - 35	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	54.40	75.00	1.11
35 - 34	WC FLUXÓMETRO	2.9	49.61	54.40	75.00	1.25
34 - 37	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO	5.92	70.89	79.80	110.00	1.18
40 - 39	TARJA	0.26	14.86	14.40	20.00	
39 - 38	TARJA					
	WC FLUXÓMETRO	1.95	40.68	45.80	63.00	1.18
38 - 37	TARJA					
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
37 - 41	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO	6.2	72.54	79.80	110.00	1.24
43 - 42	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
42 - 41	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
41 - 44	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO	6.37	73.53	79.80	110.00	1.27
44 - 37.4	TARJA					
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO	6.37	73.53	77.92	88.90	1.34

Nota: Al ir determinando los diámetros necesarios para cada una de las secciones establecidas se llegó al punto en que los distribuidores de agua se cambió el tipo de tubería, es decir que desde el inicio del sistema del hidroneumático hasta el piso 3 los distribuidores serán del material antes mencionado, debido a que el diámetro interior mayor de la tubería de PP-R es de 79.80 mm, la cual llega a ser insuficiente.

Puesto que en los distribuidores de los demás pisos, el diámetro tiende a ser mayor, se propone que para la línea de distribución sea de hierro galvanizado cédula 40, en donde existen diámetros comerciales de 4, 5, 6 y hasta 12 pulgadas.

Cabe señalar que el agua que se suministrara al Centro Educativo no es para consumo humano, es para uso en escusado y lavabos, consecuentemente no existiría riesgo alguno por el uso de este tipo de tubería, además los costos llegan a ser muy competitivos contra otras tuberías.

Tabla 15. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 4.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	3.57	55.05	54.40	75.00	1.54
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
11 - 10	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
10 - 9	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
8 - 7	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
7 - 6	LAVABO	2.44	45.51	45.80	63.00	1.48
	TARJA					
6 - 5	LAVABO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
	TARJA					
5 - 12.4	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	TARJA					
12.4 - 12.3	WC FLUXÓMETRO	6.2	72.54	77.92	88.90	1.30
	LAVABO					
	TARJA					
13 - 14	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
14 - 15	TARJA	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
	LAVABO					



15 - 16	TARJA	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	LAVABO					
16 - 17	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	LAVABO					
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
19 - 18	WC FLUXÓMETRO	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
	LAVABO					
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	2.96	50.13	54.40	75.00	1.27
	LAVABO					
17 - 21	TARJA	3.47	54.27	54.40	75.00	1.49
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
26 - 25	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20.00	0.92
25 - 24	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	WC FLUXÓMETRO					
24 - 27	TARJA	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	2.90	49.61	54.40	75.00	1.25
27 - 30	TARJA	5.24	66.69	65.40	90.00	1.56
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
33 - 32	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
32 - 31	TARJA	1.95	40.68	45.80	63.00	1.18
	WC FLUXÓMETRO					
31 - 30	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO					
30 - 34	TARJA	5.42	67.83	79.80	110.00	1.08



	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
36 - 35	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
35 - 34	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
34 - 37.4	TARJA	5.55	68.64	79.80	110.00	1.11
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
37.4 - 37.3	TARJA	7.11	77.69	77.92	88.90	1.49
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					

Tabla 16. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 3.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	3.57	55.05	54.40	75.00	1.54
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
11 - 10	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
10 - 9	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
8 - 7	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
7 - 6	LAVABO	2.44	45.51	45.80	63.00	1.48
	TARJA					
6 - 5	LAVABO	2.59	46.89	45.80		1.57
	TARJA					
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	TARJA					
12.3 - 12.2	WC FLUXÓMETRO	7.52	79.89	77.92	88.90	1.58



	LAVABO					
	TARJA					
13 - 14	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
14 - 15	TARJA	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
	LAVABO					
15 - 16	TARJA	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	LAVABO					
16 - 17	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	LAVABO					
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
19 - 18	WC FLUXÓMETRO	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
	LAVABO					
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	2.96	50.13	54.40	75.00	1.27
	LAVABO					
17 - 21	TARJA	3.47	54.27	54.40	75.00	1.49
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
26 - 25	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20.00	0.92
25 - 24	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	WC FLUXÓMETRO					
24 - 27	TARJA	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57



28 - 27	WC FLUXÓMETRO	2.9	49.61	54.40	75.00	1.25
27 - 30	TARJA	5.24	66.69	65.40	90.00	1.56
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
33 - 32	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
32 - 31	TARJA	1.95	40.68	45.80	63.00	1.18
	WC FLUXÓMETRO					
31 - 30	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO					
30 - 34	TARJA	5.42	67.83	79.80	110.00	1.08
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
36 - 35	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
35 - 34	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
34 - 37.3	TARJA	5.55	68.64	79.80	110.00	1.11
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
37.3 - 37.2	TARJA	9.89	91.62	102.26	114.30	1.20
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					

Tabla 17. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 2.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
2 - 3	WC FLUXÓMETRO	3.57	55.05	54.40	75.00	1.54

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



3 - 4	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90.00	1.22
11 - 10	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
10 - 9	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
8 - 7	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
7 - 6	LAVABO	2.44	45.51	45.80	63.00	1.48
	TARJA					
6 - 5	LAVABO	2.59	46.89	45.80		1.57
	TARJA					
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
	LAVABO					
	TARJA					
12.2 - - 12.1	WC FLUXÓMETRO	8.66	85.74	102.26	114.30	1.05
	LAVABO					
	TARJA					
13 - 14	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
14 - 15	TARJA	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
	LAVABO					
15 - 16	TARJA	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12
	LAVABO					
16 -17	TARJA	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	LAVABO					
20 - 19	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
19 - 18	WC FLUXÓMETRO	2.65	47.43	54.40	75.00	1.14
	LAVABO					
18 - 17	WC FLUXÓMETRO	2.96	50.13	54.40	75.00	1.27
	LAVABO					
17 - 21	TARJA	3.47	54.27	54.40	75.00	1.49
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
21 - 24	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75.00	1.39
26 - 25	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20.00	0.92
25 - 24	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63.00	1.12



	WC FLUXÓMETRO					
	TARJA					
	LAVABO					
24 - 27	WC FLUXÓMETRO	4.61	62.55	65.40	90.00	1.37
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63.00	1.57
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	2.9	49.61	54.40	75.00	1.25
	TARJA					
	LAVABO					
27 - 30	WC FLUXÓMETRO	5.24	66.69	65.40	90.00	1.56
33 - 32	TARJA	0.26	14.86	18.00	25.00	1.02
	TARJA					
32 - 31	WC FLUXÓMETRO	1.95	40.68	45.80	63.00	1.18
	TARJA					
	WC FLUXÓMETRO					
31 - 30	LAVABO	2.03	41.51	45.80	63.00	1.23
	TARJA					
	LAVABO					
30 - 34	WC FLUXÓMETRO	5.42	67.83	79.80	110.00	1.08
36 - 35	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50.00	1.52
35 - 34	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63.00	1.07
	TARJA					
	LAVABO					
34 - 37.2	WC FLUXÓMETRO	5.55	68.64	79.80	110.00	1.11
	TARJA					
	LAVABO					
37.3 - 44	WC FLUXÓMETRO	11.05	96.85	102.26	114.30	1.35

Tabla 18. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso 1.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
1 - 2	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63	1.57

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



2 - 3	WC FLUXÓMETRO	3.57	55.05	54.40	75	1.54
3 - 4	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90	1.22
4 - 5	WC FLUXÓMETRO	4.1	58.99	65.40	90	1.22
11 - 10	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50	1.52
10 - 9	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63	1.12
8 - 7	TARJA	1.67	37.65	45.80	63	1.01
7 - 6	LAVABO	2.44	45.51	45.80	63	1.48
	TARJA					
6 - 5	LAVABO	2.59	46.89	45.80	63	1.57
	TARJA					
14 - 13	LAVABO	0.26	14.86	18.00	25	1.02
13 - 5	LAVABO	2.71	47.96	54.40	75	1.17
	TARJA					
5 - 12	WC FLUXÓMETRO	4.71	63.23	65.4	90	1.40
	LAVABO					
	TARJA					
12.1- 5	WC FLUXÓMETRO	9.75	90.97	102.26	114.30	1.19
	LAVABO					
	TARJA					
15 - 16	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20	0.92
19 -18	TARJA	0.26	14.86	18.00	25	1.02
18 -17	TARJA	1.77	38.76	45.80	63	1.07
	LAVABO					
17 - 16	TARJA	1.85	39.63	45.80	63	1.12
	LAVABO					
16 - 20	TARJA	1.95	40.68	45.80	63	1.18
	LAVABO					
23 - 22	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63	1.57
22 - 21	WC FLUXÓMETRO	2.65	47.43	54.40	75	1.14
	LAVABO					
21 - 20	WC FLUXÓMETRO	2.96	50.13	54.40	75	1.27
	LAVABO					
20 - 24	TARJA	3.35	53.33	54.4	75	1.44

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
26 - 25	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63	1.57
25 - 24	WC FLUXÓMETRO	3.22	52.28	54.40	75	1.39
	WC FLUXÓMETRO					
26 - 25	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20	0.92
25 - 24	LAVABO	1.85	39.63	45.80	63	1.12
	WC FLUXÓMETRO					
24 - 27	TARJA	4.61	62.55	65.4	90	1.37
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
29 - 28	WC FLUXÓMETRO	2.59	46.89	45.80	63	1.57
28 - 27	WC FLUXÓMETRO	2.90	49.61	54.40	75	1.25
27 - 30	TARJA	5.24	66.69	65.4	90	1.56
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
33 - 32	TARJA	0.26	14.86	18.00	25	1.02
32 - 31	TARJA	1.95	40.68	45.80	63	1.18
	WC FLUXÓMETRO					
31 - 30	TARJA	2.03	41.51	65.8	90	0.60
	WC FLUXÓMETRO					
	LAVABO					
30 - 34	TARJA	5.41	67.77	79.8	110	1.08
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
36 - 35	LAVABO	1.56	36.39	36.20	50	1.52
35 - 34	LAVABO	1.77	38.76	45.80	63	1.07
34 - 37	TARJA	5.55	68.64	79.8	110	1.11
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
38 - 37	TARJA	1.67	37.65	45.80	63	1.01



37 - 40	TARJA	5.67	69.37	79.8	110	1.13
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
40 - 41	TARJA	5.67	69.37	79.8	110	1.13
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
41 - 42	TARJA	5.67	69.37	79.8	110	1.13
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
42 - 44	TARJA	5.67	69.37	79.8	110	1.13
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					
44 - 22	TARJA	13.1	105.45	128.20	141.30	1.01
	LAVABO					
	WC FLUXÓMETRO					

Tabla 19. Cálculo de los diámetros para el suministro de agua fría de la planta piso PB.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Teórico (mm)	Interior (mm)	Nominal (mm)	Velocidad
1 - 2	LAVABO	0.15	11.28	14.40	20	0.92
2 - 3	LAVABO	2.29	44.09	45.80	63.00	1.39
	WC FLUXÓMETRO					
3 - 4	LAVABO	2.36	44.76	45.80	63.00	1.43
	WC FLUXÓMETRO					
4 - 5	LAVABO	2.36	44.76	45.80	63.00	1.43
	WC FLUXÓMETRO					
5 - 6	WC FLUXÓMETRO	9.89	91.62	102.26	114.30	1.20
	LAVABO					
	TARJA					



22 - 6	TARJA	13.1	105.45	128.20	141.30	1.01
	LAVABO					
	WC					
	FLUXÓMETRO					
6 - 7	TARJA	18.1	123.95	128.20	141.30	1.40
	LAVABO					
	WC					
	FLUXÓMETRO					
21 - 20	REGADERA	1.67	37.65	45.80	63	1.01
20 - 18	REGADERA	2.21	43.31	45.80	63.00	1.34
	LAVABO					
19 - 18	TARJA	0.26	14.86	18.00	25	1.02
18 - 16	REGADERA	2.36	44.76	45.80	63.00	1.43
	LAVABO					
	TARJA					
17 - 16	WC	2.21	43.31	45.80	63	1.34
	FLUXÓMETRO					
16 - 14	REGADERA	3.03	50.71	54.40	75.00	1.30
	LAVABO					
	TARJA					
	WC FLUXÓMETRO					
15 - 14	WC	2.21	43.31	45.80	63	1.34
	FLUXÓMETRO					
14 - 11	REGADERA	3.57	55.05	54.40	75.00	1.54
	LAVABO					
	TARJA					
	WC FLUXÓMETRO					
13 - 12	TARJA	0.26	14.86	18.00	25	1.02
12 - 11	TARJA	1.67	37.65	45.80	63.00	1.01
	LAVABO					



11 --10	REGADERA	3.66	55.74	54.40	75.00	1.57
	LAVABO					
	TARJA					
	WC					
	FLUXÓMETRO					
10 - 8	REGADERA	3.66	55.74	54.40	75.00	1.57
	LAVABO					
	TARJA					
	WC					
	FLUXÓMETRO					
9 - 8	REGADERA	1.67	37.65	45.80	63	1.01
8 - 7	REGADERA	4.2	59.71	65.40	90.00	1.25
	LAVABO					
	TARJA					
	WC					
	FLUXÓMETRO					

2.7 DISEÑO DE LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

El criterio por seguir para la selección de la tubería es el de considerar su costo, mantenibilidad, durabilidad y maniobrabilidad, por lo que se seleccionó tubería de acero galvanizado cédula 40.

También es necesario considerar que el diseño de la instalación de suministro de agua caliente se adapte al diseño de suministro de agua fría.

El suministro de agua caliente inicia desde un calentador o caldera que a su vez están suministrados por la red de agua fría.

No todos los muebles requieren agua caliente.

El mueble debe estar abastecido con el mismo gasto de agua caliente que de agua fría.

2.8 CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO

Con base a los criterios antes señalados, el gasto para las regaderas será el siguiente:

Tabla 20. Gasto requerido para el suministro de agua caliente en las regaderas.

MUEBLE O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	Q min (L/s)
REGADERA	2	4	8	1.67

Dicho gasto es el necesario para abastecer de agua caliente a las regaderas, ubicadas en la planta baja del Centro Educativo.

2.9 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

El criterio por seguir para la selección de la tubería es el de considerar su costo, mantenibilidad, durabilidad y maniobrabilidad, por lo que se seleccionó tubería de acero galvanizado cédula 40.

Después de haber obtenido el gasto máximo instantáneo en cada tramo de la red, se calcula el diámetro proponiendo una velocidad dentro de los límites recomendados, obteniéndolo de la ecuación de continuidad:

$$Q = vA$$

En donde el área en tuberías es:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

por lo que la ecuación de continuidad queda:

$$Q = v * \frac{\pi d^2}{4}$$

que, a su vez despejando el diámetro queda:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

En donde:

d es el diámetro en metros

Q es el gasto máximo instantáneo en m³/s

v es la velocidad para considerar en la tubería en m/s. Es recomendable que la velocidad se proponga entre 1.0 y 1.5, debido a que dichos valores representan pérdidas mínimas.

Tabla 21. Cálculo del diámetro para el suministro de agua fría.

TRAMO	MUEBLE O APARATOS	Q min (L/s)	Diámetro Teórico (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Nominal (mm)	Velocidad (m/s)
21 - 20	REGADERA	1.67	37.65	40.94	48	1.27

2.10 CÁLCULO DEL MUEBLE MÁS DESFAVORABLE

Para identificar el mueble más desfavorable, se analizan las condiciones de carga. Se garantiza que la carga de presión sea la necesaria para la correcta operación del mueble más desfavorable, se garantiza un buen funcionamiento de toda la red.

Para lo cual se tiene que determinar cuál es el mueble más desfavorable en el sistema y calcular las pérdidas de energía debidas a la fricción en las tuberías y los accesorios hasta dicho mueble.

Para el cálculo de perdidas por fricción se utilizará la ecuación de Hazen y Williams ya que es una de las ecuaciones empíricas más utilizadas para evaluar las pérdidas por fricción

en tuberías, debido a la gran cantidad de información de tipo experimental que se ha reunido desde su publicación en 1902, a continuación se describe la fórmula:

$$h_f = \left(\frac{Q}{35.834 \times 10^{-7} C d^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} L_{virtual}$$

En donde:

Q es el gasto de diseño del tramo, en l/s.

C es el coeficiente de capacidad hidráulica; C = 140 para tubos de acero galvanizado.

d diámetro interior de la tubería, en mm.

L_{virtual} longitud virtual del tramo en m. L_{virtual} = L_{real} + L_{equivalente}

Tabla 22. Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas localizadas de carga correspondientes a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas.

(Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado Ingeniería Sanitaria).

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías	(")	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
		(mm)	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Manguito de unión		0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.09	0.12	0.15	0.20	0.25
	Cono de reducción		0.20	0.30	0.50	0.65	0.85	1.00	1.30	2.00	2.30	3.00	4.00	5.00
	Codo o curva de 45°		0.20	0.34	0.43	0.47	0.56	0.70	0.83	1.00	1.18	1.25	1.45	1.63
	Curva de 90°		0.18	0.33	0.45	0.60	0.84	0.96	1.27	1.48	1.54	1.97	2.61	3.43
	Codo de 90°		0.38	0.50	0.63	0.76	1.01	1.32	1.71	1.94	2.01	2.21	2.94	3.99
	"Te" de 45°		1.02	0.84	0.90	0.96	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30
	"Te" arqueada o de curvas ("pantalones")		1.50	1.68	1.80	1.92	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60
	"Te" confluencia de ramal (paso recto)		0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20
	"Te" derivación en ramal		1.80	2.50	3.00	3.60	4.10	4.60	5.00	5.50	6.20	6.90	7.70	8.90
	Válvula retención de batiente de pistón		0.20	0.30	0.55	0.75	1.15	1.50	1.90	2.65	3.40	4.85	6.60	8.30
			1.33	1.70	2.32	2.85	3.72	4.67	5.75	6.91	8.40	11.10	12.80	15.40
	Válvula retención paso de escuadra		5.10	5.40	6.50	8.50	11.50	13.00	16.50	21.00	25.00	36.00	42.00	51.00
	Válvula de compuerta abierta		0.14	0.18	0.21	0.26	0.36	0.44	0.55	0.69	0.81	1.09	1.44	1.70
	Válvula de paso recto y asiento inclinado		1.10	1.34	1.74	2.28	2.89	3.46	4.53	5.51	6.69	8.80	10.80	13.10
	Válvula de globo		4.05	4.95	6.25	8.25	10.80	13.00	17.00	21.00	25.00	33.00	39.00	47.50
	Válvula de escuadra o ángulo (abierta)		1.90	2.55	3.35	4.30	5.60	6.85	8.60	11.10	13.70	17.10	21.20	25.50
	Válvula de asiento de paso recto		-	3.40	3.60	4.50	5.65	8.10	9.00	-	-	-	-	-



Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías	(")	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
		(mm)	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Intercambiador		-	-	-	2.10	5.00	12.50	13.20	14.20	25.00	-	-	-
	Radiador		2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.75	6.50	7.00	7.50	8.00	10.00
	Radiador con valvulería		3.75	4.40	5.25	6.00	6.75	7.50	8.80	10.10	11.40	12.70	14.00	15.00
	Caldera		2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.75	6.50	7.00	7.50	8.00	10.00
	Caldera con valvulería		3.00	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00	8.00	8.75	9.50	10.00	11.00	12.00
	Contador	general	4.5 m.c.a											
		individual o divisionario	10 m.c.a.											

Con base al análisis de las redes de distribución de agua fría, el mueble más desfavorable se encontró en el piso planta 5, que pertenece a un WC con fluxómetro. Este se encuentra en la parte norte, entre los ejes B-C y el 30-31.

A continuación, se presenta un dibujo isométrico donde se representa el lugar donde se encuentra el mueble más desfavorable.

