

INFORME

LEVANTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LAS REDES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y REDES CONTRA INCENDIO DEL EDIFICIO QUÍMICO NACIONAL

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 12 ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA Y EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO



Calle 44 No 45-67. **UNIDAD CAMILO TORRES** 2° piso Oficina 203
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 10260
Correo electrónico: convensgc_fabog@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Suramérica

PLINCO S.A.
Elaboró

Desde 23/12/2015 Hasta 03/12/2015
Período del Informe

Diciembre 03 de 2015
Fecha presentación

GRUPO G Y B INGENIEROS S.A.S.
Interventor

Leonardo Álvarez Yepes
Director Convenio

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. OBJETIVO GENERAL	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3. ALCANCE	7
3.1. LEVANTAMIENTO.....	7
3.2. DIAGNÓSTICO	7
3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8
4. NORMATIVIDAD.....	8
5. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	8
6. SISTEMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	10
6.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL	10
6.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	12
6.2.1. ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	12
6.2.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	14
6.2.2.1. PRESIONES Y CAUDALES	16
6.2.3. APARATOS SANITARIOS.....	18
7. SISTEMA DE DESAGUES	20
7.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	20
7.1.1. DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES	20
7.1.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	21
7.1.3. DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS	22
7.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	23
7.2.1. DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES	23
7.2.2. VENTILACIONES.....	26
7.2.3. DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS	27
7.2.4. REDES EXTERIORES	31
8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	33
8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	33
8.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	33
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Edificio Químico Nacional	9
Imagen 2. Tanque almacenamiento alto	10
Imagen 3. Tanque alto desde el 3er. Piso del Edificio Químico	10
Imagen 4. Válvula de paso directo y válvula de retención en el by-pass del sistema.	11
Imagen 5. Válvula de sectorización tipo bola de la red en PVC presión en buen estado.....	14
Imagen 6. Válvula de sectorización tipo paso directo de la red en PVC presión... 14	
Imagen 7. Red exterior de suministro de agua potable en material PVC	14
Imagen 8. Llave de poceta acoplada a red de hierro galvanizado	15
Imagen 9. Válvula de corte de redes internas en buen estado	15
Imagen 10. Válvulas con sus respectivas cajas para manipulación, en buen estado.....	15
Imagen 11. Toma de presión en baño de primer piso.	17
Imagen 12. Toma de presión en laboratorios de tercer piso.	17
Imagen 13. Sanitario en buen estado.	18
Imagen 14. Lavamanos en buen estado.	18
Imagen 15. Redes de aguas residuales en buen estado por cárcamo.....	23
Imagen 16. Redes de aguas residuales en buen estado instaladas por ductos verticales.	23
Imagen 17. Conductos por cárcamos soportados adecuadamente.	23
Imagen 18. Tapones de inspección en excelente estado y debidamente localizados.	23
Imagen 19. Desagüe de poceta en PVC.	24
Imagen 20. Desagües de baños en PVC, en perfecto estado.....	24
Imagen 21. Válvula de aireación en terminación de bajante de aguas residuales.	26
Imagen 22. Válvula de aireación en terminación de bajante de aguas residuales industriales.....	26
Imagen 23. Válvula mini-vent en ramales horizontales.....	27
Imagen 24. Conducciones de aguas lluvias en PVC, en buen estado por cárcamo.	28

Imagen 25. Adaptador de inspección y limpieza en conducciones de aguas lluvias.....	28
Imagen 26. Tapón de inspección y limpieza en conducciones de aguas lluvias en buen estado.	28
Imagen 27. Tubería de aguas lluvias por ducto, en buen estado.	28
Imagen 28. Unión entre tuberías PVC y HF.....	30
Imagen 29. Humedad en cielo raso por unión entre PVC y HF.	30
Imagen 30. Tragante de desagüe en cubierta.....	30
Imagen 31. Acumulación de aguas lluvias en el perímetro del edificio.	31
Imagen 32. Caja de inspección exterior en buen estado.	32
Imagen 33. Pozo de inspección en excelente estado.	32
Imagen 34. Pozo de inspección y caja de toma de muestras en buen estado.....	32
Imagen 35. Caja de inspección de aguas residuales totalmente colmatada.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios, según NTC 1500.	18
Tabla 2. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de hombres.....	19
Tabla 3. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de mujeres.	19

1. INTRODUCCIÓN

A la luz del proceso de reforzamiento estructural del Edificio Químico Nacional, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá D.C., se hace pertinente el levantamiento y diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio, instalaciones mínimas y básicas para el desarrollo y operación del edificio. Dicho levantamiento y posterior diagnóstico son el objeto de éste informe.