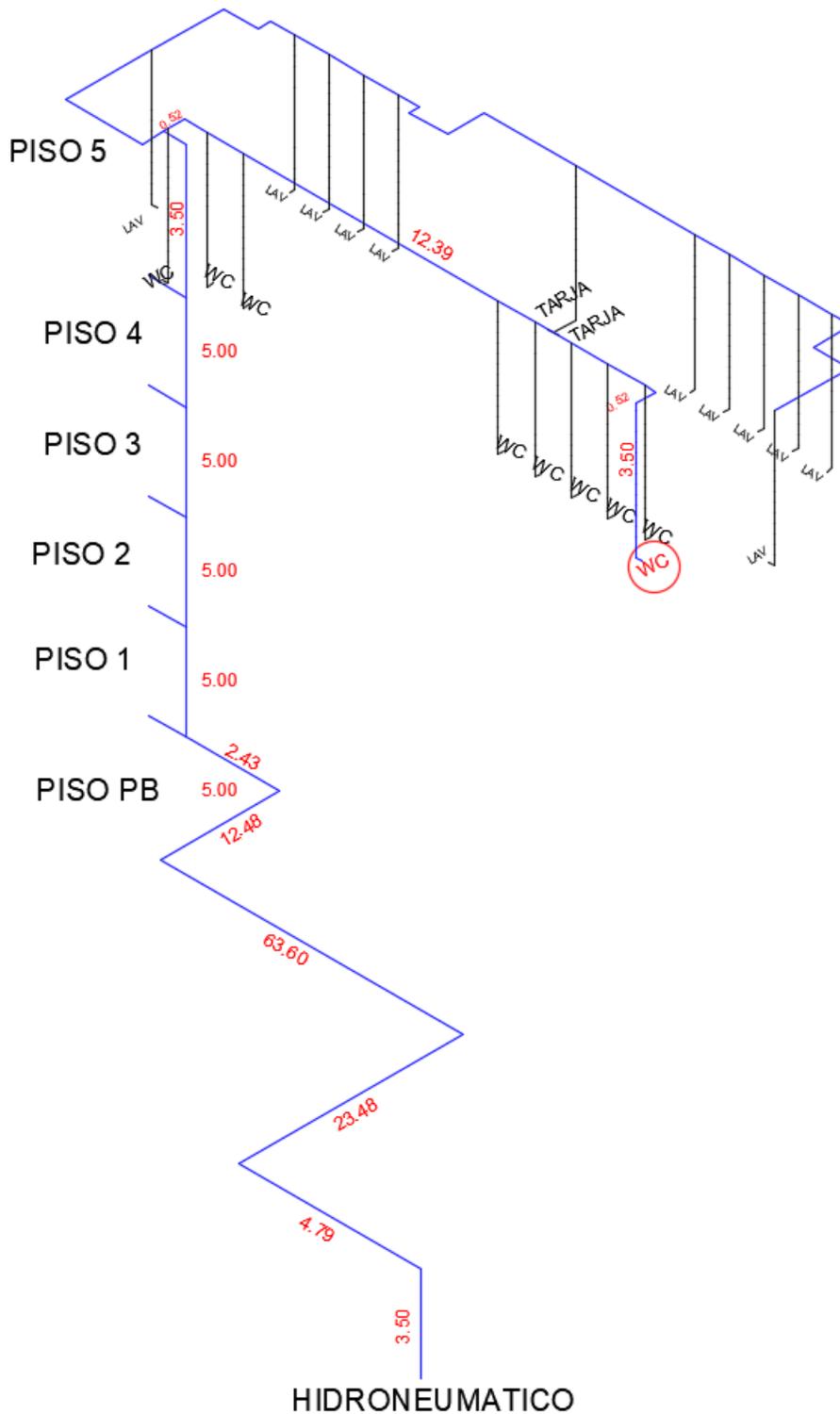


Fig. 10 Isométrico, para el cálculo del mueble más desfavorable.



Tabla 23. Cálculo de las perdidas.

TRAMO	PIEZAS ESPECIALES		LONGITUD EQUIVALENTE		Q MÁXIMO	DIÁMETRO INTERIOR	C	EQUIVALENTE	REAL	VIRTUAL	hf
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POR PIEZA	TRAMO							
1 - 2	CODO 90° 63	3	1.71	6.33	2.59	45.80	140	6.33	6.24	12.57	0.769
	TE P/R 90 63	2	0.60								
2 - 3	TE P/R 90 75	3	0.60	1.80	3.57	54.40	140	1.8	2.89	4.69	0.225
3 - 4	TE P/R 90 90	3	0.70	2.10	4.10	65.40	140	2.1	8.77	10.87	0.275
4 - 5	TE P/R 90 90	1	0.70	0.70	4.10	65.40	140	0.7	0.11	0.81	0.020
5 - 12	UNION	1	0.12	2.13	2.59	65.40	140	2.13	0.44	2.57	0.042
	CODO 90° 3"	1	2.01								
12 - 12.4	TE P/R 90 3"	1	0.80	0.80	4.61	77.92	125	0.8	5.00	5.8	0.096
12.4 - 12.3	TE P/R 90 3"	1	0.80	0.80	6.20	77.92	125	0.8	5.00	5.8	0.166
12.3 - 12.2	TE P/R 90 3"	1	0.80	0.80	7.52	77.92	125	0.8	5.00	5.8	0.237
12.2 - 12.1	TE P/R 90 4"	1	0.90	0.90	8.66	102.26	125	0.9	5.00	5.9	0.083
12.1 - 5	CODO 90° 4"	1	2.21	2.21	9.75	102.26	125	2.21	5.00	7.21	0.127
5 - 6	CODO 90° 4"	3	2.21	8.73	9.89	102.26	125	8.73	101.68	110.41	3.708
	TE P/R 90 4"	1	0.90								
	CONO REDUCCIÓN 5"	1	0.20	8.73	9.89	105.45	125	8.73	101.68	110.41	3.708
	TE P/R 90 5"	1	1.00								
6 - 7	CODO 90° 5"	2	2.94	5.88	18.1	105.45	125	5.88	9.29	15.17	0.722
										TOTAL	6.470

2.11 CÁLCULO DE LA CARGA REQUERIDA

Aplicando la ecuación de la energía para obtener la carga requerida.

$$H_{requerida} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) + \sum_1^2 hf$$

Donde

Hreq carga requerida en metros

Z cota o energía potencial en metros

$\frac{p_2}{\gamma}$ altura o energía de presión en metros

$\frac{v^2}{2g}$ altura o energía cinética en metros

hf pérdidas de energía por fricción en metros

El mueble más desfavorable que es un WC con fluxómetro.

Tomando en cuenta que los fluxómetros requieren 10 metros de columna de agua para su correcto funcionamiento, se tiene:



$$H_{req} = 23.50 m + 10 m + 0 m + 6.47 m = 39.97 m$$

Para el caso del cálculo de la carga por velocidad esta como es mínima a la entrada y a la salida del sistema se considera con un valor de 0, ya que no afecta en nada el resultado.

Se necesita un equipo que cumpla con la presión de 40.00 mca y un caudal de 4.2 l/s. Consecuentemente de este análisis que se realizó, se propone usar un equipo Hidroneumático Triplex de la marca PEDROLLO, Mod. 2CP40/180B de 7.5 H.P., el cual tiene un gasto de 350 litros por minuto y maneja una presión de 50 metros columna agua.

2.12 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CALENTADORES DE AGUA

Para el uso de las regaderas estas serán solo para el personal del área de mantenimiento, se considera que abra solo unas 10 personas para este servicio. Se toma la dotación de 150 L/hab/día que se consideró desde un principio. Se necesita una dotación diaria de 1,500 litros/día.

La demanda horaria máxima en relación con el uso diario a considerar para este tipo de diseño será de 1/7, este valor se obtiene de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.

Por consiguiente:

$$\text{Demanda horaria máxima} = 1,500 \text{ l/día} * 1/7 = 214.29 \text{ l/día}$$

$$214.29 \text{ l/día} * 1 \text{ día} / 24 \text{ hr} * 1 \text{ hr} / 60 \text{ min} = 0.15 \text{ l/min}$$



Tabla 24. Calentadores de paso.

(Fuente: www.calorex.com.mx)

CALENTADOR DE PASO					
MODELO	COXDP-06	COXDP-09	COXDP-11	COXDP-15	COXDP-20
Capacidad a nivel del mar (l/min)	6	9	11	15	20
Capacidad a nivel de la Cd. De México (l/min)	5	7.5	9	15	18
Recomendación por número de regaderas simultaneas*	1	1 1/2	2	3	4
Altura total (m)	68	80	96	90	112
Ancho x Profundidad (cm)	30x30	36x36	36x36	68x36	68x36
Peso (kg)	22	31	45	70	92
Presión de gas requerida	Gas L.P. 2.74 kPa (27 g/cm ²) • Gas Natural 1.76 kPa (18 g/cm ²)				
Presión hidráulica máxima de trabajo (kg/cm ²)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Resistencia máxima del tanque (kg/cm ²)	13	13	13	13	13

*45% más ahorro de gas en comparación con un calentador depósito con 10 años de uso, acumulación de sales, eficiencia interior al 75% y hábitos de uso similares.

Con base a la tabla que proporciona el fabricante, se selecciona el modelo COXDP-06 que cumple con parámetros antes establecidos.



3. DISEÑO DE LA EVACUACIÓN DE AGUA.

3.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y VENTILACIÓN SANITARIAS

Debido a la configuración del proyecto el diseño para las instalaciones de aguas residuales será realizara en dos secciones, es decir, consiste en construir dos redes independientes evitando mayor longitud de tubería, además de que se tendrán menores diámetros en la misma.

3.2 MÉTODO DE UNIDADES MUEBLE DE GASTO

Para el cálculo de los gastos vertidos por cada mueble sanitario se utilizará el método de unidades mueble de gasto. En donde se adopta una unidad llamada de descarga o unidad mueble de gasto, que engloba el doble concepto de gasto y simultaneidad.

Se asigna un número de unidades de descarga a cada aparato sanitario, que es distinto para cada clase de instalación, debido a la frecuencia de uso de este.

La unidad de descarga sirve para estimar los gastos de los distintos aparatos sanitarios.



Tabla 25. Unidades mueble gasto.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

MUEBLE	U.M.	DIÁMETRO EN mm
Bebedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	-	50
Excusado de tanque	4	100
Excusado de válvula	8	100
Fregadero doméstico	2	38
Fregadero doméstico con triturador	3	38
Fregadero de restaurante	3	38
Grupo de baño con wc, lavabo, tina o regadera:		
Con wc tanque	6	-
Con wc de fluxómetro	8	-
Lavabo (desagüe chico)	1	32
Lavabo (desagüe grande)	2	38
Lavabo de barbería	2	38
Lavabo de cirugía	2	38
Lavabo colectivo, cada juego de llaves		
Lavabo dental	1	32
Lavadero	2	38
Lavadora de trastes doméstica	2	38
Mingitorio de pedestal	8	75
Mingitorio de pared	4	50
Mingitorio colectivo, cada 60 cm	2	50
Regadera	2	50
Regadera grupo cada cebolla	3	-
Tina	2	38
Tina grande	2	38
Unidad dental	1	32
Vertedero de cirugía	3	38
Vertedero de servicio	3	75
Vertedero de servicio con trampa	2	50
Vertedero de cocina	4	38



3.3 DISEÑO DE DERIVACIONES, COLUMNAS Y COLECTORES

Las derivaciones se calculan sumando todas las unidades de descarga que desalojará la derivación, en función de la pendiente con la que se instala.

Para realizar el cálculo de los diámetros de los ramales, las bajadas y el albañal de la instalación de drenaje, se deben de respetar los diámetros mínimos de descarga de cada mueble. Los diámetros de descarga no pueden conectarse a un diámetro menor.

Cabe mencionar que el diámetro mínimo de un mueble W.C. es de 100 mm. La pendiente para la tubería de drenaje será no menor de 2% y para ventilación de 1%.

El material que se considera para el diseño de la red de evacuación y la red de ventilación es el policloruro de vinilo (PVC) ya que, comparando este material con materiales tradicionales como el cobre o el acero galvanizado, las ventajas que se tienen son las siguientes: ligereza, flexibilidad, presenta paredes lisas, resistencia a la corrosión y bajos costos.

Tabla 26. Pendiente mínima de acuerdo con el diámetro de cada tubo.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

DIAMETRO mm	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2%	4%
32	-	-	1	1
38	-	-	3	3
50	-	-	21	26
64	-	-	24	31
75	-	20*	27*	36*
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
375	7000	8500	10000	12000

NOTA: *No más de dos inodoros

Tabla 27. Capacidad máxima de columnas de desagüe en UM.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

DIÁMETRO (mm)	CUALQUIER RAMAL HORIZONTAL	BAJADA DE TRES PISOS O MENOS	MÁS DE TRES PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20*	30**	60**	16*
100	160	240	500	90
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

NOTA: *No más de dos inodoros **No más de seis inodoros

3.4 DISEÑO DE LA RED DE VENTILACIÓN

La Tabla 28 muestra el diámetro de la ventilación requerida en función del número de unidades de descarga.

Tabla 28. Diámetro de la ventilación requerida en función del número de unidades de descarga.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESAGÜE		UNIDADES DE DESCARGA (máximo)	DIÁMETRO DE LA VENTILACIÓN DEL CIRCUITO DEL ANILLO (pulgadas)					
			1 ½	2	2 ½	3	4	5
mm	pulgadas		MÁXIMA LONGITUD HORIZONTAL (metros)					
38	1 ½	10	6.10					
50	2	12	4.55	12.20				
50	2	20	3.05	9.15				
75	3	10		6.10	12.20	30.50		
75	3	30			12.20	30.50		
75	3	60			4.85	24.50		
10	4	100			6.10	15.80	61.00	
10	4	200			5.50	15.80	55.00	
10	4	500			4.52	11.00	42.50	
125	5	200				4.90	21.50	61.00
125	5	1100				3.00	12.20	42.50



El diámetro de las columnas se determina en función del diámetro de la columna de descarga que corresponde, del total de unidades de descarga que sirve y de la longitud de la columna misma.

Tabla 29. Longitud máxima de columnas de ventilación en metros.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de suministro y evacuación de agua para edificios, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

DIÁMETRO DE LA BAJADA (mm)	U.M.	DIÁMETRO DE LA VENTILACIÓN REQUERIDA								
		32	38	50	64	75	100	125	150	200
32	2	9								
38	8	15	46							
64	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
38	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	183				
75	30			18	61	152				
75	60			15	24	122				
100	100			11	30	79	305			
100	200			9	28	76	274			
100	500			6	21	55	213			
125	200				11	24	107	305		
125	500				9	21	91	274		
125	1100				6	15	61	213		
150	350				8	15	61	122	396	
150	620				5	9	38	91	335	
150	960					7	30	76	305	
150	1900					6	21	61	213	
200	600						15	46	152	396
200	1400						12	30	122	366
200	2200						9	24	107	335
200	3600						8	18	76	244
250	1000							23	38	305
250	2500							15	30	152
250	3800							9	24	107
250	5600							8	18	76



A continuación, se presenta el cálculo de los ramales.

Tabla 30. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 5.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN
						s%	Φ (MM)	BAJADA
							Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	WC	3	8	24	24	2	100	
2 - 3	WC	6	8	48	48	2	100	
3 - 4	WC	9	8	72	84	2	100	
	MINGITORIO	3	4	12				
4 - 5	WC	9	8	72	84	2	100	
	MINGITORIO	3	4	12				
11 - 10	LAVABO	1	1	1	1	2	38	
10 - 9	LAVABO	6	1	6	6	2	50	
9 - 7	LAVABO	6	1	6	6	2	50	
8 - 7	TARJA	2	2	4	4	2	50	
7 - 6	LAVABO	9	1	9	13	2	75	
	TARJA	2	2	4				
6 - 5	LAVABO	11	1	11	15	2	75	
	TARJA	2	2	4				
5 - 12	WC	9	8	72	99	2	100	100
	MINGITORIO	3	4	12				
	LAVABO	11	1	11				
	TARJA	2	2	4				
12 - 12.4	WC	9	8	72	99	2	100	
	MINGITORIO	3	4	12				
	LAVABO	11	1	11				
	TARJA	2	2	4				
13 - 14	TARJA	3	2	6	6	2	50	
14 - 15	TARJA	6	2	12	12	2	64	
17 - 16	TARJA	3	2	6	6	2	50	
16 - 15	TARJA	3	2	6	6	2	50	
22 - 21	LAVABO	1	1	1	1	2	32	
21 - 20	LAVABO	1	1	1	17	2	100	

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



	WC	2	8	16					
20 - 19	LAVABO	2	1	1					
	WC	2	8	16	17	2	100		
19 - 18	LAVABO	2	1	1					
	WC	2	8	16	17	2	100		
18 - 15	LAVABO	2	1	1					
	WC	2	8	16	17	2	100		
15 - 19	TARJA	3	2	6					
	LAVABO	2	1	2					
	WC	2	8	16	24	2	100		
22 - 21	TARJA	1	2	2					
21 - 20	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3	7	2	64		
M1 - M2	MINGITORIO	4	4	16	16	2	75		
	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3					
19 - M2	MINGITORIO	4	4	16	21	2	100		
	TARJA	2	2	4					
	LAVABO	3	1	3					
M2 - 23	MINGITORIO	4	4	16	23	2	100		
	TARJA	2	2	4					
	LAVABO	3	1	3					
23 - 24	MINGITORIO	4	4	16	23	2	100		
27 - 26	WC	3	8	24	24	2	100		
26 - 25	WC	3	8	24					
	LAVABO	1	1	1	25	2	100		
	WC	4	8	32					
25 - 24	LAVABO	1	1	1	33	2	100		
	TARJA	2	2	4					
	LAVABO	4	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16					
24 - 28	WC	4	8	32	55	2	100		
30 - 29	WC	3	8	24	24	2	100		

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



29 - 28	WC	5	8	40	24	2	100		
33 - 32	LAVABO	1	1	1	1	2	32		
32 - 31	LAVABO	1	1	1	41	2	100		
	WC	5	8	40					
31 - 28	LAVABO	1	1	1	41	2	100		
	WC	5	8	40					
28 - 34	TARJA	2	2	4	103	2	100		
	LAVABO	5	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16					
	WC	10	8	80					
36 - 35	WC	3	8	24	24	2	100		
35 - 34	WC	4	8	32	32	2	100		
34 - 37	TARJA	2	2	4	111	2	100		
	LAVABO	5	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16					
	WC	11	8	88					
40 - 39	TARJA	1	2	2	2	2	38		
39 - 38	TARJA	1	2	2	10	2	100		
	WC	1	8	8					
38 - 37	TARJA	1	2	2	11	2	100		
	WC	1	8	8					
	LAVABO	1	1	1					
37 - 41	TARJA	3	2	6	124	2	100		
	LAVABO	6	1	6					
	MINGITORIO	4	4	16					
	WC	12	8	96					
43 - 42	LAVABO	3	1	3	3	2	38		
42 - 41	LAVABO	5	1	5	5	2	50		
41 - 44	TARJA	3	2	6	129	2	100		
	LAVABO	11	1	11					
	MINGITORIO	4	4	16					
	WC	12	8	96					



44 - 37.4	TARJA	3	2	6	129	2	100	100
	LAVABO	11	1	11				
	MINGITORIO	4	4	16				
	WC	12	8	96				

Tabla 31. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 4.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN	
						RAMAL	BAJADA	COLUMNA	
						s%	Φ (MM)	Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	WC	3	8	24	24	2	100		
2 - 3	WC	6	8	48	48	2	100		
3 - 4	WC	9	8	72	84	2	100		
	MINGITORIO	3	4	12					
4 - 5	WC	9	8	72	84	2	100		
	MINGITORIO	3	4	12					
11 - 10	LAVABO	1	1	1	1	2	38		
10 - 9	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
9 - 7	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
8 - 7	TARJA	2	2	4	4	2	50		
7 - 6	LAVABO	9	1	9	13	2	75		
	TARJA	2	2	4					
6 - 5	LAVABO	11	1	11	15	2	75		
	TARJA	2	2	4					
5 - 12	WC	9	8	72	99	2	100		
	MINGITORIO	3	4	12					
	LAVABO	11	1	11					
	TARJA	2	2	4					
12.4 - 12.3	WC	18	8	144	198	2	100	100	100
	MINGITORIO	6	4	24					
	LAVABO	22	1	22					
	TARJA	4	2	8					
13 - 14	TARJA	1	2	2	2	2	38		
14 - 15	TARJA	1	2	2	5	2	50		
	LAVABO	3	1	3					
15 - M2	TARJA	1	2	2	5	2	50		

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



	LAVABO	3	1	3					
M1 - M2	MINGITORIO	4	4	16	16	2	75		
M2 - 16	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16	21	2	100		
16 - 17	TARJA	2	2	4					
	LAVABO	3	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16	23	2	100		
20 - 19	WC	3	8	24	24	2	100		
19 - 18	WC	3	8	24					
	LAVABO	1	1	1	25	2	100		
18 - 17	WC	4	8	32					
	LAVABO	1	1	1	33	2	100		
17 - 21	WC	4	8	32					
	LAVABO	1	1	1					
	TARJA	2	2	4					
	MINGITORIO	4	4	16	53	2	100		
23 - 22	WC	3	8	24	24	2	100		
22 - 21	WC	5	8	40	24	2	100		
21 - 24	WC	9	8	72					
	LAVABO	1	1	1					
	TARJA	2	2	4	77	2	100		
26 - 25	LAVABO	1	1	1	1	2	32		
25 - 24	LAVABO	1	1	1					
	WC	1	8	8	9	2	100		
24 - 27	WC	10	8	80					
	LAVABO	11	1	1					
	TARJA	2	2	4	85	2	100		
29 - 28	WC	3	8	24	24	2	100		
28 - 27	WC	4	8	32	24	2	100		
27 - 30	WC	10	8	80					
	LAVABO	11	1	1					
	TARJA	2	2	4	85	2	100		



33 - 32	TARJA	1	2	2	2	2	38		
32 - 31	TARJA	1	2	2					
	WC	1	8	8	10	2	100		
31 - 30	TARJA	1	2	2					
	WC	1	8	8					
	LAVABO	1	1	1	11	2	100		
30 - 34	WC	11	8	88					
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	3	2	6	95	2	100		
36 - 35	LAVABO	3	1	3	3	2	38		
35 - 34	LAVABO	5	1	5	5	2	50		
34 - 37.4	WC	11	8	88					
	LAVABO	17	1	1					
	TARJA	3	2	6	95	2	100		
37.4 - 37.3	TARJA	6	2	12					
	LAVABO	28	1	28					
	MINGITORIO	8	4	32					
	WC	23	8	184	256	2		100	100

Tabla 32. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 3.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN
						s%	Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	WC	3	8	24	24	2	100	
2 - 3	WC	6	8	48	48	2	100	
3 - 4	WC	9	8	72	84	2	100	
	MINGITORIO	3	4	12				
4 - 5	WC	9	8	72	84	2	100	
	MINGITORIO	3	4	12				
11 - 10	LAVABO	1	1	1	1	2	38	
10 - 9	LAVABO	6	1	6	6	2	50	
9 - 7	LAVABO	6	1	6	6	2	50	

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



8 - 7	TARJA	2	2	4	4	2	50		
7 - 6	LAVABO	9	1	9	13	2	75		
	TARJA	2	2	4					
6 - 5	LAVABO	11	1	11	15	2	75		
	TARJA	2	2	4					
5 - 12	WC	9	8	72	99	2	100		
	MINGITORIO	3	4	12					
	LAVABO	11	1	11					
	TARJA	2	2	4					
12.3 - 12.2	WC	27	8	216	297	2		150	100
	MINGITORIO	9	4	36					
	LAVABO	33	1	33					
	TARJA	6	2	12					
13 - 14	TARJA	1	2	2	2	2	38		
14 - 15	TARJA	1	2	2	5	2	50		
	LAVABO	3	1	3					
15 - M2	TARJA	1	2	2	5	2	50		
	LAVABO	3	1	3					
M1 - M2	MINGITORIO	4	4	16	16	2	75		
M2 - 16	TARJA	1	2	2	21	2	100		
	LAVABO	3	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16					
16 - 17	TARJA	2	2	4	23	2	100		
	LAVABO	3	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16					
20 - 19	WC	3	8	24	24	2	100		
19 - 18	WC	3	8	24	25	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
18 - 17	WC	4	8	32	33	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
17 - 21	WC	4	8	32	37	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
	TARJA	2	2	4					
23 - 22	WC	3	8	24	24	2	100		
22 - 21	WC	5	8	40	24	2	100		
21 - 24	WC	9	8	72	77	2	100		
	LAVABO	1	1	1					

“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”



	TARJA	2	2	4					
26 - 25	LAVABO	1	1	1	1	2	32		
25 - 24	LAVABO	1	1	1	9	2	100		
	WC	1	8	8					
24 - 27	WC	10	8	80	85	2	100		
	LAVABO	11	1	1					
	TARJA	2	2	4					
29 - 28	WC	3	8	24	24	2	100		
28 - 27	WC	4	8	32	24	2	100		
27 - 30	WC	10	8	80	85	2	100		
	LAVABO	11	1	1					
	TARJA	2	2	4					
33 - 32	TARJA	1	2	2	2	2	38		
32 - 31	TARJA	1	2	2	10	2	100		
	WC	1	8	8					
31 - 30	TARJA	1	2	2	11	2	100		
	WC	1	8	8					
	LAVABO	1	1	1					
30 - 34	WC	11	8	88	95	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	3	2	6					
36 - 35	LAVABO	3	1	3	3	2	38		
35 - 34	LAVABO	5	1	5	5	2	50		
34 - 37.4	WC	11	8	88	95	2	100		
	LAVABO	17	1	1					
	TARJA	3	2	6					
37.3 - 44	TARJA	9	2	18	383	2	150	100	
	LAVABO	45	1	45					
	MINGITORIO	12	4	48					
	WC	34	8	272					

Tabla 33. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 2.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN	
						RAMAL	BAJADA	COLUMNA	
						s%	Φ (MM)	Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	WC	3	8	24	24	2	100		
2 - 3	WC	6	8	48	48	2	100		
3 - 4	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12	84	2	100		
4 - 5	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12	84	2	100		
11 -10	LAVABO	1	1	1	1	2	38		
10 - 9	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
9 - 7	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
8 - 7	TARJA	2	2	4	4	2	50		
7 - 6	LAVABO	9	1	9					
	TARJA	2	2	4	13	2	75		
6 - 5	LAVABO	11	1	11					
	TARJA	2	2	4	15	2	75		
5 - 12	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12					
	LAVABO	11	1	11					
	TARJA	2	2	4	99	2	100		
12.3 - 12.2	WC	36	8	288					
	MINGITORIO	12	4	48					
	LAVABO	44	1	44					
	TARJA	8	2	16	396	2		150	100
13 - 14	TARJA	1	2	2	2	2	38		
14 - 15	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3	5	2	50		
15 - M2	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3	5	2	50		
M1 - M2	MINGITORIO	4	4	16	16	2	75		
M2 - 16	TARJA	1	2	2					
	LAVABO	3	1	3					
	MINGITORIO	4	4	16	21	2	100		
16 - 17	TARJA	2	2	4					
	LAVABO	3	1	3	23	2	100		

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



	MINGITORIO	4	4	16				
20 - 19	WC	3	8	24	24	2	100	
19 - 18	WC	3	8	24	25	2	100	
	LAVABO	1	1	1				
18 - 17	WC	4	8	32	33	2	100	
	LAVABO	1	1	1				
17 - 21	WC	4	8	32	37	2	100	
	LAVABO	1	1	1				
	TARJA	2	2	4				
23 - 22	WC	3	8	24	24	2	100	
22 - 21	WC	5	8	40	24	2	100	
21 - 24	WC	9	8	72	77	2	100	
	LAVABO	1	1	1				
	TARJA	2	2	4				
26 - 25	LAVABO	1	1	1	1	2	32	
25 - 24	LAVABO	1	1	1	9	2	100	
	WC	1	8	8				
24 - 27	WC	10	8	80	85	2	100	
	LAVABO	11	1	1				
	TARJA	2	2	4				
29 - 28	WC	3	8	24	24	2	100	
28 - 27	WC	4	8	32	24	2	100	
27 - 30	WC	10	8	80	85	2	100	
	LAVABO	11	1	1				
	TARJA	2	2	4				
33 - 32	TARJA	1	2	2	2	2	38	
32 - 31	TARJA	1	2	2	10	2	100	
	WC	1	8	8				
31 - 30	TARJA	1	2	2	11	2	100	
	WC	1	8	8				
	LAVABO	1	1	1				
30 - 34	WC	11	8	88	95	2	100	

	LAVABO	12	1	1				
	TARJA	3	2	6				
36 -35	LAVABO	3	1	3	3	2	38	
35 - 34	LAVABO	5	1	5	5	2	50	
34 - 37.4	WC	11	8	88				
	LAVABO	17	1	1				
	TARJA	3	2	6	95	2	100	
37.2 - 44	TARJA	12	2	24				
	LAVABO	62	1	62				
	MINGITORIO	16	4	64				
	WC	45	8	360	510	2	150	100

Tabla 34. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso 1.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN	
						RAMAL	BAJADA	COLUMNA	
						s%	Φ (MM)	Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	WC	3	8	24	24	2	100		
2 - 3	WC	6	8	48	48	2	100		
3 - 4	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12	84	2	100		
4 - 5	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12	84	2	100		
11 -10	LAVABO	1	1	1	1	2	38		
10 - 9	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
9 - 7	LAVABO	6	1	6	6	2	50		
8 - 7	TARJA	2	2	4	4	2	50		
7 - 6	LAVABO	9	1	9					
	TARJA	2	2	4	13	2	75		
6 - 13	LAVABO	11	1	11					
	TARJA	2	2	4	15	2	75		
14 - 13	LAVABO	2	1	2	2	2	38		
13 - 5	LAVABO	13	1	13					
	TARJA	2	2	4	17	2	75		
5 - 12	WC	9	8	72					
	MINGITORIO	3	4	12	101	2	100		

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



	LAVABO	13	1	13					
	TARJA	2	2	4					
12.1 - 5	WC	45	8	360	499	2	150	100	
	MINGITORIO	15	4	60					
	LAVABO	59	1	59					
	TARJA	10	2	20					
15 - 16	LAVABO	1	1	1	1	2	32		
19 - 18	TARJA	1	2	2	2	2	38		
18 - 17	TARJA	1	2	2	5	2	50		
	LAVABO	3	1	3					
17 - 16	TARJA	1	2	2	6	2	50		
	LAVABO	4	1	4					
16 - M2	TARJA	1	2	2	7	2	64		
	LAVABO	5	1	5					
M1 - M2	MINGITORIO	4	4	16	16	2	75		
M2 - 20	TARJA	1	2	2	23	2	100		
	LAVABO	5	1	5					
	MINGITORIO	4	4	16					
23 - 22	WC	3	8	24	24	2	100		
22 - 21	WC	3	8	24	25	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
21 - 20	WC	4	8	32	33	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
20 - 24	WC	4	8	32	35	2	100		
	LAVABO	6	1	1					
	TARJA	1	2	2					
26 - 25	WC	3	8	24	24	2	100		
25 - 24	WC	5	8	40	24	2	100		
24 - 27	WC	9	8	72	75	2	100		
	LAVABO	6	1	1					
	TARJA	1	2	2					
29 - 28	WC	3	8	24	24	2	100		
28 - 27	WC	4	8	32	24	2	100		

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



27 - 30	WC	13	8	104	107	2	100		
	LAVABO	6	1	1					
	TARJA	1	2	2					
33 - 32	TARJA	1	2	2	2	2	38		
32 - 31	TARJA	1	2	2	10	2	100		
	WC	1	8	8					
	TARJA	1	2	2					
31 - 30	WC	1	8	8	11	2	100		
	LAVABO	1	1	1					
	TARJA	1	2	2					
30 - 34	WC	14	8	112	117	2	100		
	LAVABO	7	1	1					
	TARJA	2	2	4					
36 - 35	LAVABO	3	1	3	3	2	38		
35 - 34	LAVABO	5	1	5	5	2	50		
34 - 37	WC	14	8	112	117	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	2	2	4					
38 - 37	TARJA	2	2	4	4	2	50		
37 - 40	WC	15	8	120	129	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	4	2	8					
40 - 41	WC	15	8	120	131	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	5	2	10					
41 - 42	WC	15	8	120	133	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	6	2	12					
42 - 44	WC	15	8	120	135	2	100		
	LAVABO	12	1	1					
	TARJA	7	2	14					
44 - 22	WC	60	8	480	535	2		150	100
	LAVABO	74	1	1					
	TARJA	19	2	38					
	MINGITORIO	20	4	16					



Tabla 35. Cálculo de los ramales y bajadas de aguas residuales, piso PB.

SECCIÓN	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	DESCARGAS	SUMA DE DESCARGAS	DRENAJE		VENTILACIÓN
						s%	Φ (MM)	Φ (MM)
1 - 2	LAVABO	1	1	1	1	2	32	
2 - 3	LAVABO	1	1	1	17	2	100	
	WC	2	8	16				
3 - 4	LAVABO	2	1	2	18	2	100	
	WC	2	8	16				
4 - 5	LAVABO	2	1	2	18	2	100	
	WC	2	8	16				
5 - COLECTOR	WC	47	8	376	517	2	200	
	MINGITORIO	15	4	60				
	LAVABO	61	1	61				
	TARJA	10	2	20				
9 - 8	REGADERA	2	2	4	4	2	50	
8 - 10	REGADERA	2	2	4	6	2	50	
	LAVABO	2	1	2				
10 - 11	REGADERA	2	2	4	6	2	50	
	LAVABO	2	1	2				
13 - 12	TARJA	1	4	4	4	2	50	
12 - 11	TARJA	1	4	4	6	2	50	
	LAVABO	2	1	2				
11 - 14	TARJA	1	4	4	12	2	64	
	LAVABO	4	1	4				
	REGADERA	2	2	4				
15 - 14	WC	2	8	16	16	2	100	
14 - 16	TARJA	1	4	4	28	2	100	
	LAVABO	4	1	4				
	REGADERA	2	2	4				
	WC	2	8	16				
17 - 16	WC	2	8	16	16	2	100	

**“Diseño de instalaciones hidráulica, sanitaria,
de gas y de contra incendio de un edificio de uso educativo”**



16 - 18	TARJA	1	4	4	48	2	100		
	LAVABO	4	1	4					
	REGADERA	2	2	8					
	WC	4	8	32					
19 - 18	MINGITORIO	2	4	8	12	2	64		
	TARJA	1	4	4					
18 - 20	TARJA	2	4	4	56	2	100		
	LAVABO	4	1	4					
	REGADERA	2	2	8					
	WC	4	8	32					
	MINGITORIO	2	4	8					
21 - 20	REGADERA	2	2	4	4	2	50		
22 - 20	WC	64	8	512	575	2	150		
	LAVABO	78	1	1					
	TARJA	21	2	42					
	MINGITORIO	22	4	16					
	REGADERA	2	2	4					
20 - COLECTOR	WC	64	8	512	575	2	200		
	LAVABO	78	1	1					
	TARJA	21	2	42					
	MINGITORIO	22	4	16					
	REGADERA	2	2	4					

4. DISEÑO DE LA INSTALACION DE GAS.

Para el diseño de la instalación de gas en el Centro Educativo es muy sencillo, debido a que se tiene solamente dos calentadores con deposito, cuyo caudal volumétrico es de $1.1098 \text{ m}^3 \text{ std}(\text{C}_3\text{H}_8)$, este dato se obtiene de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004.

La clasificación de acuerdo al aprovechamiento que se destina el Gas L.P., es Clase B: aquella instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento comercial del gas, esto con base a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004 en su capítulo 4, aunado a esto la norma enuncia que las instalaciones de las clases A, A1 y C, además de las clases B y B1 con capacidad de almacenamiento de 5000 L o menores, deben contar con un diagrama isométrico a 30° sin escala, a línea sencilla y un informe.

La ubicación de nuestro calentador será cerca de los vestidores, así para aprovechar al máximo el recorrido de agua caliente como se muestra en la siguiente figura.



Fig. 11 Ubicación del calentador de agua.



4.1 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Para el cálculo de la red de distribución esta será de manera muy sencilla y fácil, puesto que solo tenemos un aparato de consumo y la trayectoria para llegar es algo corta.

El consumo total que tendremos en la red de distribución será de 1.1098 m³ std(C₃H₈) por cada uno de los calentadores, este tipo de instalación se determina como una de baja presión regulada, ya que la red es muy corta y la caída de presión es mínima.

Para el cálculo de la caída de presión en las tuberías de servicio en baja presión regulada, debe usarse la fórmula del Dr. Pole aplicando los factores Fb, de acuerdo con el diámetro y material utilizados.

La expresión matemática de la fórmula del Dr. Pole a utilizar para el cálculo de la caída de presión porcentual es:

En donde:

$$\%Hb = Q^2 \times Fb \times L$$

%Hb Caída de presión porcentual en baja presión regulada

Q Caudal volumen conducido en m³ estándar/h (propano)

Fb Factor de cálculo de tubería en baja presión regulada.

L Longitud de cálculo de la tubería en metros

En donde el Factor de cálculo de tubería de baja presión regulada se obtiene de la Tabla 41 citada en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004:

Además, la norma menciona que cuando exista medidor volumétrico, la presión de servicio debe ser de 2,86 kPa (0,02916 kgf/cm²) y la máxima caída de presión porcentual permisible entre el regulador de baja presión y el aparato de consumo es del 9% de ésta.



Los resultados se expresarán hasta el cuarto decimal, redondeando el último.

Tabla 36. Factores de baja presión, para el cálculo de la caída de presión porcentual.

(Fuente: Apuntes de Instalaciones de gas, Posgrado en Ingeniería Sanitaria).

DIÁMETRO NOMINAL		"FACTOR Fb"			
mm	(pulg.)	TUBO DE ACERO CEDULA 40		TUBO DE COBRE TIPO "L" TUBO DE COBRE FLEXIBLE	
		Sin medidor	Con medidor	Sin medidor	Con medidor
		presión de servicio 2, 737 kPa (0,02791 ft/com2)	presión de servicio 2, 85 kPa (0,02791 ft/com2)	presión de servicio 2, 737 kPa (0,02791 ft/com2)	presión de servicio 2, 85 kPa (0,02791 ft/com2)
9.5	3/8	2.5502	2.4371	5.0074	4.7846
12.7	1/2	0.79039	0.75521	1.531	1.4629
19.1	3/4	0.04879	0.04662	0.06323	0.06041
25.4	1	0.01496	0.0143	0.01666	0.01592
32	1 1/4	0.00309	0.00295	0.00481	0.0046
38.1	1 1/2	0.00144	0.00138	0.00202	0.00193
50.8	2	0.00035	0.00033	0.00042	0.00041
76.3	3	0.000041	0.000039	0.00005	0.000048
101.6	4	0.00001	0.000009	0.000011	0.0000109

Se procede a calcular la caída de presión porcentual:

Tabla 37. Cálculo de la caída de presión porcentual.

TRAMO	APARATO DE CONSUMO	CAUDAL m3std/h	LONGITUD TR	PIEZAS ESPECIALES	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD TOTAL	Fb	%Hb
A-B	CALENTADOR DE PASO SENSILLO	2.2196	69.5	CODO 90°	3	0.9	10.57	80.07	0.01042	4.11043
				T P/R	1	0.27				
				VALVULA DE GLOBO	1	7.6				
				CODO 90°	3	0.9				
B - C	CALENTADOR DE PASO SENSILLO	1.1098	20.08	VALVULA DE GLOBO	1	7.6	10.3	30.38	0.01042	0.38989
									TOTAL	4.50032

Se propone una tubería de cobre de 1", ya que con esta la caída de presión que se presenta es de 1.67515%. Con esto cumplimos con la norma.



4.2 SELECCIÓN DEL TANQUE DE ALMECENAMIENTO DE GAS L.P.

Para la selección del tanque de gas, se determina por medio de la capacidad de vaporización que tiene y el volumen que puede almacenar, puesto que debemos de tener una reserva y la recarga del tanque no sea continua.

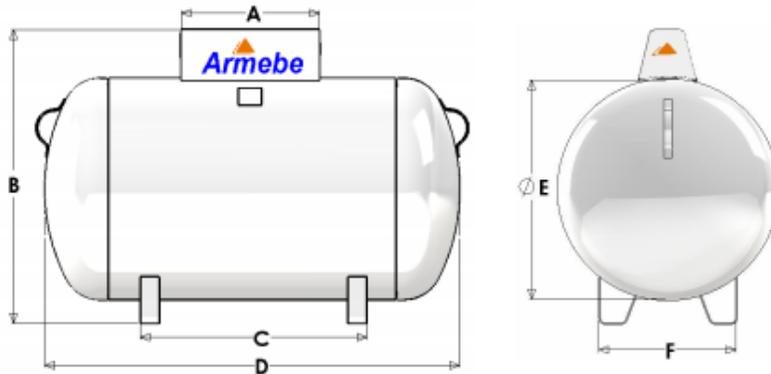
Como solo tenemos dos aparatos de consumo que es un calentador de un solo paso, el caudal volumétrico es de $1.1098 \text{ m}^3 \text{ std}(\text{C}_3\text{H}_8)$ por cada calentador, se necesita un tanque que sea capaz de tener una vaporización igual a la requerida por el aparato de consumo.

Se consulta los tanques de gas de la marca “Armebe” puesto que esta compañía menciona de manera más completa los datos de sus tanques, dimensiones y capacidad de vaporización.