El presente documento describe las características del sistema hidráulico y sanitario del proyecto, el estado de conservación, su funcionalidad, rendimientos, capacidad de tanques, sistema de captación existente, sistema de evacuación de aguas lluvias, y demás características de las redes que determinen el estado actual de las instalaciones mencionadas y su nivel de ajuste y cumplimiento con los reglamentos y normas técnicas vigentes aplicables a cada una de ellas, para así, formular las recomendaciones para ajustar o mejorar las mismas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento y diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, y redes contra incendio para el Edificio Químico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, para determinar si las redes existentes cumplen con los reglamentos y normas técnicas vigentes, y recomendar los ajustes y cambios necesarios.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Recopilar la información necesaria y disponible en el Servicio Geológico Colombiano concerniente a diseño arquitectónico, diseño estructural y diseño hidrosanitario.
- ✓ Realizar una inspección, prueba y levantamiento de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio existentes, con registro fotográfico.
- ✓ Determinar el estado actual de las instalaciones, tanques, equipos, válvulas y demás accesorios, su funcionalidad y rendimiento.
- ✓ Describir el sistema hidráulico, sanitario y de protección contra incendio, sus componentes y su eficiencia.
- ✓ Evaluar el estado de las instalaciones, uso y funcionamiento, mediante consultas a la dirección del edificio, y al personal de mantenimiento.
- ✓ Establecer el nivel de ajuste y cumplimiento de las redes existentes con la reglamentación y normatividad técnica vigente aplicables.
- ✓ Indicar las recomendaciones pertinentes para la mejora de las condiciones existentes encontradas, con el fin de cumplir los lineamientos de la normatividad vigente, que servirán como directriz para la elaboración de los diseños correspondientes, la adecuación y remodelación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3. ALCANCE

El alcance contempla el levantamiento a través de una inspección visual, diagnóstico, y conclusiones y recomendaciones, de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio existentes encontradas del Edificio Químico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, contemplando los tres aspectos fundamentales:

3.1. LEVANTAMIENTO

- ✓ Ubicación e inspección de las redes de suministro de agua potable desde la acometida hasta el tanque alto de almacenamiento y desde la salida del tanque elevado hasta los puntos de consumo en baños, cafetería, y laboratorios.
- ✓ Localización e inspección de las redes de desagües, desde las salidas sanitarias hasta cajas y pozos de inspección exteriores.
- ✓ Ubicación e inspección de las redes o sistemas de extinción contra incendio.
- ✓ Revisión de los volúmenes de almacenamiento requeridos de acuerdo a las necesidades del edificio y siguiendo las recomendaciones de las normas NTC 1500.
- ✓ Levantamiento de las redes existentes (suministro y desagües)
- ✓ Identificación de los puntos de consumo.

3.2. DIAGNÓSTICO

Previo reconocimiento del sistema hidráulico, sanitario y contra incendio existente, valorando cada uno de sus elementos, se dará un diagnóstico general, determinando su estado y funcionamiento.

Éste diagnóstico contendrá:

- ✓ Descripción de la información consultada.
- ✓ Descripción con registro fotográfico y valoración de los sistemas: hidráulico, sanitario y red contra incendio, a través de pruebas a la redes y

verificación de caudales, presiones y diámetros con respecto a la normatividad vigente.

- ✓ Relación de las especificaciones exigidas por la normatividad vigente.

3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Observaciones y recomendaciones para la mejora de las condiciones existentes encontradas.

4. NORMATIVIDAD

Son aplicables dentro del estudio las siguientes normas:

- ✓ NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería.
- ✓ RAS 2000: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- ✓ NSR-10: Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes. Títulos J y K.
- ✓ Documento consulta: Acuerdo 20 de 1995, Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá, capítulos D.3 y D.6.
- ✓ Resolución 2190 de 1991 Secretaría Distrital de Salud: Condiciones para transporte de agua en carro tanque, lavado y desinfección de tanques de almacenamiento domiciliario y empresas que realizan la actividad de lavado y desinfección de tanques domiciliarios.
- ✓ Decreto 1575 de 2007 Ministerio de la Protección Social: Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- ✓ Normas locales vigentes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

El Edificio Químico Nacional o también llamado Laboratorio Químico Nacional es una estructura construida en 1928 perteneciente actualmente al Servicio Geológico Colombiano (SGC), que tiene como función principal caracterizar materiales de origen geológico en los componentes químico, físico, petrográfico, metalúrgico, mineralógico y geotécnico que contribuya a la generación del conocimiento geocientífico de acuerdo a la presentación de la Dirección de Laboratorios del Servicio Geológico.

El edificio está construido a 45° con respecto al anillo vial de la universidad con una glorieta de acceso que se utiliza para estacionamientos. La construcción se desenvuelve a partir de tres brazos, articulados por ángulos ortogonales y conectados en sus extremos.

Cuenta con tres plantas y remata en cubierta a dos aguas. Sus instalaciones son principalmente áreas de laboratorios y oficinas. Adicionalmente tiene estructuras alrededor utilizadas para preparación y secado de muestras. Su área aproximada de construcción es de 5 866 m².

En cada una de sus plantas tiene en sus extremos baterías de baños para uso público.