TANQUE ESTACIONARIO
STATIONARY TANK

más de
+60
años de experiencia



- A.- LONGITUD DEL PROTECTOR
(PROTECTOR LENGTH)
- B.- ALTURA
(HEIGHT)
- C.- DISTANCIA ENTRE SOPORTES
(DISTANCE BETWEEN SUPPORTS)
- D.- LONGITUD TOTAL
(OVERALL LENGTH)
- E.- DIÁMETRO DEL TANQUE
(TANK DIAMETER)
- F.- ANCHO ENTRE SOPORTES
(WIDTH BETWEEN SUPPORTS)

DIMENSIONES GENERALES (mm)									
MODELO	Capacidad Volumétrica (Litros)	A	B	C	D	∅E	F	Tara (kg)	Vaporización m ³ /hr
E-100	100	381	584	495	864	406	284	43	1.109
E-120	120	381	679	354	700	508	330	45	1.168
E-180	180	381	823	354	722	610	395	64	1.391
E-200	200	381	679	585	1090	508	330	68	1.750
E-300	300	381	823	585	1155	610	395	85	2.225
E-500	520	470	823	1290	1957	610	400	146	3.773
E-1000	1000	470	1006	1387	2373	762	457	298	5.716
E-1800	1770	800	1229	1257	2370	1029	584	497	7.871
E-2200	2250	800	1229	1618	2979	1029	584	555	9.688
E-2800	2750	800	1229	2177	3580	1029	584	650	11.637
E-3400	3450	800	1385	2820	3556	1168	584	857	13.133
E-5000	5000	800	1385	3531	5029	1168	584	1211	18.573

Fig. 12 Dimensiones de tanque estacionario.

Con esta tabla se presentan dos alternativas, la primera es el modelo E-300, ya que se encuentra dentro de la capacidad de vaporización que necesitamos por el aparato de consumo, y la segunda es el tanque E-1000, ya que con este tenemos un volumen de reserva y no necesitaríamos estar llenando de manera constante, se opta por el tanque E-1000.

4.3 FIGURA DE LA INSTALACIÓN DE GAS LP.

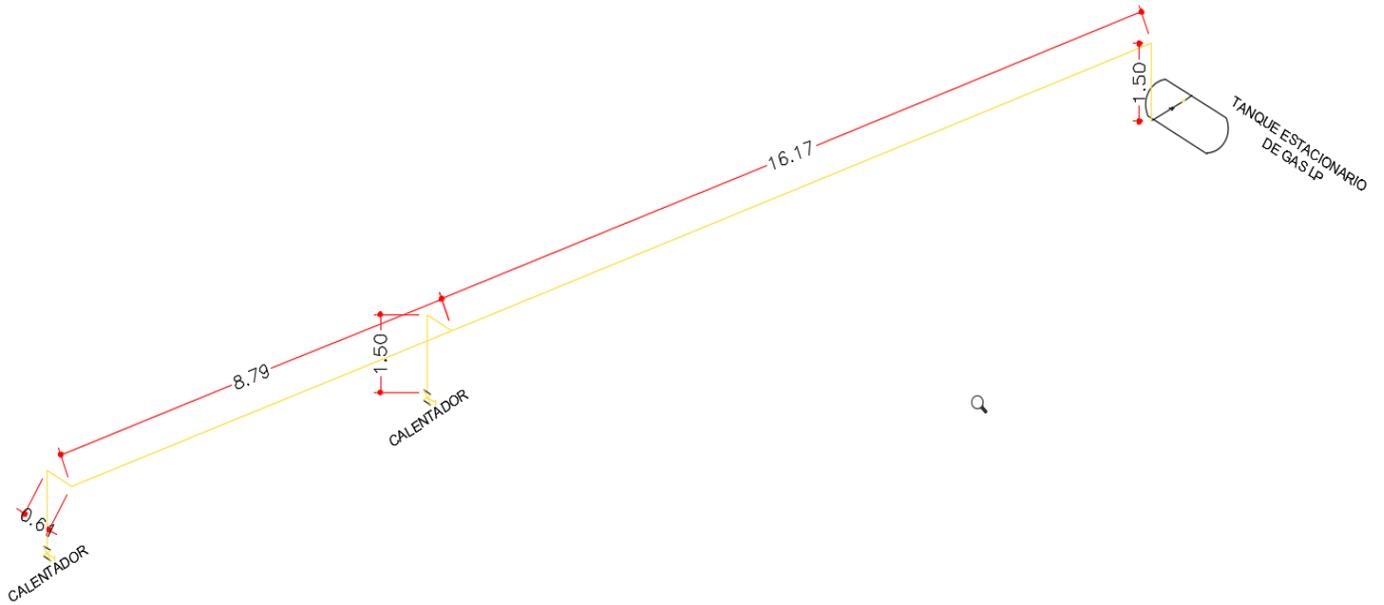


Fig. 13 instalación de gas.



5. DISEÑO DE LA RED CONTRA INCENDIO.

5.1 Determinación del riesgo.

Existen diferentes clasificaciones en normas mexicanas y literatura sobre la clasificación de riesgos en las edificaciones, para este proyecto se evaluarán y compararán las normas oficiales mexicanas que actualmente rigen en la Ciudad de México y las normas de la National Fire Protection Association.

Primeramente, para determinar la clasificación del riesgo para el proyecto, se consultó las Normas Técnicas Complementarias para el Distrito Federal.

En el tomo II se encuentra el apartado Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico, en estas Normas se encuentra el subcapítulo “4.5 Previsiónes contra incendios” y a su vez el subcapítulo “4.5.1 Grados de riesgo de incendio en las edificaciones”, en el cual menciona lo siguiente:

“Con base en el artículo 90 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio, de acuerdo con sus dimensiones, uso y ocupación conforme lo que establecen las Tablas 4.5-A y 4.5-B, que a continuación se presentan”:



Tabla 38. Evaluación de riesgos

(Fuente: NTC para el Proyecto Arquitectónico del Distrito Federal)

TABLA No. 4.5-A

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO PARA EDIFICACIONES NO HABITACIONALES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Altura de la edificación (en metros)	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie construida (en metros cuadrados)	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3,000
Inventario de gases inflamables (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 3,000	Mayor de 3,000
Inventario de líquidos inflamables (en litros)	Menor de 250	Entre 250 y 1,000	Mayor de 1,000
Inventario de líquidos combustibles (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 2,000	Mayor de 2,000
Inventario de sólidos combustibles (en kilogramos)	Menor de 1,000	Entre 1,000 y 5,000	Mayor de 5,000
Inventario de materiales pirofóricos y explosivos	No existen	No existen	Cualquier cantidad

TABLA No. 4.5-B

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO PARA EDIFICACIONES CON VIVIENDA		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Edificaciones con uso exclusivo de vivienda	Hasta seis niveles	Mas de seis y hasta diez niveles	Mas de diez niveles
Usos mixtos	De acuerdo al riesgo del uso no habitacional		

Con base a las NTC en su subcapítulo 4.5.1.1 Indicaciones para la determinación del grado de riesgo. Nos indica que debemos de tomar los siguientes puntos a consideración.

- I. La clasificación para un inmueble se determinará por el grado de riesgo de incendio más alto que se tenga en cualquiera de los edificios, áreas o zonas que existan en un mismo predio;
- II. En caso de que un inmueble presente zonas con diversos grados de riesgo, los dispositivos o medidas de previsión y control deben aplicarse en cada zona de acuerdo con sus características constructivas y al elemento que genera el riesgo;
- III. Las edificaciones que tengan una zona clasificada con grado de riesgo alto, ésta se debe aislar de las demás zonas con riesgo medio o bajo en el mismo inmueble y con la colindancia. De la misma manera se debe aislar las zonas o áreas de grado de riesgo medio de las demás áreas con riesgo bajo y las colindancias. En caso de



no existir este aislamiento, los dispositivos y medidas de control se deben aplicar de acuerdo con el grado de riesgo más alto que se presente en toda la zona;

IV. En cada inmueble se delimitará físicamente cada una de las áreas o zonas con características similares para los efectos de la propagación de fuego y calor, conforme a lo que se determina en estas normas, de acuerdo con la separación entre edificios, las características de las losas entre los niveles de construcción o las áreas delimitadas por muros y puertas cortafuego; y

V. Para el cálculo de metros cuadrados, alturas, número de ocupantes en inmuebles con varios cuerpos, estos parámetros se aplicarán por edificio. En cuanto al número de personas que ocupan el lugar, se debe tomar en cuenta a la máxima población fija probable más la flotante en cada área o zona físicamente delimitada para la propagación de fuego. Los inventarios se considerarán asimismo por zona físicamente delimitada para la propagación de los efectos de explosión, fuego y calor.

Con base a estas tablas y puntos para considerar el grado de riesgo del inmueble, se define que el grado de riesgo en su mayoría de los rubros cubre un riesgo bajo, ya que no maneja sustancias peligrosas y además también se clasifica por las diferentes zonas que tiene el lugar, sin embargo, en el punto de “Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes” tenemos un riesgo alto, ya que en el Centro Educativo llegamos a tener más 250 personas por piso. Se define que el riesgo a considerar para este inmueble es de “Riesgo bajo”, de acuerdo con las NTC.

La segunda clasificación se tomó de la NOM-002-STPS-2010, en el Apéndice A se encuentra lo que es la “Clasificación del Riesgo de Incendio”. En su subcapítulo A.1 Indicaciones para clasificar el riesgo de incendio, apartado A.1.1 se encuentra la siguiente tabla:

Tabla 39. Evaluación de riesgos de acuerdo con la NOM-002-STPS-2010.

(Fuente: NOM-002-STPS-2010)

Tabla A.1

Determinación del riesgo de incendio

Concepto	Riesgo de incendio	
	Ordinario	Alto
Superficie construida, en metros cuadrados.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros.	Menor de 3 000	Igual o Mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros.	Menor de 1 400	Igual o Mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros.	Menor de 2 000	Igual o Mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos.	Menor de 15 000	Igual o Mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos, en kilogramos.	No aplica	Cualquier cantidad

En el apartado A.1.2 La clasificación del riesgo de incendio en el centro de trabajo se podrá determinar por las áreas que lo integran, siempre y cuando estén delimitadas mediante materiales resistentes al fuego o por distanciamiento, que impidan una rápida propagación del fuego entre las mismas.

A.1.3 Para la determinación del riesgo de incendio, se deberá proceder de la manera siguiente:

- a) Identificar la superficie construida en metros cuadrados del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran.
- b) Identificar el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para los conceptos de la Tabla A.1 que resulten aplicables.
- c) Para determinar el inventario de sólidos combustibles por el mobiliario en oficinas administrativas y otras áreas similares, se considerará un promedio de 60 kg por cada

trabajador del centro de trabajo, o de las áreas que lo integran. No se contabilizarán los trabajadores que realicen sus actividades fuera del centro de trabajo, tales como conductores, repartidores, vendedores, promotores, entre otros. Opcionalmente, el inventario podrá determinarse considerando la cantidad real existente.

d) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a un mismo concepto, el riesgo de incendio para dicho concepto se determinará.

e) Cuando se disponga en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integren, de dos o más materiales, sustancias o productos que correspondan a gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, de igual o de distinto riesgo de incendio, éste se determinará con base en la fórmula siguiente:

con base en la fórmula siguiente:

$$\left(\frac{\text{Inventario 1}}{\text{Cantidad 1}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 2}}{\text{Cantidad 2}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 3}}{\text{Cantidad 3}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario 4}}{\text{Cantidad 4}} \right)$$

Es decir:

$$\left(\frac{\text{Inventario de gases inflamables}}{3000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos inflamables}}{1400 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de líquidos combustibles}}{2000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{Inventario de sólidos combustibles}}{15000 \text{ kilogramos}} \right)$$

(Fuente: NOM-002-STPS-2010)

Donde:

Inventario 1, inventario 2, inventario 3 e inventario 4, es el inventario máximo que se haya registrado en el transcurso de un año de los materiales, sustancias o productos que se almacenen, procesen y manejen en el centro de trabajo, o en las áreas que lo integran, para cada uno de los conceptos que resulten aplicables de la Tabla A.1 del presente Apéndice.

Cantidad 1, cantidad 2, cantidad 3 y cantidad 4, es la establecida para cada uno de los conceptos que resulten aplicables al centro de trabajo, o las áreas que lo integran, de la Tabla A.1 del presente Apéndice.



Resultados y clasificación.

- Si el resultado de la sumatoria es menor a UNO, al centro de trabajo, o al área que lo integra, le corresponderá por concepto del inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio ordinario.
- Si el resultado de la sumatoria es igual o mayor a UNO, al centro de trabajo o al área que lo integra, le corresponderá por concepto de inventario de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y/o sólidos combustibles, el riesgo de incendio alto.

A.1.4 Se clasificarán con riesgo de incendio:

a) Ordinario: Los centros de trabajo con superficie construida menor de tres mil metros cuadrados y que obtengan un resultado menor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).

b) Alto: Los centros de trabajo con superficie construida igual o mayor de tres mil metros cuadrados, así como los centros de trabajo con cualquier superficie construida y/o que obtengan un resultado igual o mayor a UNO, con motivo de la aplicación de la fórmula a que se refiere el numeral A.1.3, inciso e).

A.1.5 Las áreas de paso, esparcimiento y estacionamiento del centro de trabajo que, de manera excepcional, se utilicen temporalmente, por no más de siete días, para realizar actividades de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles, no estarán sujetas a la clasificación del riesgo de incendio; sin embargo, en ellas se deberá contar, al menos, con equipo contra incendio portátil o móvil, de acuerdo con el tipo de fuego que se pueda presentar.



A.1.6 Cuando se modifiquen los inventarios máximos que se hayan registrado en el transcurso de un año, de los materiales, sustancias o productos, se deberá efectuar una nueva determinación del riesgo de incendio.

En conclusión y con base a lo descrito en la NOM-002-STPS-2010, en su apéndice A, el riesgo de este inmueble se clasifica como “Ordinario”.

Por ultimo y de acuerdo con se consultan las normas de la National Fire Protection Association, en su folleto número 13 “Norma para la instalación de Sistema de Rociadores”, en su apartado de Clasificación de Riesgo para diferentes inmuebles se resume en la siguiente tabla:

Tabla 40. de evaluación de riesgos de acuerdo con la NFPA.

	Bajo	Medio	Alto
Bajo	RL ORD I	RL ORD I	RL ORD I y II
Medio	RL ORD I	RL ORD I y II	RL ORD III
Alto	RL ORD II	RL ORD III	RL ORD III y EXTRAORDINARI

Para el riesgo ordinario I

Estacionamientos

Áreas de servicio de restaurantes

Panaderías

Embotelladoras

Enlatadoras

El riesgo ordinario grupo II corresponde a:

Molinos cerealeros

Plantas químicas (ordinarias)

Productos de confección

Destilerías

Tintorerías

Molinos forrajeros

Caballerizas

Fábricas de productos de cuero

Bibliotecas: cuartos con grandes pilas de libros



Talleres de maquinaria	Centros mercantiles
Trabajo de metales	Comercios
Molinos de papel y pulpa	Plantas procesadoras de papel
Muelles y embarcaderos	Oficinas de correo
Imprentas y talleres de artes gráficas	Talleres de reparación
Escenarios	Fábricas de productos textiles
Fábricas de neumáticos	Fábricas de productos a base de tabaco
Maquinado de maderas	Ensamble de productos madereros

5.2 Selección y determinación del número de extintores.

Con base al criterio de la NFPA 10 los extintores se colocarán de acuerdo con el riesgo que le sea asociado, para nuestro proyecto la zonas donde irán los extintores son para riesgos clase A, es decir: Para incendios de materiales combustibles ordinarios, como son; madera, tela, papel, hule y algunos plásticos.

Los extintores usados son de tipo agua, espuma y sustancia químicas de uso múltiple. En nuestro caso se usarán extintores de uso múltiple, debido a que hay zonas donde se encuentra equipo electrónico y papel.

De acuerdo con la siguiente tabla se seleccionará el tamaño y colocación de los extintores.



Tabla 41. Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A

(Fuente: NFPA 10)

Tabla 6.2.1.1 Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase A

Criterios	Ocupación de riesgo ligero	Ocupación de riesgo ordinario	Ocupación de riesgo extra
Mínimo potencial de extinción y clasificación	2-A	2-A	4-A
Área de piso máxima por unidad A	3000 pies ²	1500 pies ²	1000 pies ²
Área de piso máxima por extintor	11,250 pies ²	11,250 pies ²	11,250 pies ²
Distancia de recorrido máxima hasta el extintor	75 pies	75 pies	75 pies

Para unidades SI, 1 pie = 0.305 m; 1 pie² = 0.0929 m².

Nota: Para acceder a las explicaciones sobre áreas de piso máximas, ver E.3.3.

Se seleccionan los criterios de ocupación de riesgo ordinario, colocando extintores para áreas de 1500 pies² y a distancias de 75 pies, esto como complemento a la red de hidrantes que se propone a continuación.

5.3 Determinación del número de hidrantes.

Para la determinación del número de hidrantes es importante saber su colocación, puesto que el sistema contra incendios que se está proponiendo para el proyecto es mixto, es decir, se usan hidrantes y rociadores.

El tipo de servicio que se propone para los hidrantes es el de Clase II, debido a que este suministrara un medio adecuado a los ocupantes del edificio, ya sean hombre o mujeres, de controlar incendios incipientes mientras llegan los bomberos. Se utiliza manguera de 40 mm (1 ½”). Para nuestro proyecto con base a cada una de las plantas, se ubicarán hidrantes que a continuación se muestra:

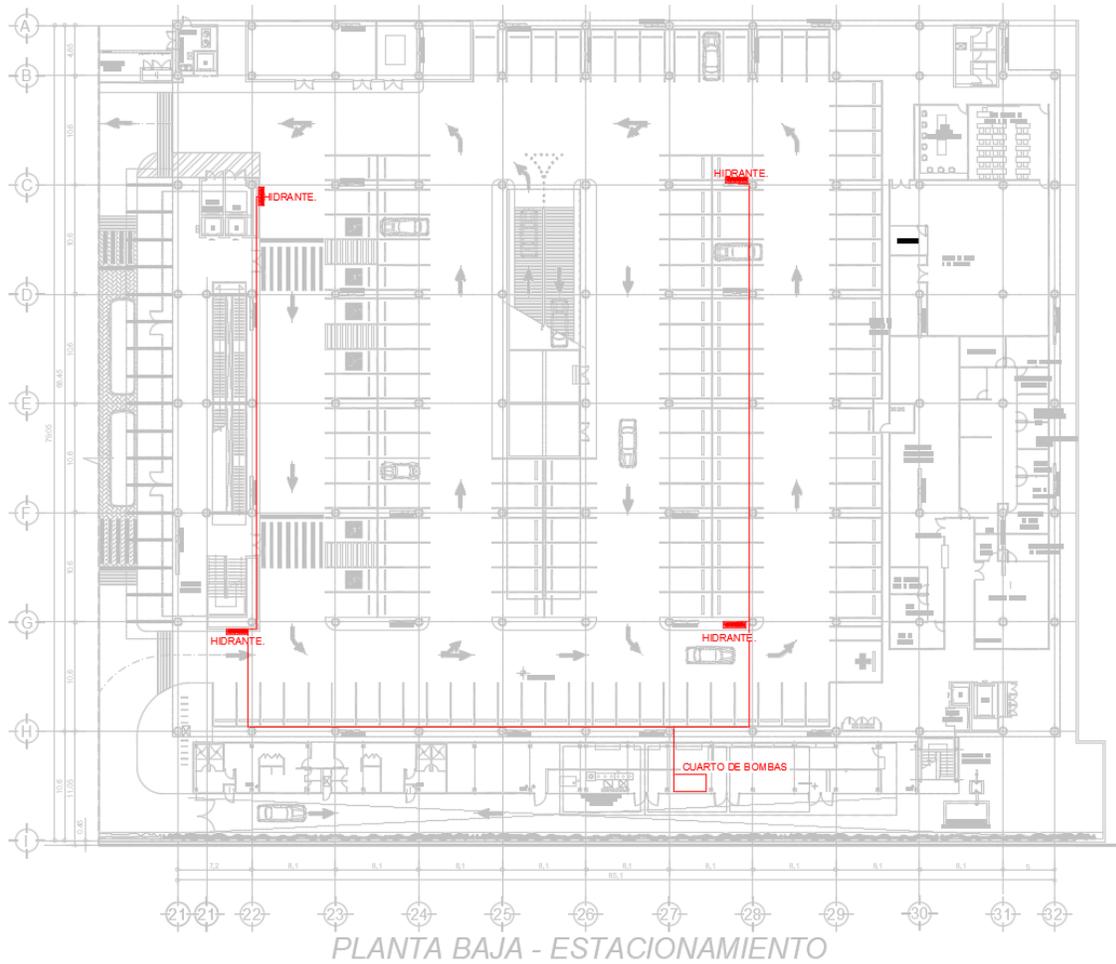


Fig. 14 Red de hidrantes de la planta baja.



Fig. 15 Red de hidrantes de la planta piso 1.

Los hidrantes de acuerdo con la NFPA 14, en su inciso 7.10.2.1 Tasa de flujo mínima, y a su vez en el subíndice 7.10.2.1.1 nos indica que “la tasa de flujo mínima requerida para sistemas de Clase II, deberá ser de 100 gpm (379 l/min)”.

5.4 Diseño de la red contra incendio.

Para el diseño de la red contra incendio se utilizará tubería de acero cedula 40, puesto que es una tubería que aguanta altas presiones, es inoxidable, tiene uniformidad en su interior y tiene una vida útil muy larga.



5.4.1 Calculo del gasto de diseño

Para el cálculo de diseño del gasto se considera que 4 hidrantes están trabajando simultáneamente, lo que cubriría lo de un piso, o que en dos pisos a la vez trabajaran 2 hidrantes simultáneamente, además de estar usando los hidrantes que en este caso se tienen dos, se tienen lo siguiente:

$$\text{Hidrantes} = 100 \text{ gpm} * 4 \text{ hidrantes} = 400 \text{ gpm}$$

Lo que nos da un gasto total de 400 gpm.

5.4.2 Cálculo de los diámetros de la tubería de la red contra incendios.

Para la obtención de los diámetros de tuberías, se utilizará los límites permisibles por pérdidas de fricción, para las tuberías de succión se permite un 5% y para las tuberías de descarga de un 5% a 10%.

Para obtener lo dicho anteriormente se utilizarán las tablas realizadas por el Instituto de Hidráulica de los Estados Unidos de América.

La línea alimentadora (Riser) por ella fluye un gasto de 400 gpm. Después se divide en dos líneas que cada una lleva un gasto de 200 gpm, para que al último cada alimentación de los hidrantes llega a 100 gpm.

Con base en estos datos se procede a la utilización de las tablas para encontrar el diámetro adecuado de cada una de las líneas.

Para el riser se tiene que conduce un gasto grande, por lo cual es una tubería de dimensiones grandes, con base a las tablas se tiene lo siguiente:



Tabla 42. Tubería de diámetro de 6”, condiciones de velocidades y perdidas.

(Fuente: Hydraulic Institute de los Estados Unidos de América)

6” 6.065” Diám. Interior							
U.S. G.P.M.	Vel. v Pies/s	Carga vel. $v^2/2g$ pies	Pérdidas por fricción h_f pies	U.S. G.P.M.	Vel. v Pies/s	Carga vel. $v^2/2g$ pies	Pérdidas por fricción h_f pies
200	2.22	0.08	0.30	800	8.88	1.23	4.03
220	2.44	0.09	0.357	850	9.43	1.39	4.50
240	2.66	0.11	0.419	900	9.99	1.55	5.05
260	2.89	0.13	0.487	950	10.55	1.73	5.61
280	3.11	0.15	0.56	1000	11.10	1.92	6.17
300	3.33	0.17	0.637	1100	12.20	2.32	7.41
350	3.89	0.24	0.851	1200	13.30	2.76	8.76
400	4.44	0.31	1.09	1300	14.40	3.24	10.2
450	5.00	0.39	1.36	1400	15.50	3.76	11.8
500	5.55	0.48	1.66	1500	16.70	4.31	13.5
600	6.66	0.69	2.34	1600	17.80	4.91	15.4
650	7.21	0.81	2.72	1700	18.90	5.54	17.3
700	7.77	0.94	3.13	1800	20.00	6.21	19.4
750	8.32	1.08	3.59	1900	21.10	6.92	21.6
				2000	22.20	7.67	23.8

La tubería adecuada para el raiser sería una de 6” de diámetro.

Para las tuberías feeds main.

Tabla 43. Tubería de diámetro de 4”, condiciones de velocidades y perdidas.

(Fuente: Hydraulic Institute de los Estados Unidos de América)

4” 4.026” Diám. interior			
U.S. G.P.M.	Vel. v Pies/s	Carga vel. $v^2/2g$ pies	Pérdidas por fricción h_f pies
90	2.27	0.08	0.52
100	2.52	0.10	0.62
120	3.02	0.14	0.88
140	3.53	0.19	1.17
160	4.03	0.25	1.49
180	4.54	0.32	1.86
200	5.04	0.40	2.27
220	5.54	0.48	2.72
240	6.05	0.57	3.21
260	6.55	0.67	3.74
280	7.06	0.77	4.30
300	7.56	0.89	4.89
350	8.82	1.21	6.55
400	11.0	1.58	8.47
450	11.4	2.00	10.65
500	12.6	2.47	13.0
550	13.9	3.00	15.7
600	15.1	3.55	18.6
700	17.6	4.84	25.0
800	20.2	6.32	32.4
900	22.7	8.00	40.8
1000	25.2	9.87	50.2

Por esta razón se utilizarán tuberías de 4” pulgadas.

Tabla 44. Tubería de diámetro de 3”, condiciones de velocidades y perdidas.

(Fuente: Hydraulic Institute de los Estados Unidos de América)

3” 3.068” Diám. Interior							
U.S. G.P.M.	Vel. v Pies/s	Carga vel. $v^2/2g$ pies	Pérdidas por fricción h_f pies	U.S. G.P.M	Vel. v Pies/s	Carga vel. $v^2/2g$ pies	Pérdidas por fricción h_f pies
50	2.17	0.07	0.66	220	9.55	1.42	10.7
60	2.60	0.11	0.92	240	10.4	1.69	12.6
70	3.04	0.14	1.22	260	11.3	1.98	14.7
80	3.47	0.19	1.57	280	12.2	2.29	16.9
90	3.91	0.24	1.96	300	13.0	2.63	19.2
100	4.34	0.29	2.39	350	15.2	3.58	26.1
120	5.21	0.42	3.37	400	17.4	4.68	33.9
140	6.08	0.57	4.51	500	21.7	7.32	52.5
160	6.94	0.75	5.81	550	23.8	8.85	63.2
180	7.81	0.95	7.28	600	26.0	10.5	71.8
200	8.68	1.17	8.90	700	30.4	14.3	101.0

Por esta razón se utilizarán tuberías de 3” pulgadas.

5.4.3 Cálculo de la carga dinámica total.

Se procede al cálculo de la CDT con la siguiente formula.

$$CDT = H_z + H_v + H_{pr} + H_{ph} + H_r + h_f + h_m$$

Donde:

- H_z carga de posición en ft
- H_v carga de velocidad en ft
- H_{pr} carga de operación del hidrante en ft
- H_{ph} carga de operación del rociador en ft
- H_r carga residual en ft
- h_f pérdida de carga debido a la fricción en ft
- h_m pérdida de carga debido a accesorios en ft



Se procede a calcular cada una de estas variables.

$$H_z = \text{altura de la succión} + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

$$H_z = 6.40 \text{ m} + 25 \text{ m} = 31.40 \text{ m} = 103.02 \text{ ft}$$

Para la carga de velocidad se obtiene a partir de las tablas de selección de diámetro:

$$H_v = 0.31 + 2.74 + 0.29 = 3.34 \text{ m} = 10.96 \text{ ft}$$

Carga de operación del hidrante

Para definir esta carga se utiliza los datos de los fabricantes, la operación del chiflón de neblina de un hidrante va desde los 2.0 kg/cm² a los 2.7 kg/cm², se propone utilizar la más alta 2.7 kg/cm².

$$H_{ph} = 2.7 \text{ kg/cm}^2 = 27 \text{ mca} = 88.58 \text{ ft}$$

Carga residual.

Asimismo, la carga residual en una manguera de 1 1/2 pulgadas de diámetro y 30 metros de longitud fabricada en nylon va de 10 m hasta 15 m (1.0 kg/cm² a 1.5 kg/cm²) que son datos que proporcionan los fabricantes.

Se propone una carga residual de 10.50 m (1.05 kg/cm²):

$$H_r = 10.50 \text{ m} = 34.45 \text{ ft}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción en tuberías (h_f) y accesorios (h_m).



Tabla 45. Cálculo de las pérdidas por fricción en tuberías (hf) y accesorios (hm).

Tramo	Piezas Especiales		Longitud equivalente		Q max lps	Diametro interior mm	C H-W	Longitud Equivalente		Longitud real		Virtual		hf+hm
	Descripción	Cantidad	Por pieza	Tramo				L m	Diam mm	L m	Diam mm	cantidad	Diam mm	
Succión bomba	Pichancha 6"	1	NA											
	Valvula de retencion 6"	1	20.74											
	Codo 90° 6"	1	4.88	25.62	25.23	152	130	25.62	152	6.5	152	32.12	152	0.443
Bomba - Raiser	Valvula de retencion 6"	1	NA											
	Codo 90° 6"	1	4.88											
	T con Reduccion 6"	1	4.88	9.76	25.23	152	130	9.76	152	5.39	153	15.15	153	0.209
Feed main	Codo 90° 4°	9	5.18											
	T P/R 4"	3	16.16											
	Reduccion 4"	1	7.93	13.11	12.62	102	130	13.11	102	183.7	102	196.79	102	5.248
Cross mains	T P/R 3"	1	2.44											
	Codo 90° 3°	1	2.44	4.88	6.308	76	130	4.88	76	3.5	76	8.38	76	0.259
													Total	5.900

De manera que las perdidas por fricción y piezas especiales son de: 5.90 m = 19.36ft

La CDT es:

$$CDT = 103.02 + 3.34 + 88.58 + 34.45 + 19.36$$

$$CDT = 248.75ft$$

5.4.4 Determinación de la potencia de la bomba.

Potencia del sistema de bombeo

$$POT = \frac{(\gamma * Q * H)}{76 * n}$$

Donde:

POT Potencia del sistema de bombeo



- Y Densidad del agua
- Q gasto de diseño
- H carga dinámica total
- N eficiencia de la bomba

$$POT = \frac{(1000 \frac{kg}{m^3} * 0.030307 \frac{m^3}{s} * 75.82m)}{76 * 0.70} = 596.44 hp$$

$$POT = 43.19 hp$$

5.4.5 Selección de la bomba.

Con base a los criterios de la NFPA 20 se deben de tener en cuenta dos puntos de operación, el primero el que se adecua a los parámetros que necesitamos y el segundo punto a una reducción de estos.

El primer punto es el siguiente:

$$H1 = 248.75 ft$$

$$Q1 = 400 gpm$$

El segundo punto de acuerdo con los criterios de la NFPA 20 las bombas deberán proporcionar no menos de 150% de capacidad nominal del gasto de diseño y a no menos de 65% por ciento de la carga dinámica total de diseño.

$$H2 = 0.65 * 248.75 = 159.74 ft$$

$$Q2 = 1.5 * 400 = 600 gpm$$



A continuación, estos dos puntos se trazan en la siguiente grafica.

Section **410** Page **404**
Date **May 2013**

Supersedes Section 410 Page 404
Dated March 2007

2-1/2 x 3 x 10B
SERIES 410

ENCLOSED IMPELLER

SIZE : 2-1/2x3x10B TYPE : 410 IMPELLER : Enclosed R. P. M. : 3550

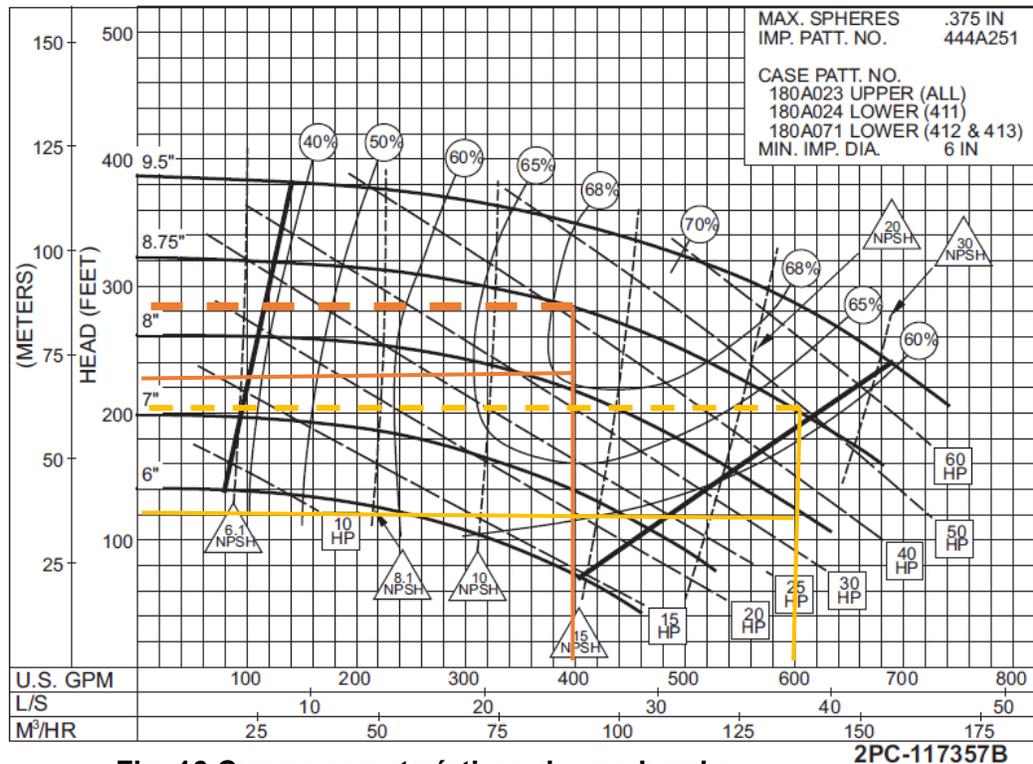


Fig. 16 Curvas características de una bomba

Con base a la gráfica si escogiéramos la bomba con un rotor de 8” cumplimos con el primer punto de operación que nos marca la NFPA 20, sin embargo, para el segundo punto de operación ya no cumplimos con la carga requerida. De tal forma que se escoge la bomba con un rotor más grande de 8.75” el cual para un gasto de 400 gpm nos entregará una carga de 280 ft en el primer punto de operación y para el segundo punto de operación para un gasto de 600 gpm, nos dará una carga de 200 ft, superando está a la solicitada por la norma.

La Bomba seleccionada es de la marca Impeller serie 410, Velocidad 3550 rpm, rotor de 8.75”, Eficiencia de 68%, 50 hp.



5.4.6 Selección de la bomba de Diesel

Con base a los criterios de la NFPA 20, para este tipo de bombas se tiene que aplicar una corrección a la potencia de la bomba, se debe de aplicar una reducción del 3% de la potencia de la bomba por cada 1000 pies (304.8m) de altitud sobre los 300 pies.

Aunado a lo anterior se tiene que realizar una reducción del 1% de la potencia de la bomba debido a la temperatura, por cada 10° F (5.6°C) por encima de 77° F (25°C) de la temperatura ambiente.

En cuanto a la elevación del lugar este se encuentra en la cota 2280 msnm, se aplicará una corrección del 3%.

El proyecto se encuentra en la Ciudad de México y con base a las estaciones climatológicas de la CONAGUA se obtiene la información de la temperatura.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: DISTRITO FEDERAL PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00009025 HACIENDA LA PATERA LATITUD: 19°30'46" N. LONGITUD: 099°09'30" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	21.4	22.8	24.5	25.8	26.3	24.2	22.8	23.0	22.6	22.7	22.2	21.8	23.3
MAXIMA MENSUAL	23.9	25.4	27.3	30.1	30.4	27.9	25.6	25.8	26.1	26.6	25.4	24.5	
AÑO DE MAXIMA	1987	1988	1985	1984	1983	1983	1988	1987	1987	1988	1988	1988	
MAXIMA DIARIA	29.0	30.0	31.0	33.0	35.0	32.0	29.0	30.5	29.5	30.0	29.0	29.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	19/1982	18/1988	27/1984	21/1983	02/1983	03/1982	16/1987	08/1988	15/1987	22/1988	12/1982	23/1982	
AÑOS CON DATOS	11	12	12	12	11	11	10	10	10	10	11	11	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	13.0	14.2	15.7	17.2	18.3	17.3	16.5	16.6	16.3	15.5	14.1	13.5	15.7
AÑOS CON DATOS	11	12	12	12	11	11	10	10	10	10	11	11	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	4.6	5.6	6.9	8.6	10.3	10.4	10.3	10.2	9.9	8.3	6.0	5.2	8.0
MINIMA MENSUAL	0.3	1.0	1.1	0.8	2.0	0.9	0.8	0.6	1.0	0.0	0.1	0.0	
AÑO DE MINIMA	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	
MINIMA DIARIA	-3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	
FECHA MINIMA DIARIA	20/1981	09/1989	06/1987	07/1990	01/1996	21/1996	01/1996	16/1996	05/1996	31/1986	10/1994	31/1983	
AÑOS CON DATOS	11	12	12	12	11	11	10	10	10	10	11	11	

La temperatura media anual es de 18.3°C y la máxima anual es de 26.3°C.



Corrección por altitud

$$m.s.n.m = 2280 = 7480.32 \text{ ft}$$

$$CA = \frac{7480.32 - 300}{1000} \times 0.03 = 0.2154$$

Corrección por temperatura

$$T_{amb} = 26.3^\circ \text{ c} = 79.34^\circ \text{ f}$$

$$CA = \frac{79.34 - 77}{10} \times 0.01 = 0.00234$$

Por consiguiente:

$$PRS = PN (1-CA)(1-CT)$$

$$PRS = 67 (1-0.2154) (1-0.00234) = 52.45 \text{ HP}$$

Con base a las tablas de las bombas diésel de la marca CLARKE se escoge el modelo JU4H-UF20, para nuestra bomba diésel.

5.4.7 Selección de la bomba jockey.

Para asegurar la correcta presión del sistema evitando que opere la bomba principal para reparar fugas considerablemente pequeñas, se selecciona una bomba jockey o bomba piloto.

De acuerdo con la NFPA 20 se tiene que las bombas de mantenimiento de presión deberán contar con capacidades nominales no menores a las de cualquier tasa normal de fugas.

Por lo que se considerará el 5 % del total del gasto de la bomba principal, es decir:

El gasto de la bomba principal es:

$$Q = 500 \text{ gpm}$$

Por lo que, el 5% de 600 gpm es de: 30 gpm.



5.4.8 Capacidad final de la cisterna.

Con base al código 14 de la NFPA, en su capítulo 9 “Suministro de agua”, apartado 9.2 Suministro mínimo para sistemas de Clase I, Clase II y Clase III. El sistema de agua mínima debe tener la capacidad de proveer la demanda del sistema, durante al menos 30 minutos.

Como se mencionó en el subcapítulo 2.2 Dimensionamiento de la Cisterna, se tiene lo siguiente:

Tabla. 46. Dimensionamiento de la cisterna.

PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA		
PROPUESTA DE DIMENSION LATERAL (RAIZ CUBICA)	4.82	m
LARGO	5	m
ANCHO	5	m
PROFUNDIDAD	5	m
COLCHON DE AIRE	0.3	m
VOL	125	m ³
VOL	132.5	m ³

En este dimensionamiento solo se tiene los requerimientos de agua por parte de los usuarios, pero no del sistema contra incendios. El volumen que se requiere para el sistema contra incendio con base al código 14 de la NFPA es el siguiente:

Se tiene que el gasto que circulara por la red es de 400 gpm = 30.3073 l/s, el sistema debe de funcionar por al menos 30min (1800 s), de tal forma que:

$$30.3073 \text{ l/s} * 1800 \text{ s} = 54,553.14 \text{ litros} = 54.55 \text{ m}^3$$

Sumado a los 111.75 m³ que necesitamos para el suministro de agua a los usuarios, nos da un volumen total de 166.3 m³. Se requiere de una cisterna de 5.50 de ancho x 5.50 de largo y 6.00 de profundidad.