De acuerdo a NSR-10, título K, la edificación se clasifica como I-3, lugares de ocupación institucional de educación, edificaciones que son caracterizadas por NSR-10 como "Edificaciones o espacios empleados para la reunión de personas con propósitos educativos y de instrucción" y también como C-1, ocupación comercial de servicios, que según el reglamento son "Edificaciones o espacios en donde se realizan transacciones y se ofrecen servicios profesionales o comerciales, que incidentalmente involucren el almacenamiento de pequeñas cantidades de bienes para el funcionamiento y oferta de dichos servicios".



Imagen 1. Edificio Químico Nacional

6. SISTEMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

6.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL

La red de distribución de agua potable tiene como función llevar el recurso líquido hasta los aparatos que lo requieran con un caudal y presión adecuados. Inicia desde la derivación de la red pública hasta el medidor, para luego llenar los sistemas de almacenamiento, y descargar a la red general ya sea mediante un sistema por gravedad o a través de un equipo de presión hasta la llegada a cada uno de los servicios.

La red general se compone de tuberías, accesorios, soportes y válvulas de corte que son ubicados estratégicamente para permitir sectorizar y para que el sistema esté presto para mantenimiento o reparaciones sin afectar las demás instalaciones.

Para el caso del Edificio Químico Nacional, el sistema de distribución de agua potable está compuesto por una acometida de diámetro 1½", proveniente de la red pública del acueducto, controlada por un medidor ubicado a las afueras del edificio, sobre la Avenida NQS. La acometida alimenta un tanque alto de almacenamiento ubicado hacia el sector de los molinos de geoquímica (ver imágenes 2 y 3). Antes de llenar el tanque el diámetro es aumentado a 2", derivando en 1" para llenar el tanque y continúa en 2" hacia el by-pass del sistema.

El volumen del tanque no es posible determinarlo exactamente, pero se podría estar hablando de **15 m³** de agua potable almacenada.



Imagen 2. Tanque almacenamiento alto



Imagen 3. Tanque alto desde el 3er. Piso del Edificio Químico

No se observa que el tanque de almacenamiento de agua potable tenga un conducto de rebose, que debe funcionar en caso que el flotador de llenado se averíe, y permita la subida del nivel de agua.

Posterior al llenado, el tanque elevado alimenta por gravedad todos los aparatos sanitarios del edificio, a través de una tubería de 2" de material PVC presión que se acopla a 2.5 m del nivel de piso con la tubería original de Hierro Galvanizado de la descarga por gravedad del tanque.

Las válvulas tanto de llenado como de descarga y paso directo del sistema, son válvulas en hierro y asiento en bronce, de tipo paso directo y pesado, con uniones roscadas como se puede observar en la imagen 4.



Imagen 4. Válvula de paso directo y válvula de retención en el by-pass del sistema.

No se observa que el tanque de almacenamiento de agua potable tenga un conducto de rebose. Al momento de la inspección no se pudo evidenciar un conducto que sirva como rebose en el tanque.

La tubería de descarga por gravedad en 2" se conduce paralela a los molinos de geoquímica, suministrando agua a los aparatos que requieran de éste edificio, y llega hasta la esquina nororiental del edificio principal para generar un anillo en diámetro de 1½" alrededor del mismo edificio por las zonas verdes, y derivando en donde se requiera para abastecer de agua potable a los aparatos con su respectiva válvula de corte antes de entrar al edificio. Teniendo así, un sistema eficiente con pocas pérdidas.

Es importante acotar que las redes de distribución de agua potable en su mayoría están en material PVC presión debido a un cambio de redes que se realizó hace 5 años aproximadamente.

Sin embargo hay algunas instalaciones internas, como conexiones a llaves mangueras y lavamanos que están acopladas a material en hierro galvanizado, el cual ya cumplió su vida útil.

Se han instalado válvulas de corte por sector, por cada columna que entra al edificio, en cada baño, al igual que por cada laboratorio en donde se requiere agua en las diferentes plantas del edificio, dimensionados de acuerdo a la demanda, previniendo de posibles actividades de mantenimiento o de reparación. En su mayoría son válvula tipo bola, y algunas de tipo paso directo, con uniones roscadas.

En general los baños públicos constan de sanitarios de tanque, orinales de llave y lavamanos de llave. Dado que en el edificio se proyectan áreas de laboratorios se tienen instaladas duchas de emergencia por piso ubicadas en el hall cerca a las baterías de baños.

En general la ubicación de las redes de distribución de agua potable, diámetros, materiales, ubicación de válvulas y aparatos sanitarios están acorde a los planos record de las nuevas redes, entregados por el Sistema Geológico Colombiano, y elaborados por la firma KONRRAD&F LTDA. Éstos planos han sido digitalizados y corregidos de acuerdo al levantamiento.

6.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

6.2.1. ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

Actualmente el edificio cuenta con 15 m³ aproximadamente de agua potable como se mencionó anteriormente.

Para conocer si el volumen actual de almacenamiento es suficiente para la demanda del edificio, es necesario saber el número aproximado de personas que ocupan el edificio. De acuerdo al dato entregado por la coordinación del diseño arquitectónico del proyecto, la ocupación aproximada del Edificio Químico Nacional es de 67 personas.