6. CONCLUSIONES.

- ✚ Para la realización de este proyecto, no se consideró el cruce con algún otro tipo de instalación (por ejemplo, eléctricas), ya que para esto se necesita conocer el proyecto completo y trabajar en conjunto con cada una de las ingenierías del proyecto.
- ✚ Es importante recalcar, que cada proyecto es único y diferente, es responsabilidad del proyectista aplicar los criterios correctos y adecuados en cada situación.
- ✚ Como la mayoría de los proyectos son dinámicos y siempre están en constante cambios, es responsabilidad del proyectista y del equipo de trabajo estar revisando constantemente que se cumpla con los diseños realizados y en caso de cambios realizar de nuevo los cálculos pertinentes para el correcto funcionamiento de las instalaciones.
- ✚ También es de suma importancia recalcar que el proyectista se debe de estar preparando continuamente, puesto que los avances de la tecnología en los materiales está cambiando continuamente, siempre se deberá de buscar lo que mejor se adecue a cada proyecto.

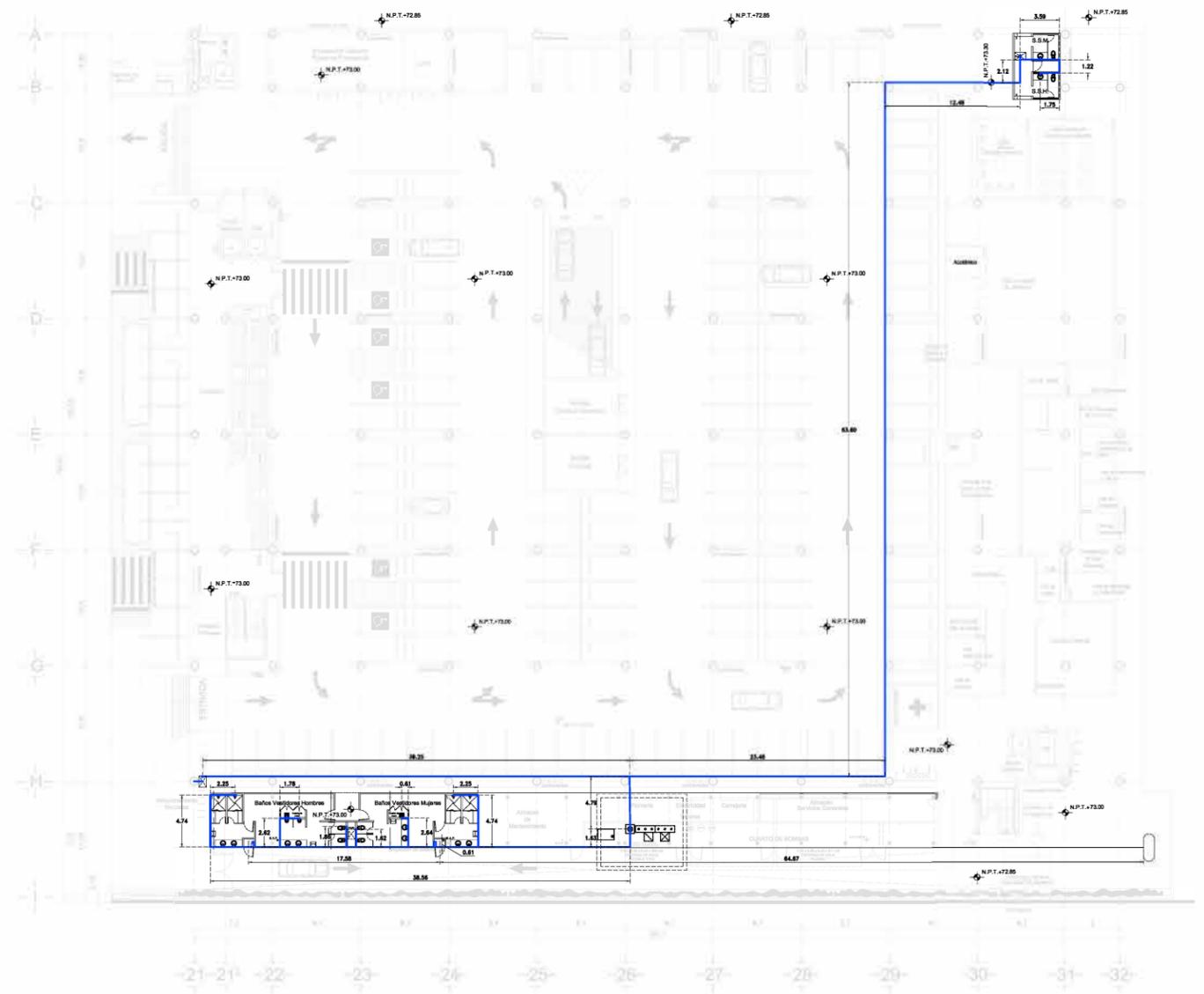


REFERENCIAS

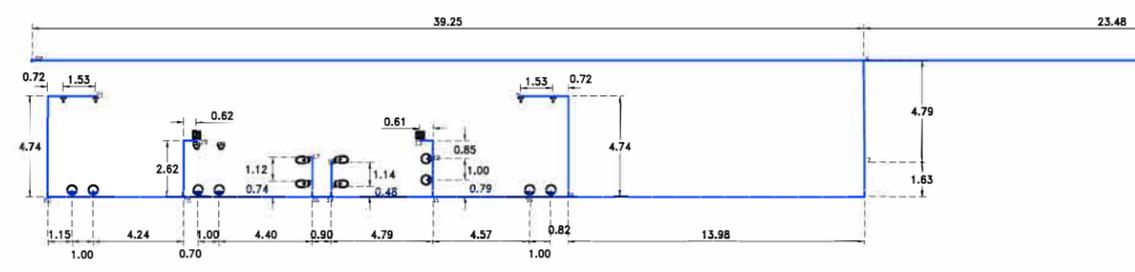
- ✚ Instalaciones sanitarias para edificios Volumen 1: Condiciones necesarias de la instalación para el suministro de agua, Enrique César Valdez, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- ✚ Instalaciones sanitarias para edificios Volumen 2: Instalación para el suministro de agua fría, Enrique César Valdez, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- ✚ Instalaciones sanitarias para edificios Volumen 3: Ingeniería del manejo y disposición de aguas residuales y pluviales de edificios, Enrique César Valdez, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- ✚ Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico.
- ✚ NOM-002-STPS-2010, condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- ✚ NFPA 10: norma para extintores portátiles contra incendios.
- ✚ NFPA 14: norma para la instalación de tubería vertical y de mangueras.
- ✚ NFPA 20: norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.
- ✚ NOM-004-SEDG-2004, instalaciones de aprovechamiento de gas L.P. Diseño y construcción.
- ✚ Norma oficial mexicana nom-002-secre-2003, instalaciones de aprovechamiento de gas natural.
- ✚ Reglamento de construcciones para el distrito federal.



ANEXO A



PLANTA BAJA - ESTACIONAMIENTO



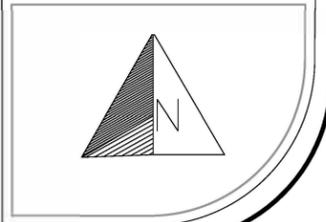
DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

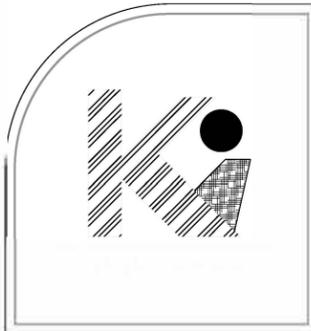
PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:
A-01





DATOS:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Programa de Especialización en Ingeniería

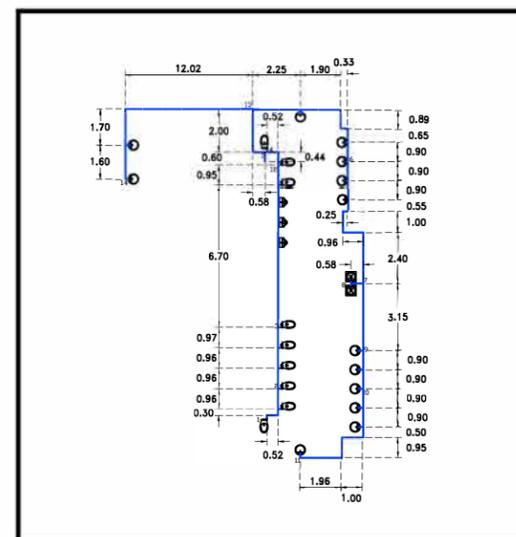
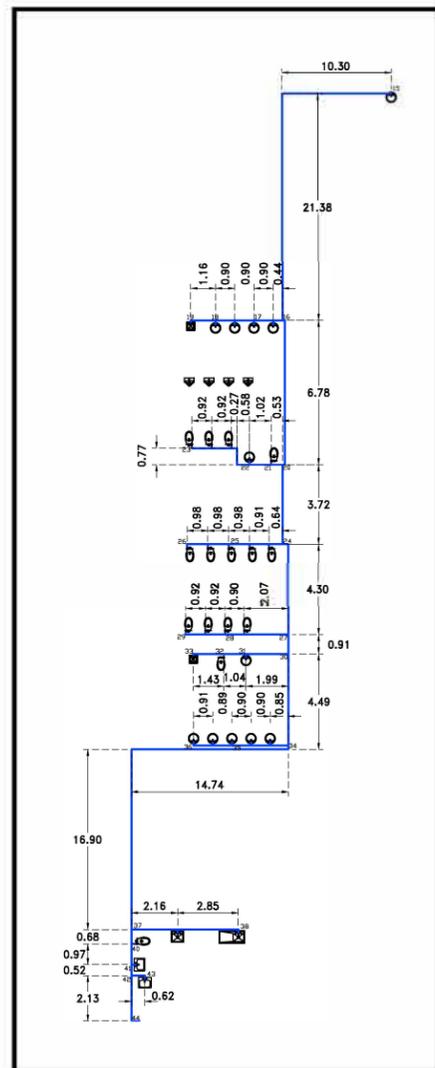
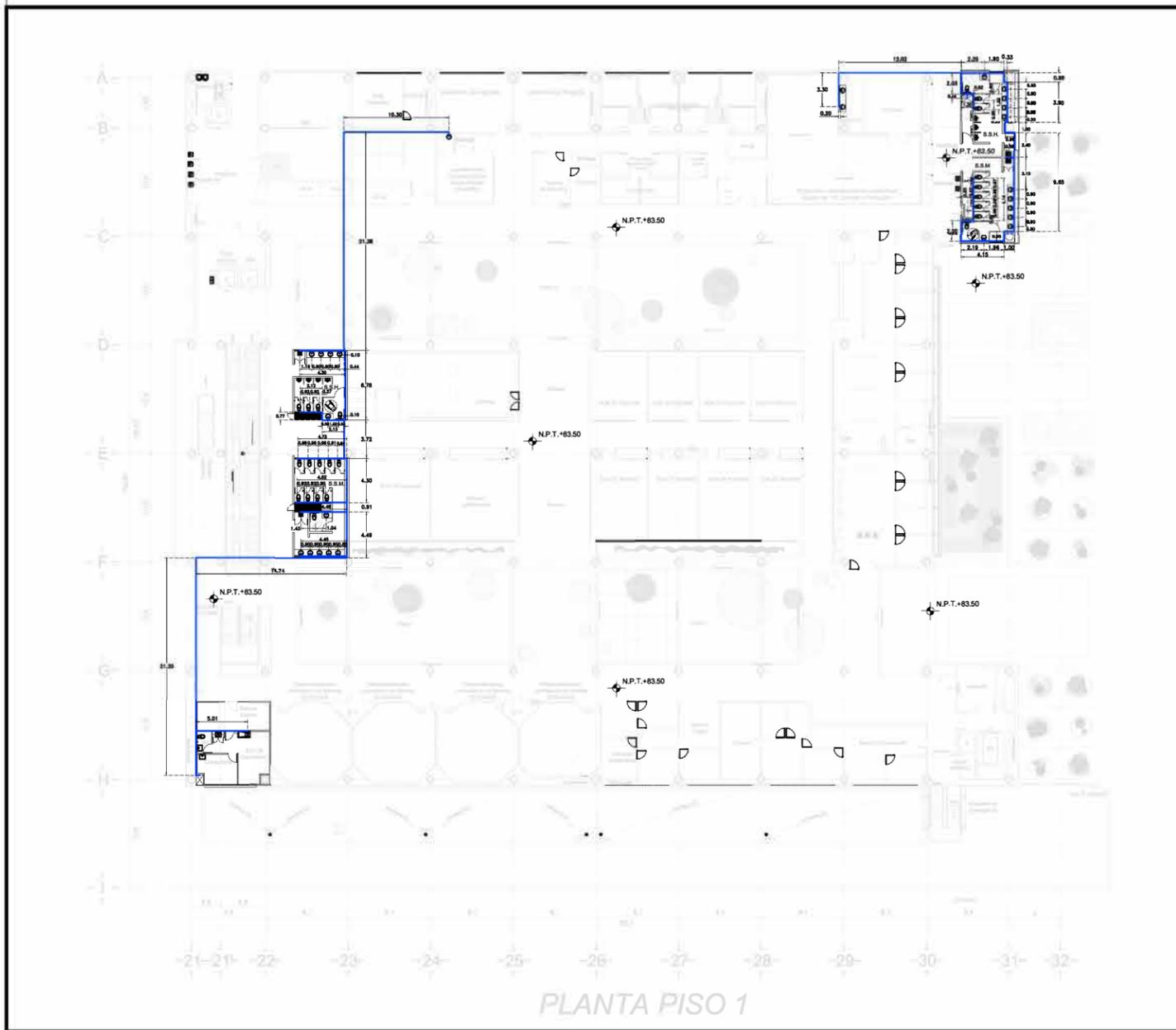
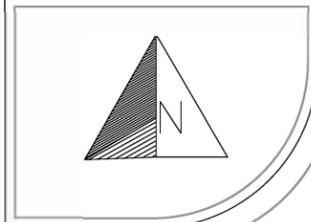
PROYECTO:
CENTRO EDUCATIVO
INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

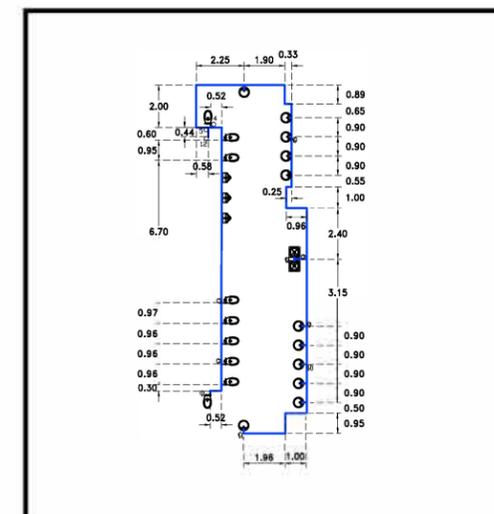
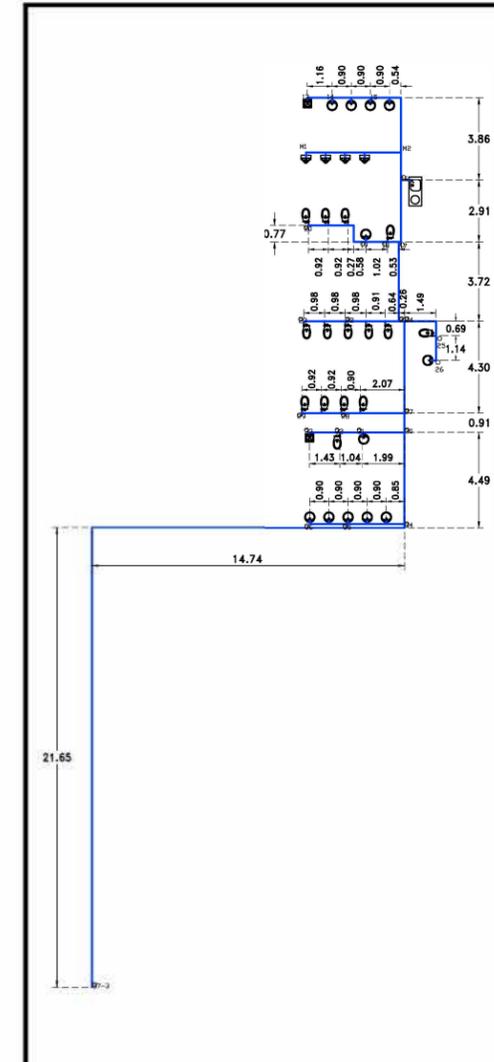
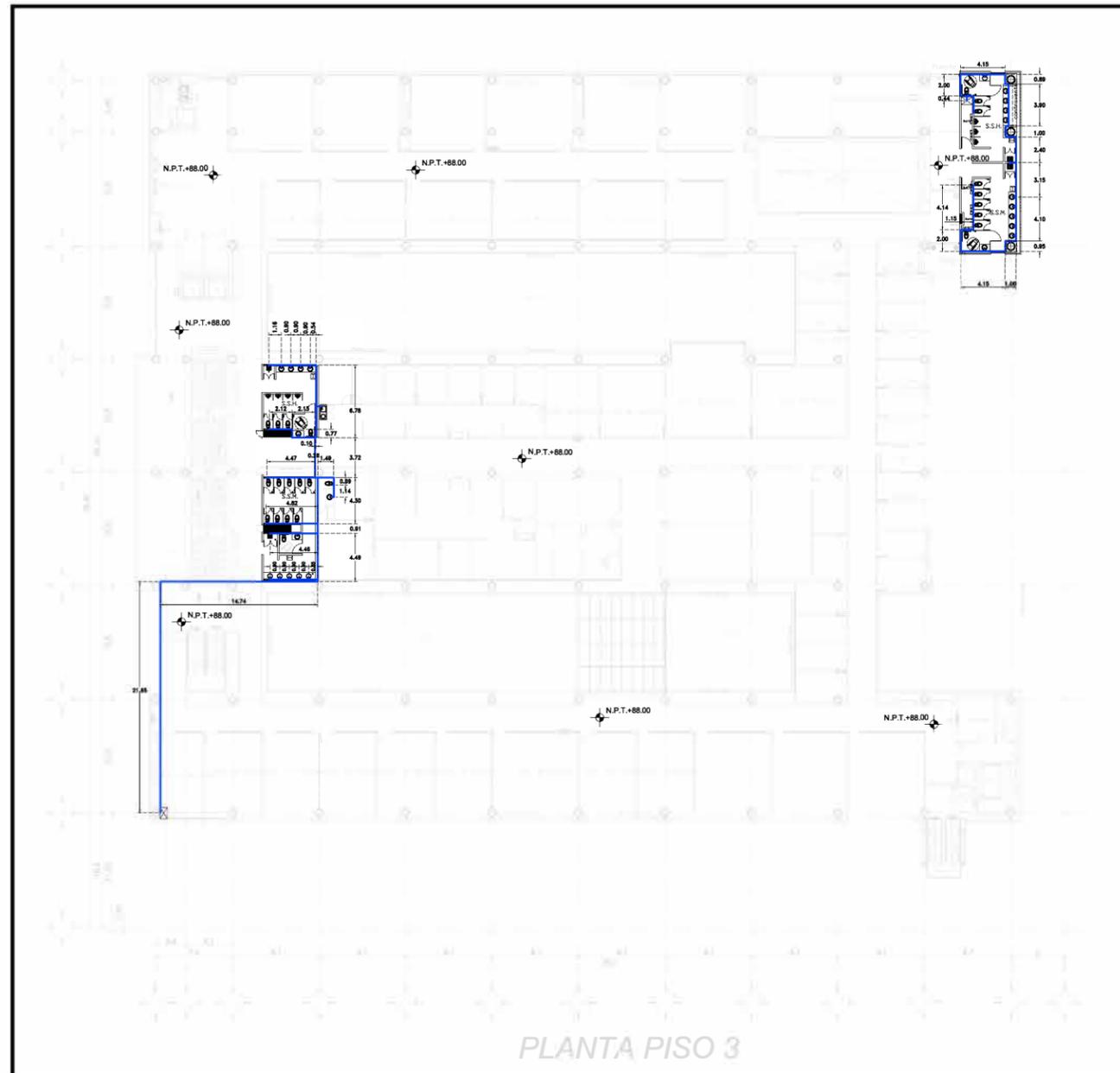
NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-02





DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

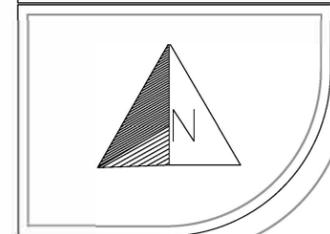
PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