El consumo promedio diario estimado según la tabla 6 de la NTC 1500 (segunda actualización), página 36, para edificaciones de uso oficinas es de 90 litros/persona/día, en donde teóricamente se incluye el consumo del personal flotante o visitante del edificio que pudiese utilizar las instalaciones del Químico Nacional.

Entonces se tiene que el volumen requerido para el edificio es:

$$V = 67 \text{ personas} * 90 \frac{L}{\text{persona}} / \text{día}$$

$$V = 6030 \frac{L}{\text{día}} = 6.03 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Resultando así que de acuerdo a las características de almacenamiento de agua potable del edificio, se tiene teóricamente **2.5 días** de reserva de agua, en caso que se suspenda por cualquier motivo el servicio del acueducto. En general y de acuerdo al levantamiento in situ, que incluye la indagación del comportamiento del sistema con el personal de mantenimiento, el volumen de agua del tanque alto es suficiente para la demanda del edificio.

En las memorias de cálculo que se adjuntan con el presente documento se encuentra la memoria de cálculo de la acometida general y el volumen del tanque de almacenamiento de agua potable, la cual indica que la conducción y las válvulas de llenado en diámetro 1" son adecuadas, dado a que la velocidad en la tubería no excede los 2 m/s como lo exige la norma NTC 1500, página 25.

Como se mencionó anteriormente las válvulas tanto de llenado como de descarga y paso directo del sistema, son válvulas en hierro y asiento en bronce, de tipo paso directo y pesado, con uniones roscadas, las cuales se encuentran en buen estado, con fácil manipulación y cuentan con el sello de cierre.

La resolución 2190 de 1991 indica que en caso de que haya un tanque alto, la circulación del agua debe ser permanente entre el tanque y el sistema, a fin de garantizar la renovación permanente del agua en el reservorio, de modo que se mantenga en el agua el nivel de cloro residual. En el caso que no haya consumo permanente, como se presenta en los tiempos de vacaciones, el tanque debe ser vaciado y posteriormente llenado para tener agua potable de buena calidad.

La misma resolución determina que los tanques de almacenamiento domiciliario deberán ser sometidos a lavado y desinfección mínimo 2 veces al año, limpieza que no se le hace al tanque del edificio.

El tanque está construido en concreto, es inspeccionable, pero su mantenimiento se hace difícil y peligroso debido a la altura y a la escalera de gato que a la vista se ve afectada por la lluvia, lo que genera cierta desconfianza para llevar a cabo las actividades de mantenimiento.

6.2.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Se clasifican como redes de distribución las tuberías y accesorios ubicados después de la descarga por gravedad del tanque hasta el suministro a cada uno de los aparatos sanitarios. En este caso hay una red principal en 2", que alimenta al anillo perimetral de diámetro en 1½", y que a su vez alimenta a las redes internas del edificio, derivándose en diferentes diámetros de acuerdo a las demandas de las zonas.

Toda la red de distribución como se indicó en el levantamiento está en PVC como se ilustra en las imágenes 5, 6 y 7, gracias a que como se mencionó inicialmente las redes del edificio fueron cambiadas hace poco menos de 5 años.



Imagen 5. Válvula de sectorización tipo bola de la red en PVC presión en buen estado



Imagen 6. Válvula de sectorización tipo paso directo de la red en PVC presión



Imagen 7. Red exterior de suministro de agua potable en material PVC

El PVC es un material que cumplen con la normatividad vigente debido a que es un material certificado para la conducción de agua potable para consumo humano a presión y por gravedad, garantizando la conservación de la calidad de agua manteniendo los valores máximos aceptables que debe cumplir el líquido de acuerdo a la Resolución 1575 de 2007. El PVC tiene una vida útil de por lo menos 50 años y reduce considerablemente las pérdidas de presión por fricción en las tuberías.

Es importante indicar que como se observa en la imagen 7, hay unos pocos tramos de la red que están a la intemperie, lo cual no es aconsejable porque el material PVC se puede cristalizar en estas condiciones.

De igual forma, se mencionó en el levantamiento que hay algunas conexiones que a la fecha están conectadas a material Hierro Galvanizado. Este material después de 20 años de uso genera óxido e incrustaciones que van en detrimento de la capacidad de la tubería, ocasionando altas pérdidas de presión y cambios de pH en el agua, afectando su calidad para los usos de las personas, como se ilustra en la imagen 8. Actualmente el material hierro galvanizado no es especificado para la conducción de agua potable, lo establece los manuales de buenas prácticas de instalaciones hidráulicas por razones antes mencionadas.



Imagen 8. Llave de poceta acoplada a red de hierro galvanizado

Los registros de corte de cada unidad sanitaria se encuentran en su mayoría en buen estado, con sus tapas respectivas para fácil manipulación y mantenimiento, y con buen sello de cierre, como se ilustran en las siguientes imágenes:



Imagen 9. Válvula de corte de redes internas en buen estado



Imagen 10. Válvulas con sus respectivas cajas para manipulación, en buen estado.

6.2.2.1. PRESIONES Y CAUDALES

En la inspección se realizó descarga y apertura de válvulas para conocer las condiciones de presión y caudal en cada aparato sanitario, teniendo resultados óptimos ya que en general se tienen velocidades menores a 2 m/s en las conducciones y presiones residuales en los aparatos apropiadas para un buen funcionamiento ya que son mayores a las recomendadas por la norma NTC 1500 en la página 37, presiones que mostraremos más adelante.

De acuerdo a consultas dirigidas al personal de mantenimiento del edificio en términos generales los aparatos han funcionado adecuadamente, no han presentado condiciones de baja presión en el momento de la descarga o apertura de llaves de lavamanos y orinales. Todo lo anterior es consecuencia de tener una altura de lámina de agua óptima y diámetros óptimos en las redes de distribución.

En términos de caudal, el edificio tiene una demanda de aproximadamente 120 unidades de consumo, unidades calculadas de acuerdo a la Tabla 8 de la NTC 1500, que se basa en la asignación de una cierta cantidad de unidades de consumo bajo diversas condiciones de servicio por cada aparato instalado. Las unidades de consumo del edificio corresponden a los baños públicos, baños de oficinas e instalaciones de laboratorios.

Las 120 unidades de consumo equivalen a 3.05 L/s, siendo el caudal del sistema, que como anteriormente se mencionó, se conduce por una tubería de 2" de PVC, y posteriormente se tiene un anillo alrededor del edificio en diámetro de 1½" que logra una mejor distribución de presiones que contribuye a una óptima presurización del sistema.

Los diámetros son adecuados para la conducción del caudal ya que se tienen velocidades de diseño por debajo de los 2 m/s, en el caso de la tubería de 2" se obtiene una velocidad de 1.30 m/s, y para la tubería de 1½" se tendrán 1.27 m/s o menos, teniendo como hipótesis que el consumo se distribuye equitativamente.

En las redes internas también se manejan diámetros adecuados. Por ejemplo, las unidades sanitarias de hombres tipo que tienen dos sanitarios de tanque, dos orinales de llave, y tres lavamanos, suman 12 unidades de consumo que equivalen a 0.63 L/s, son controladas por una válvula en ¾" y abastecidos por una tubería del mismo diámetro. La velocidad en esta tubería es aproximadamente 1.44 m/s, por lo que se considera apropiado el diámetro. De igual forma pasa con las baterías de baño de las mujeres, teniendo en cuenta que tienen menos unidades de consumo al no tener orinales.

Otro ejemplo que puede sustentar el buen dimensionamiento de las tuberías es que las redes que abastecen los laboratorios, son de diámetros ½" y ¾",

teniendo como máximo tres unidades de consumo, que resultan 0.24 L/s, y velocidades de 0.55 m/s y 0.92 m/s, respectivamente.

Adicionalmente se hicieron una serie de toma de presiones en distintos puntos del edificio como se observa en las imágenes 11 y 12, con el fin de verificar el funcionamiento y comportamiento de los aparatos hidráulicos.



Imagen 11. Toma de presión en baño de primer piso.



Imagen 12. Toma de presión en laboratorios de tercer piso.

En la toma de presiones se midió tanto la presión residual como la presión estática en el aparato, para conocer las fluctuaciones de presión del sistema, y la recuperación ante demandas pico.

En la planta de primer piso se tuvieron presiones estáticas cercanas a 50 psi, perdiendo de 5 a 10 psi cuando se abría otro aparato hidráulico, resultando presiones residuales entre 40 y 45 psi, las cuales son adecuadas para el correcto funcionamiento de los aparatos en primer piso.

En el piso 3, que por su altura en relación con la lámina de agua del tanque elevado se convierte en la planta crítica se obtuvieron presiones estáticas de 30 psi y residuales entre 20 y 25 psi. Presiones que son óptimas ya que son superiores a las recomendadas por la NTC 1500 que se muestran en la siguiente tabla, para aparatos que no requieren alta presión para un buen funcionamiento. Sin embargo se debe revalidar el sistema cuando se desee la instalación de elementos que requieran una presión y caudal considerable, que por lo general son aparatos especiales de laboratorio o de emergencia.

Tabla 1. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios, según NTC 1500.

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa ¹	Caudal mínimo en L/s
Duchas	100	0,32
Sanitario tanque	70	0,19
Sanitario fluxómetro	150	0,95 a 2,5 ²
Orinal	50	0,19
Orinal fluxómetro	150	0,95
Lavamanos	50	0,19
Vertederos o lavaplatos	50	0,28
Lavadoras	50	0,32
Llaves de manguera	50	0,32

1) La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

La tabla anterior es un indicativo de la presión mínima, el diseñador o propietario debe verificar las presiones requeridas según el tipo, modelo y recomendación de los fabricantes.

6.2.3. APARATOS SANITARIOS

Las baterías de los baños, recientemente remodeladas (hace 5 años) están en buen estado, con todos sus aparatos y registros de corte funcionando, como se ilustra en las siguientes imágenes:



Imagen 13. Sanitario en buen estado.