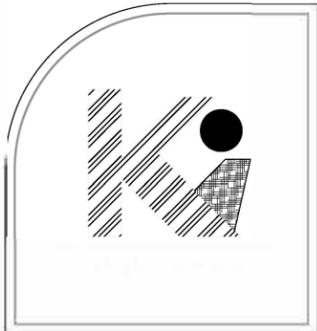
NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-04





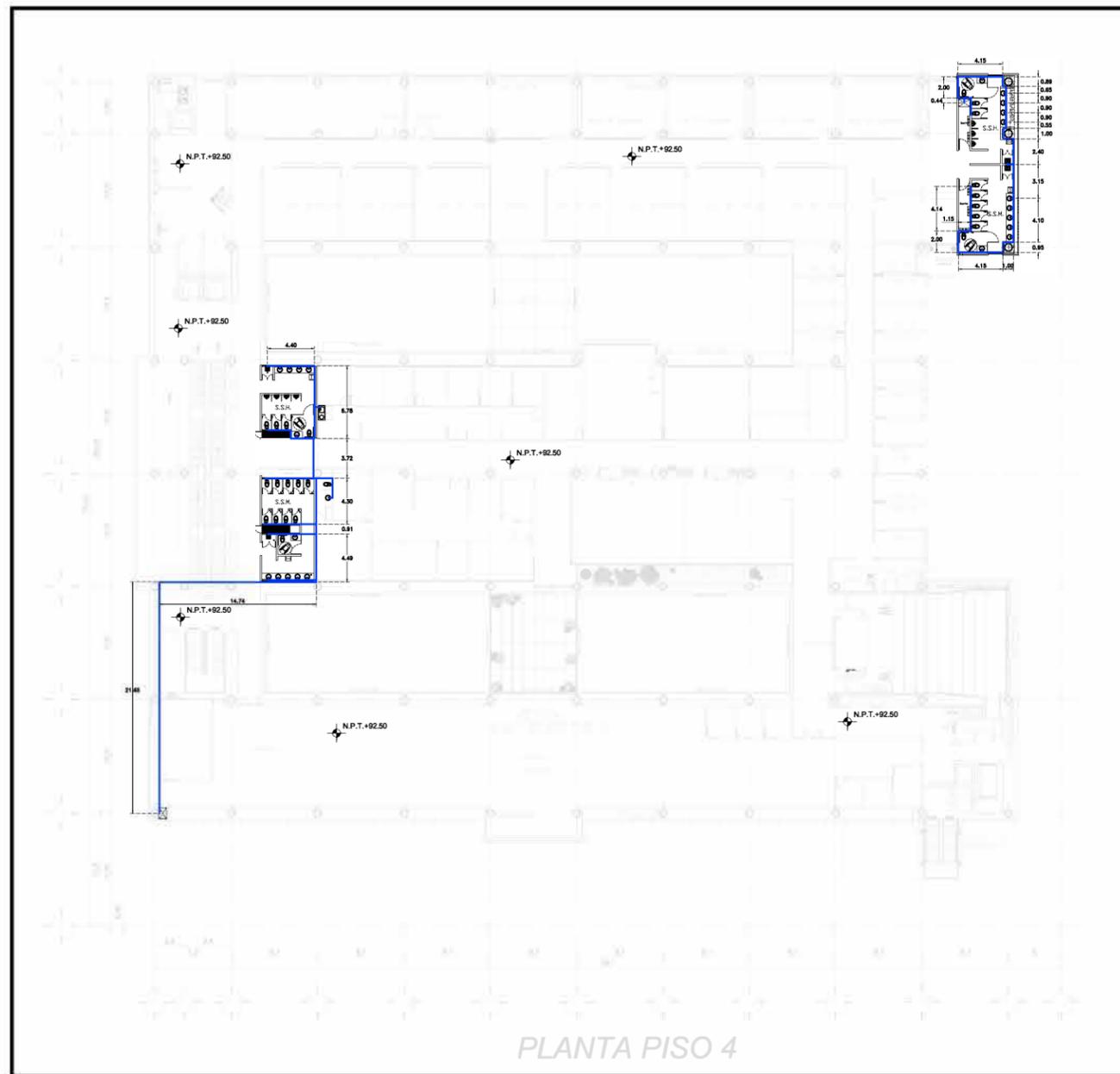
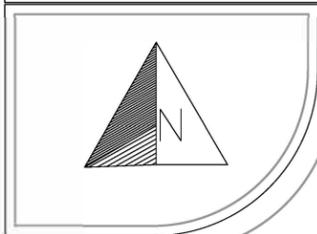
DATOS:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Programa de Especialización en Ingeniería

PROYECTO:
CENTRO EDUCATIVO
INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

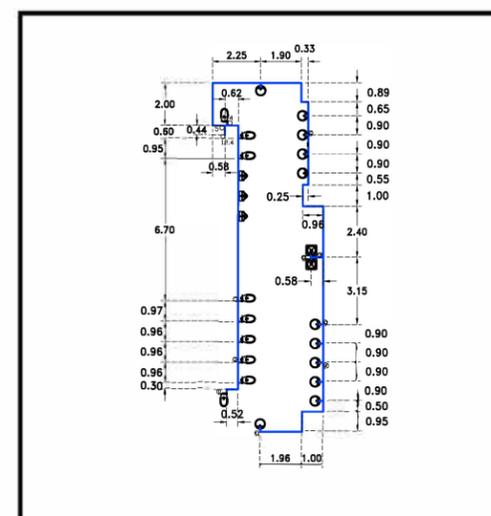
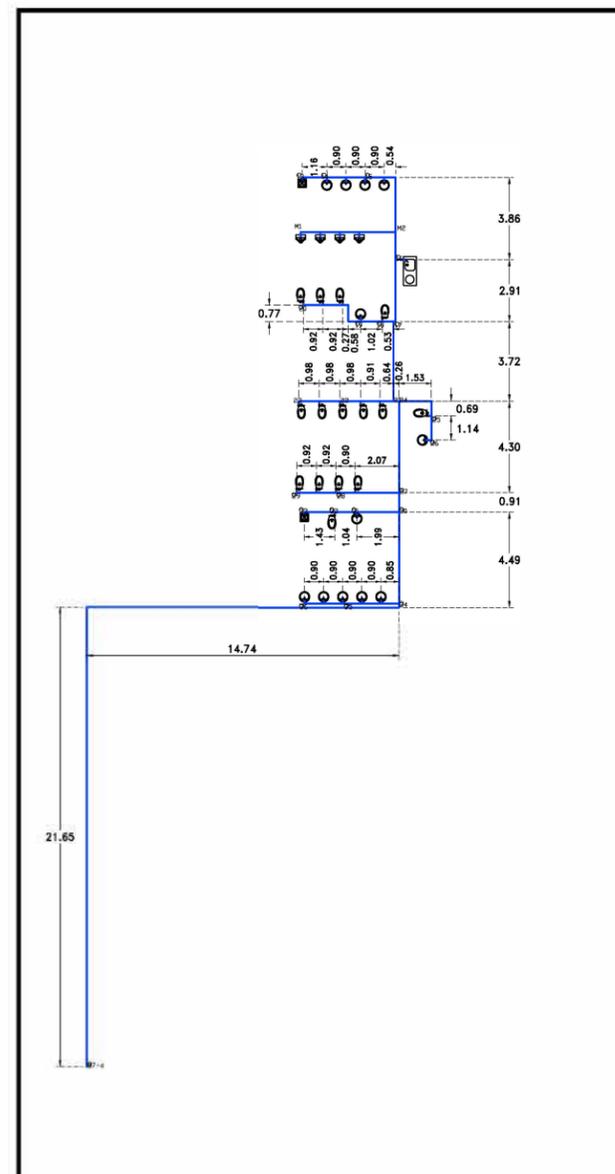
NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:
A-05



PLANTA PISO 4





DATOS:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Programa de Especialización en Ingeniería

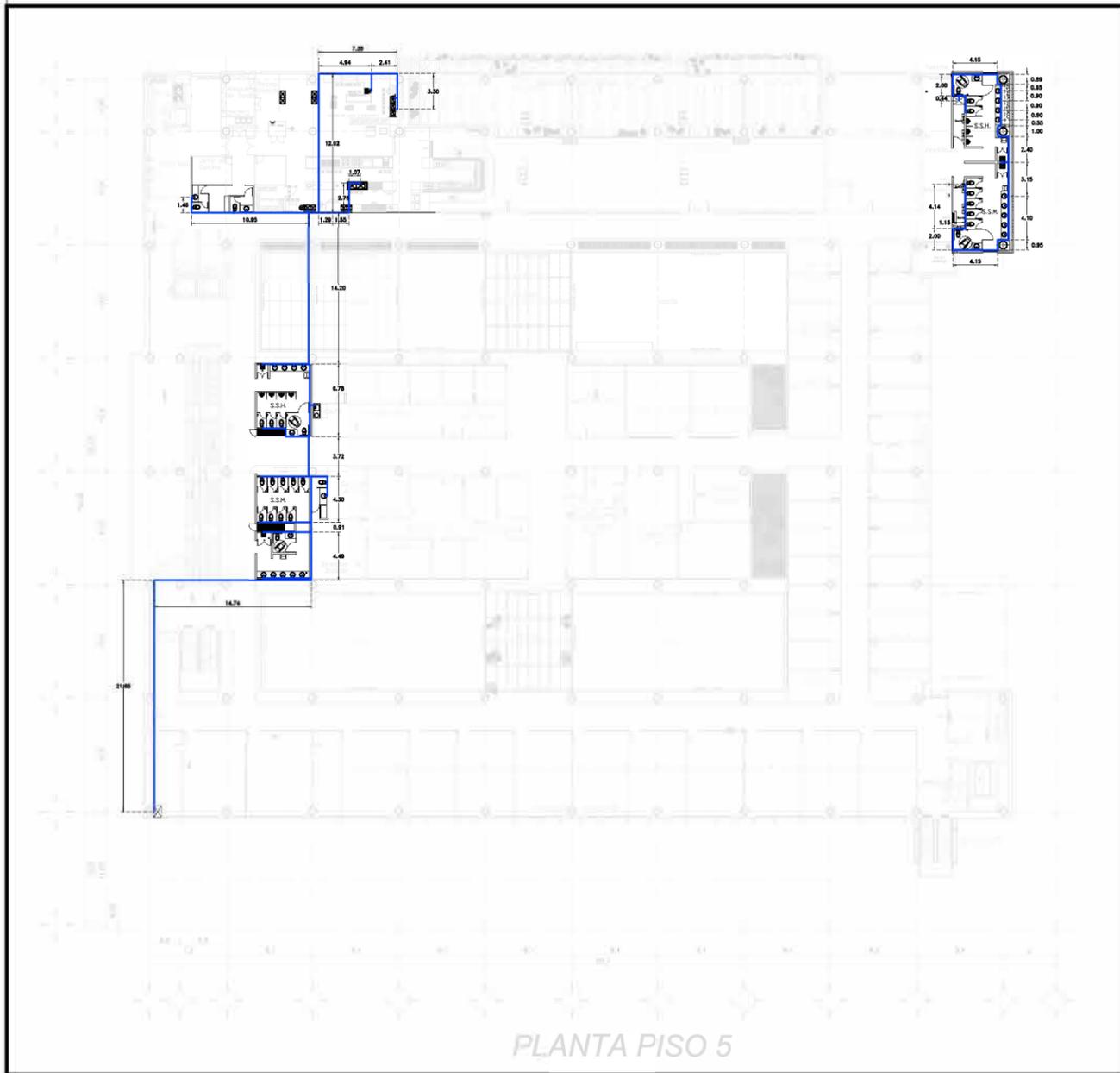
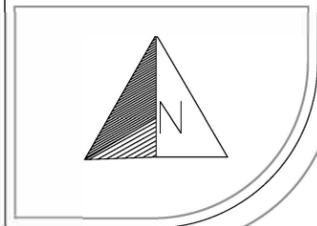
PROYECTO:
CENTRO EDUCATIVO
INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

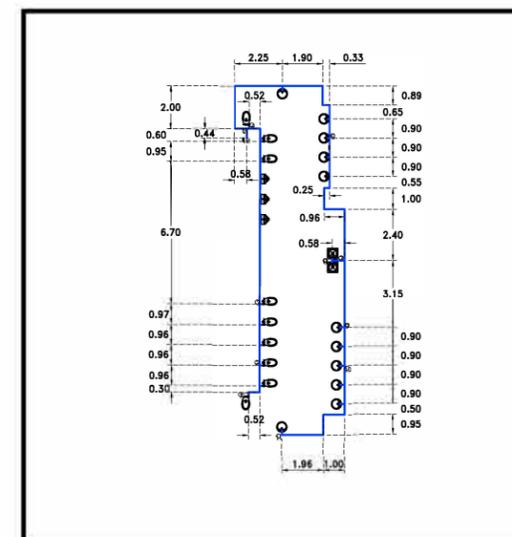
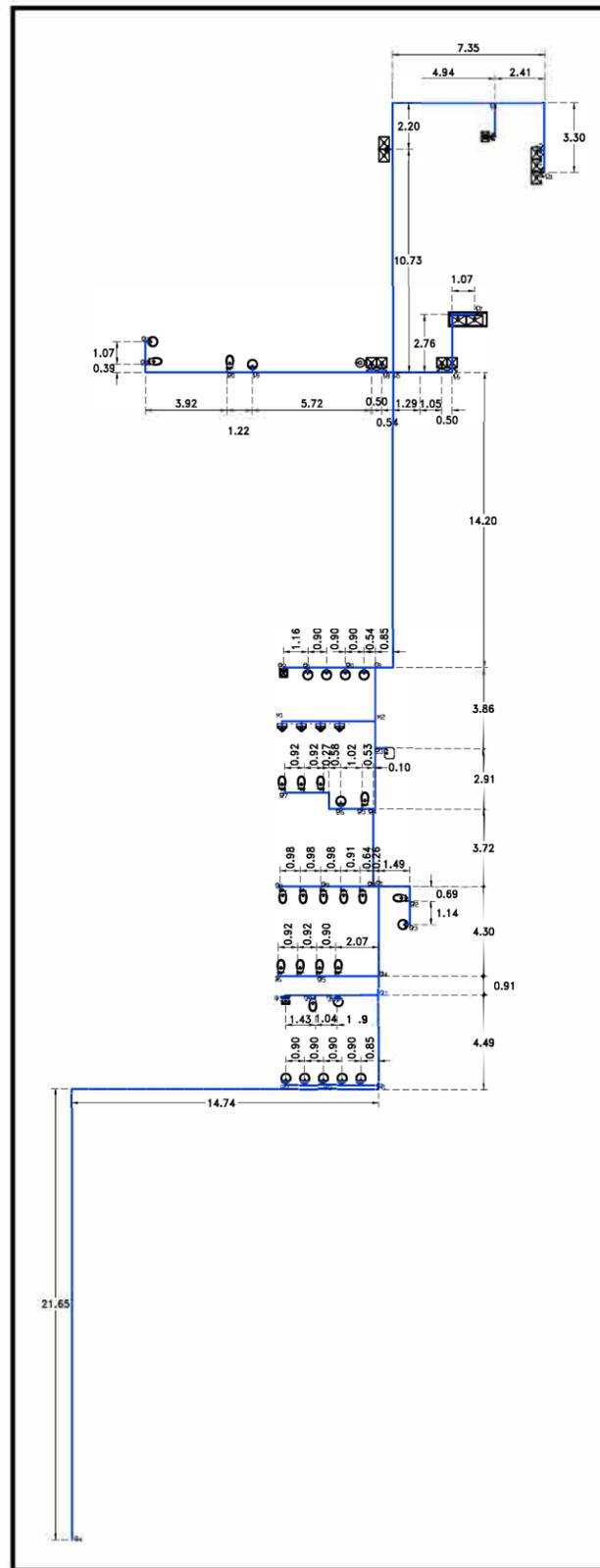
SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-06



PLANTA PISO 5





DATOS:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Programa de Especialización en Ingeniería

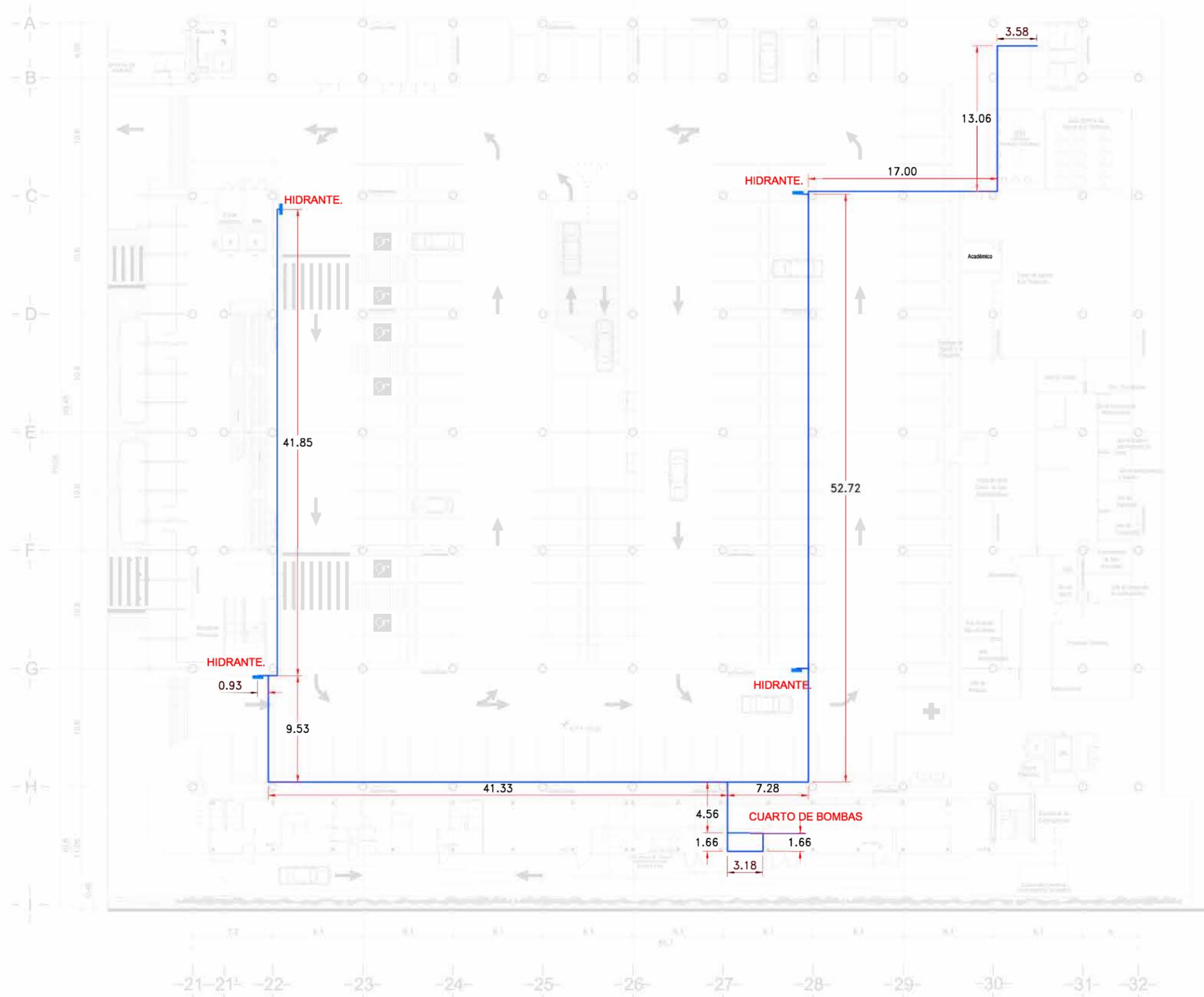
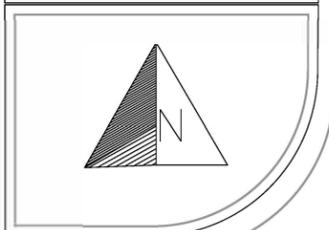
PROYECTO:
CENTRO EDUCATIVO
INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