Imagen 14. Lavamanos en buen estado.

Los aparatos instalados recientemente en el edificio cumplen con los requisitos de bajo consumo de la Ley 373 de 1997 y sus decretos reglamentarios.

En cuanto al número mínimo de aparatos sanitarios dispuestos para uso público se toma como referencia la tabla 3 de la norma NTC 1500, donde indica las instalaciones mínimas de fontanería para diferentes tipos de ocupación

en este caso, puede ser tanto institucional como de oficinas para el uso de empleados (en cada piso ocupado).

Continuando con el ejercicio, se adopta como ocupación por piso 27 personas, dato entregado por arquitectura, y se considera una proporción de 50% mujeres y 50% hombres, según recomendación de la misma norma, se tiene entonces:

- ✓ Dotación de aparatos, baños de hombres por piso

Tabla 2. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de hombres.

	Dotación mínima (según NTC 1500)	Dotación disponible
Sanitarios	1	2
Orinales	1	2
Lavamanos	1	3

- ✓ Dotación de aparatos, baño de mujeres por piso

Tabla 3. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de mujeres.

	Dotación mínima (según NTC 1500)	Dotación disponible
Sanitarios	1	2
Lavamanos	1	3

Se observa que la dotación necesaria no presenta déficit en el número de aparatos sanitarios requeridos para las batería de baños, siendo adecuado el número de instalados.

Cabe resaltar que los anteriores cálculos se basan en el número de aparatos instalados en las baterías de baños del edificio principal, ya que en las tres alas del proyecto se tienen instalados baños privados para el personal que trabaja en esas áreas, que no es una cantidad considerable.

Por otro lado, si el edificio debe cumplir normas de construcción que exijan instalaciones para personas discapacitadas, el proyecto no acata esos requerimientos ya que actualmente estas áreas no se tienen contempladas. Si en dado caso se obligara a tenerlas, las instalaciones se harán de acuerdo con las NTC 4959 y NTC 5017.

7. SISTEMA DE DESAGÜES

7.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

7.1.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Este tipo de desagües recibe la descarga producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios y en general las aguas residuales o grises.

La norma NTC 1500 indica que los materiales utilizados para los desagües de aguas residuales deben ser materiales aprobados con diámetro interno liso y uniforme, fabricados especialmente para este fin y se debe cumplir las especificaciones establecidas en las normas técnicas de cada material, dadas por el proveedor.

El diseño comprende desde la recolección en cada aparato sanitario, la recolección de un conjunto de los mismos mediante conductos horizontales, coloquialmente llamadas "arañas" y conductos verticales, bajantes de evacuación del edificio, y el transporte de éstas aguas hasta la red de alcantarillado del lugar.

El sistema actual de desagües de aguas residuales está compuesto por ramales y bajantes de tubería y accesorios en PVC sanitaria y redes exteriores en PVC Novafort.

La tubería es anclada por soportes tipo mordaza en las bajantes y tipo u en las tuberías que van colgantes y por cárcamos.

Las aguas residuales de los baños y de aparatos sanitarios internos son conducidas por bajantes que son recogidas por colectores horizontales que se instalaron por cárcamos inspeccionables por debajo del edificio. Los ramales horizontales son llevados hasta cajas y pozos de inspección exteriores que posteriormente se conectarán al alcantarillado público combinado de la universidad.

Hay una red de aguas residuales industriales, que desaguan a una caja para toma de muestras con el fin de controlar el contenido de ciertos desechos que se puedan generar en los laboratorios, y así no enviar cantidades considerables de materiales contaminantes al alcantarillado público. Estas redes también son conducidas a través de tubería y accesorios de PVC sanitaria.

El sistema de desagües de aguas residuales es completamente independiente del sistema de aguas lluvias. Únicamente se mezclan en el pozo de inspección domiciliario final del proyecto, el cual se conecta al alcantarillado público combinado de la universidad.

Algunos tramos de los cárcamos no fueron posibles ser inspeccionados, pero las redes exteriores y los pozos de inspección si fueron registrados.

7.1.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN

Cada sifón de aparato sanitario debe ser protegido contra sifonaje y reflujo, y se debe asegurar el flujo de aire a lo largo de todas las partes del sistema de desagüe por medio de tubos de ventilación. Esto con el fin de proteger los sellos hidráulicos y para airear los drenajes, manteniendo así la presión atmosférica dentro del sistema, criterio fundamental para dar ventilación adecuada a un sistema de desagüe.

En condiciones máximas de diseño, el agua fluye en forma de anillo ocupando una tercera parte del área total de la tubería, el resto es ocupado por aire en forma de cilindro que es arrastrado a la velocidad del agua. Por lo que necesario prolongar la bajante de aguas residuales hasta cubierta sin disminuir su diámetro en zonas superiores con el fin de reemplazar el aire de la tubería a través del extremo superior de la bajante.

Las tuberías de ventilación permiten la salida de gases y mantienen a todo el sistema a una presión atmosférica necesaria para preservar el sello de agua en cada sifón.

El sello de agua que se forma en el sifón funciona únicamente, si existe un adecuado sistema de ventilación. En caso de no tener ventilación, la presión que se forma por los gases en cualquier tramo del sistema podría forzar a que se rompa o se pierda el sello de agua, lo que permitirá el paso de gases y su posterior salida por los desagües de los aparatos sanitarios, de aquí su importancia en el diseño de un sistema sanitario.

El sistema actual de ventilación está compuesto por ramales y bajantes de tubería PVC liviana y PVC sanitaria en algunas casos, y accesorios de PVC sanitaria.

Las ventilaciones de las bajantes de aguas residuales y aguas residuales industriales que recogen los baños y los aparatos internos no se proyectan hasta la cubierta, dado que se instalan en su terminación válvulas de aireación MAXIVENT de la compañía STUDOR. Adicionalmente en las redes horizontales se han instalado válvulas MINIVENT de la misma marca, como ventilación secundaria del sistema.

En el momento del levantamiento de las redes se perciben malos olores en el baño de hombres del tercer piso, ocasionados posiblemente por la pérdida del sello de los sifones de algún o algunos aparatos sanitarios, principalmente en los orinales donde se tiende a tener esos inconvenientes.

7.1.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

El sistema pluvial se diseña para evacuar como su nombre lo indica, aguas lluvias que caen en la cubierta del edificio.

Los colectores de aguas lluvias pueden fluir a tubo lleno ya que no se requiere mantener presiones específicas. Es prohibido usar las redes pluviales como bajante o ventilaciones de las sanitarias.

Las normas locales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá indican que todas las aguas lluvias deben ser encauzadas por un sistema de desagüe para aguas lluvias a la cuneta o calzada de la vía (común en la ciudad), o al alcantarillado de aguas lluvias o combinado según sea el caso, como sucede en la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

El sistema actual de desagües de aguas lluvias está compuesto por ramales y bajantes de tubería y accesorios en PVC sanitaria y redes exteriores en PVC Novafort. Hay redes exteriores que se encuentran en material GRES, que desaguan redes internas en PVC, la transición de material se hace en las cajas de inspección.

La tubería es anclada por soportes tipo mordaza en las bajantes y tipo u en las tuberías que van colgantes y por cárcamos.

Las aguas lluvias de cubiertas se desaguan mediante codos, dimensionados de acuerdo al área de recolección, y son equipados con tragantes, para evitar el paso de elementos sólidos de tamaños considerables en las tuberías, estas tragantes están provistas de un sosco. Posteriormente las aguas lluvias son transportadas por bajantes en ductos junto a columnas hasta el primer piso donde son recogidas por colectores horizontales de aguas lluvias que se instalaron también por los cárcamos bajo la edificación, que posteriormente desaguan a las cajas y pozos de inspección exteriores hasta conectarse a las redes exteriores al alcantarillado combinado público.

El sistema de desagües de aguas lluvias es completamente independiente del sistema de aguas lluvias. Únicamente se mezclan en el pozo de inspección domiciliario final del proyecto, el cual se conecta al alcantarillado público combinado de la universidad.

En las obras de renovación de las redes de aguas lluvias se empataron en varios puntos las redes en PVC a las redes existentes en material Hierro Fundido, el cual es un material que cumple su vida útil después de 20 años instalado, por lo que en este momento estas tuberías presentan un grado alto de deterioro.

Algunos tramos de los cárcamos no fueron posibles ser inspeccionados, pero las redes exteriores y los pozos de inspección si fueron registrados.

7.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

7.2.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Como se indicó anteriormente, la mayoría de los desagües de aguas residuales son conducidos por tuberías de material PVC sanitaria, que cumplen con las normas NTC 1087 y 1341, gracias nuevamente a la renovación de redes que se hizo hace menos de 5 años. Las redes están instaladas por ductos y cárcamos totalmente inspeccionables y aptos para modificaciones y mantenimiento como se ilustran en las siguientes imágenes:



Imagen 15. Redes de aguas residuales en buen estado por cárcamo.



Imagen 16. Redes de aguas residuales en buen estado instaladas por ductos verticales.



Imagen 17. Conductos por cárcamos soportados adecuadamente.



Imagen 18. Tapones de inspección en excelente estado y debidamente localizados.

De igual forma los desagües de los aparatos sanitarios están adaptados con tubería PVC sanitaria para un mejor funcionamiento, como registro de ello están las imágenes 19 y 20.

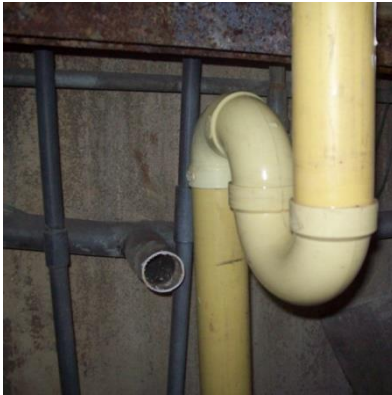


Imagen 19. Desagüe de poceta en PVC.