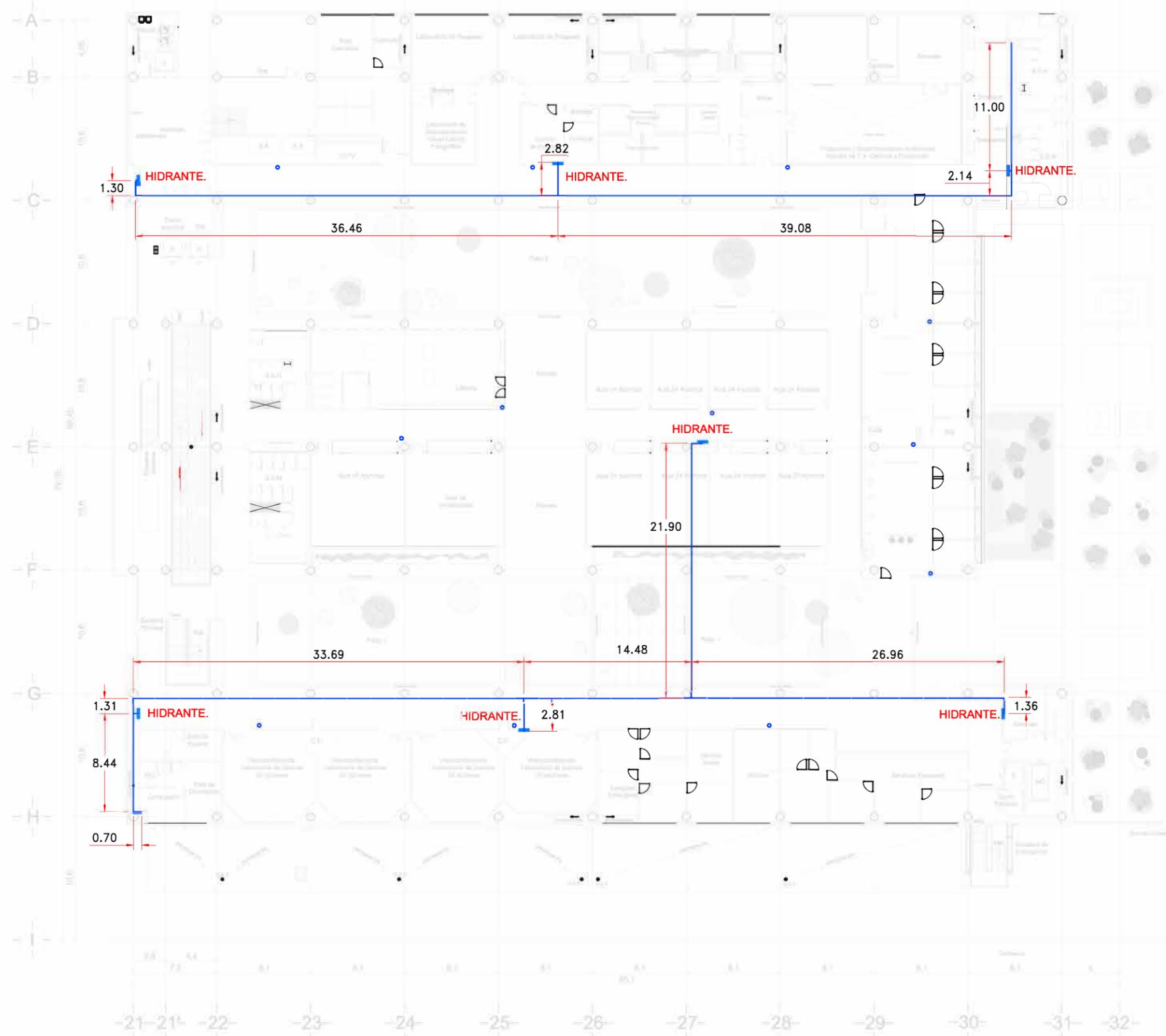
SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-01



PLANTA BAJA - ESTACIONAMIENTO



PLANTA PISO 1



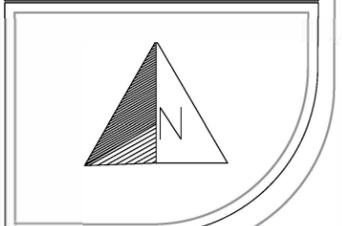
DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

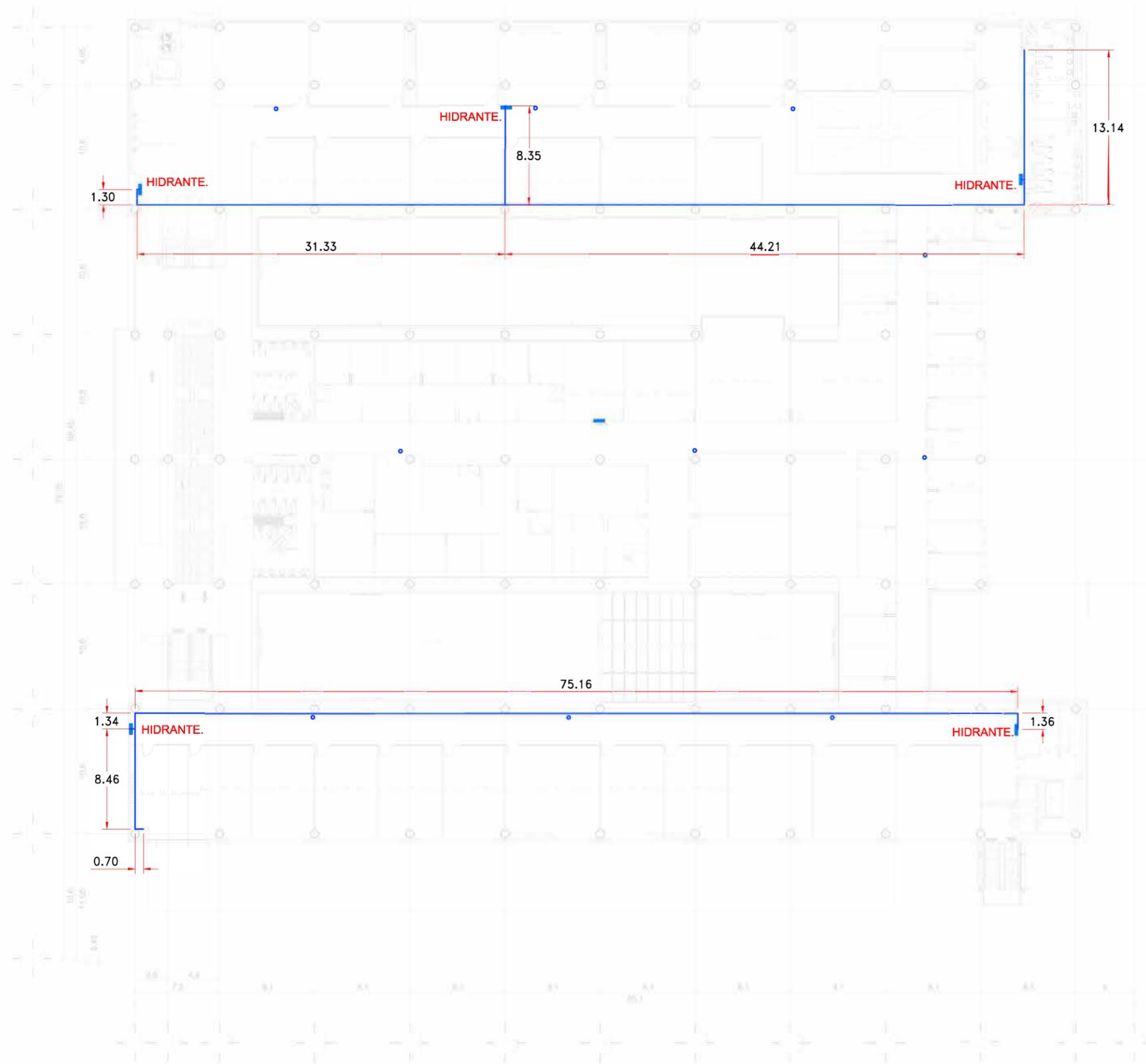
PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

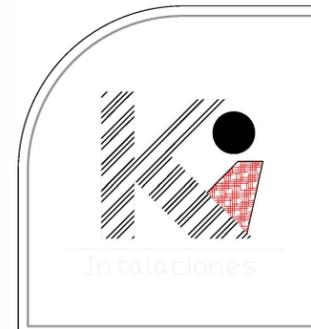
SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:
A-02





PLANTA PISO 2



DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

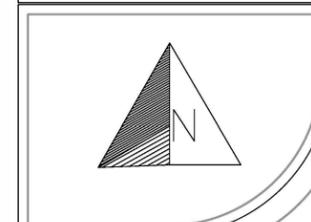
PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-03





DATOS:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Programa de Especialización en Ingeniería

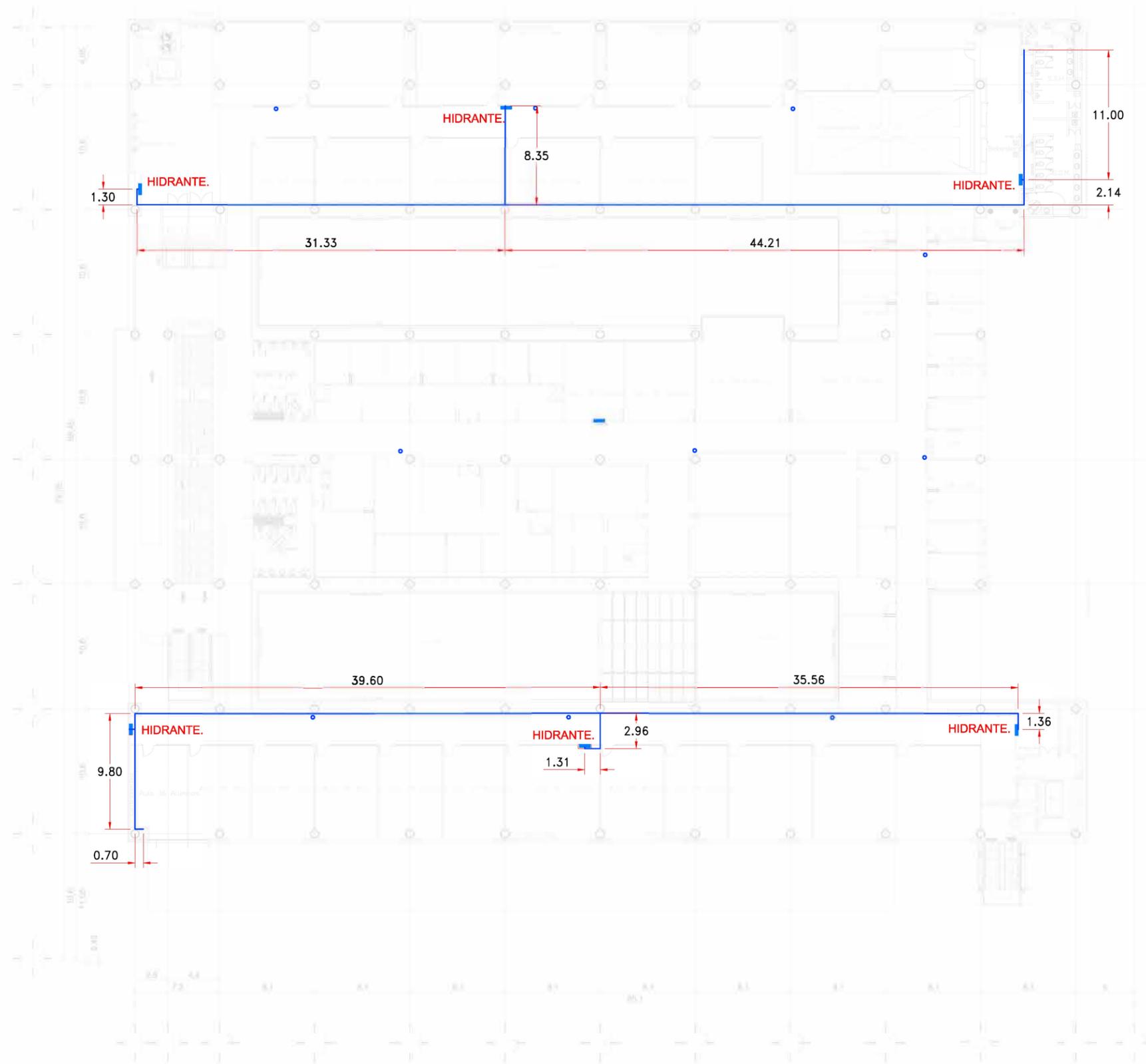
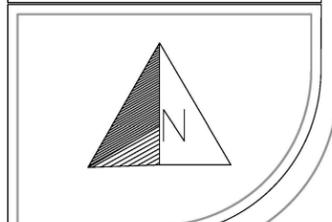
PROYECTO:
CENTRO EDUCATIVO
INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS
(TEXTO)

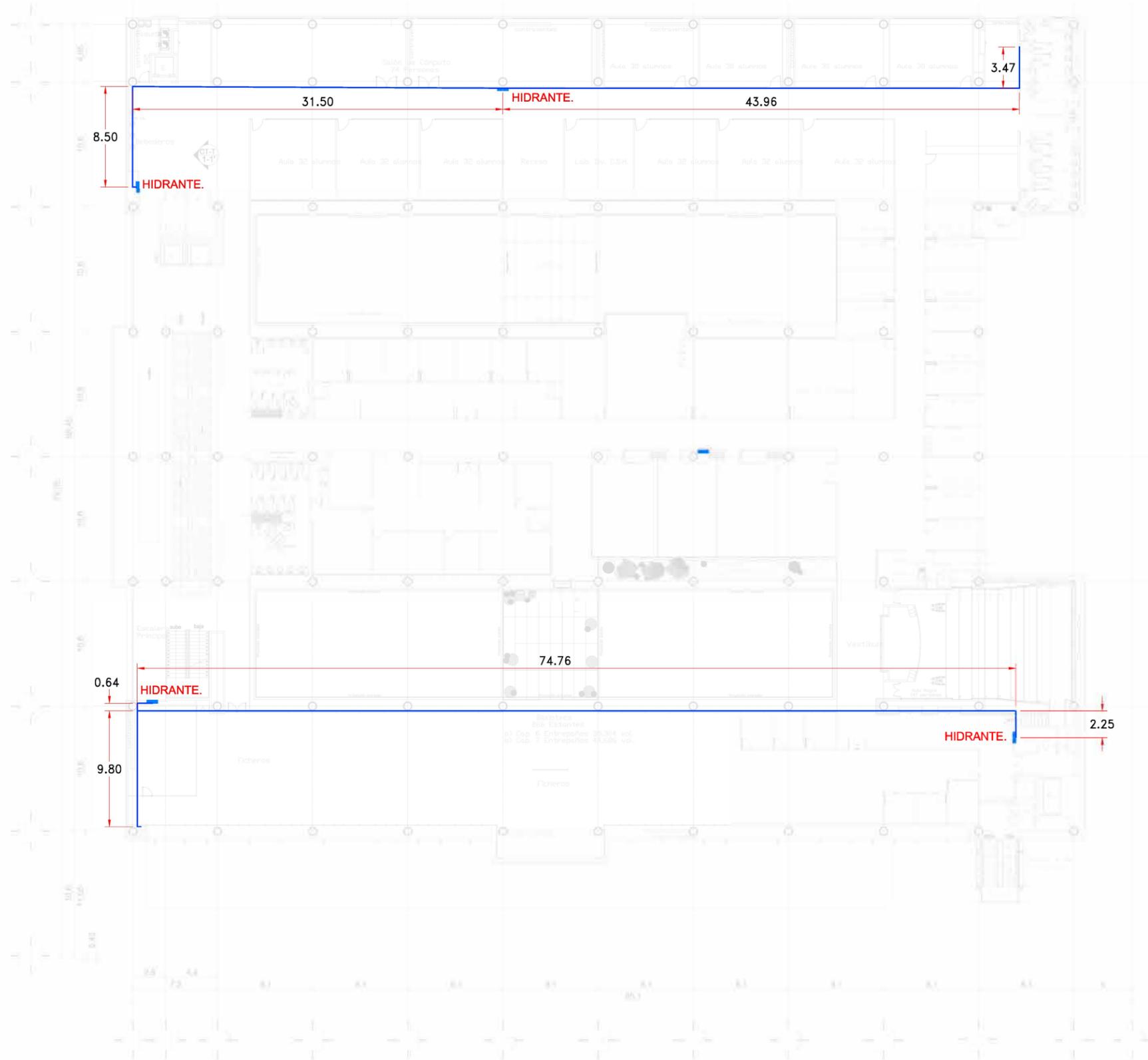
SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:

A-04



PLANTA PISO 3



PLANTA PISO 4



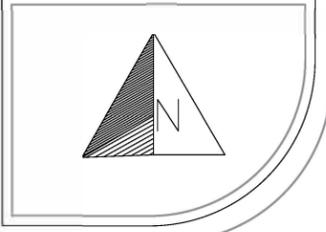
DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

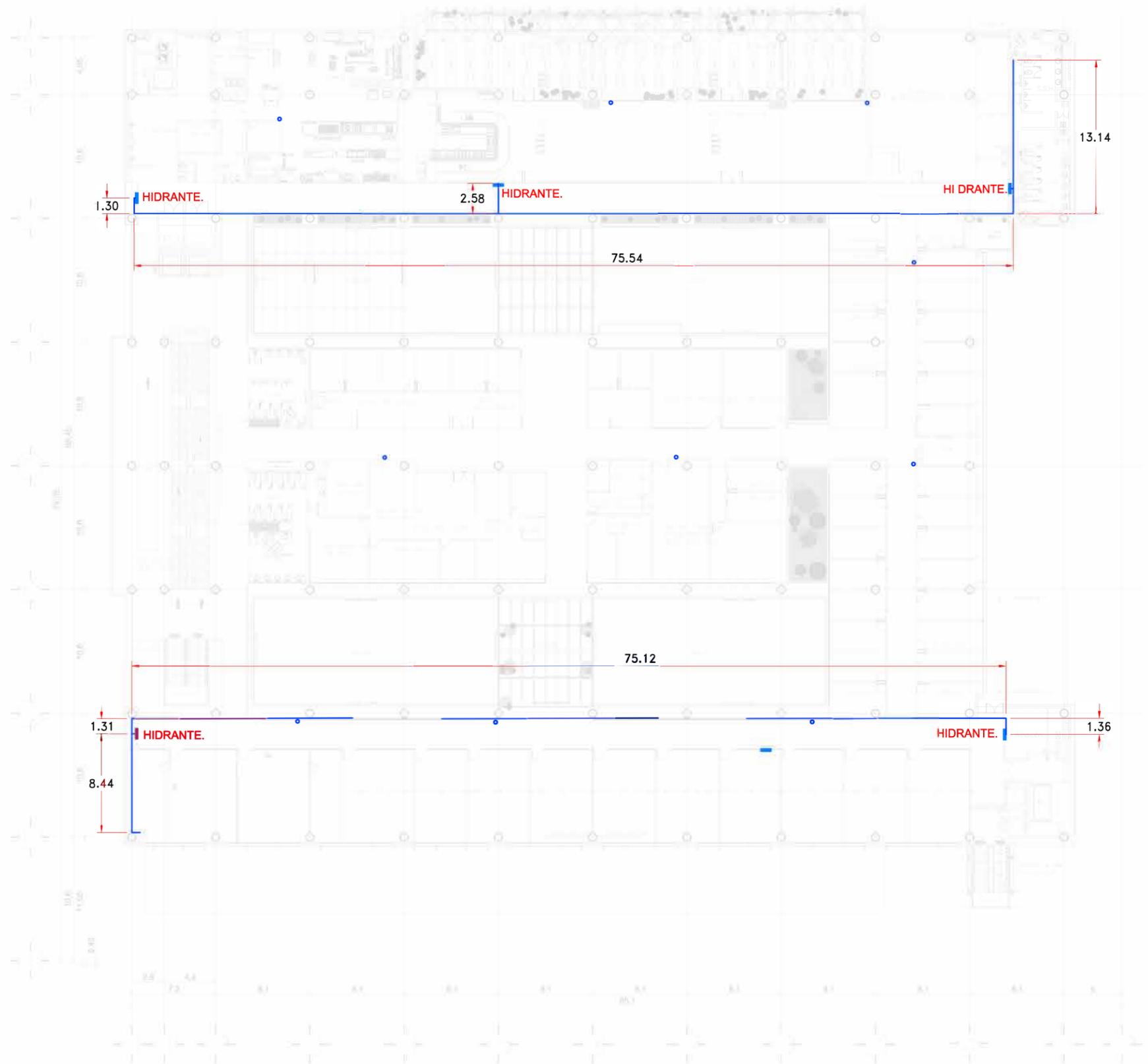
PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:
A-05





PLANTA PISO 5



DATOS:
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Ingeniería
 Programa de Especialización en Ingeniería

PROYECTO:
 CENTRO EDUCATIVO
 INTALACIÓN AGUA FRÍA
DIRECCIÓN:

NOTAS

SIMBOLOGÍA

NÚMERO DE PLANO:
A-06