Imagen 20. Desagües de baños en PVC, en perfecto estado.

Tanta las redes como los accesorios se encuentran en buen estado como se ilustra en las anteriores imágenes. Son soportadas de acuerdo a las recomendaciones mínimas de la norma NTC 1500, página 14, manteniendo el lineamiento de las bajantes y el pandeo de las mismas, gracias a los soportes tipo mordaza. Adicionalmente el diámetro de las varillas de los soportes son los mínimos indicados en la tabla 2 de la NTC 1500.

Hay un tramo de un colector de aguas residuales que va por la parte posterior del edificio que tiene aproximadamente 70 metros de longitud entre caja y caja de inspección. La norma indica que el tramo máximo sin inspección de tuberías enterradas es de 30 m, por lo que éste tramo necesitaría de la construcción de una caja de inspección a la mitad del colector.

Algo semejante sucede con un colector que desagua aguas residuales industriales, que se conduce por el cárcamo de primer piso. La longitud sin inspección es de 48 m, para éste tipo de conducciones que van colgantes bajo placa de primer piso, se recomienda que los tramos sean inspeccionables cada 12 m, entonces se hace pertinente la instalación de tapones de inspección en el colector.

Por otro lado, para conocer si los diámetros instalados son adecuados de acuerdo al caudal transportado se hace un análisis semejante al que se hizo para las redes de distribución de agua potable.

Roy B. Hunter resuelve el problema para el cálculo del caudal que descarga cada aparato, quien propuso el sistema de unidades para cada aparato sanitario, teniendo en cuenta la ley de la simultaneidad.

El Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500, especifica la tabla 12.3-1, en donde se indican las unidades equivalentes por aparato que se recomiendan para diseñar, y con las cuales se han calculado los colectores y bajantes del edificio, teniendo en cuenta la probabilidad de uso.

De acuerdo al número total de unidades que recibe cada colector, y pasar éste número de unidades de Hunter a caudal de redes sanitarias, se utiliza la curva calculada para fluxómetros, dado que en condiciones más desfavorables, la entrega de los aparatos se hace en forma instantánea.

Los colectores deben cumplir con la relación máxima de caudales, la cual se recomienda que sea menor al 75%, y con los límites de velocidad establecidos, los cuales estarán en función de la pendiente, cuya pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0,60 m/s y 5 m/s. La pendiente más utilizada en un diseño hidráulico, es 1%, dependiendo de cierta forma de la altura libre que se deba satisfacer, recordando que en la mayoría de los casos los desagües irán bajo las placas de cada piso.

En los planos digitalizados que se adjuntan al presente informe se encuentran los nodos de cálculo en la planta de primer piso de las redes de aguas residuales, al igual que la numeración de las bajantes de aguas residuales y aguas residuales industriales, y en las memorias anexas se muestran los cálculos de caudales y relación de caudales de cada tramo especificado.

Para conocer las unidades de desagüe por bajante, se anexan los planos record elaborados por la firma KONRRAD & F LTDA. que tiene el levantamiento de aparatos sanitarios.

Los resultados demuestran que el diseño y los diámetros instalados están apropiados con el fin de mantener una relación de caudales menores a 75%, en cada tramo de conducto, teniendo como valor máximo un 63% en la relación entre el caudal transportado y el caudal máximo que puede transportar el conducto.

Los diámetros de las conducciones de aguas residuales son adecuados para transportar el caudal de descarga de los aparatos instalados. De igual forma, las conducciones presentaban pendientes aconsejables para éste tipo de desagües, conllevando a que no se tengan problemas de taponamiento o de descarga, tema que también fue validado por el área de mantenimiento, quien enfatiza que no se presentan inconvenientes con los desagües de aguas residuales.

7.2.2. VENTILACIONES

Las bajantes de aguas residuales que recogen los baños y los aparatos internos no se proyectan hasta la cubierta, dado que se instalan en su terminación válvulas de aireación con el fin de evitar que éstas conducciones salgan por encima de la planta de cubierta y ahorrando el espacio que ocuparía el sistema de ventilación secundaria. Estas válvulas permiten la entrada de aire en el sistema, pero no su salida, a fin de limitar las fluctuaciones de presión dentro de la canalización de descarga. Éste sistema se ha implementado últimamente en las edificaciones con buenos resultados, pero para ello se debe contar un buen diseño del sistema.

Como se indicó anteriormente se instalan en cada bajante de aguas residuales válvulas de aireación en su terminación como se ilustran en las imágenes 21 y 22.



Imagen 21. Válvula de aireación en terminación de bajante de aguas residuales.



Imagen 22. Válvula de aireación en terminación de bajante de aguas residuales industriales.

En las anteriores imágenes se observa un buen estado y una correcta instalación de éstas válvulas, con facilidad de inspección y mantenimiento.

Adicionalmente para la ventilación del sistema se utiliza material de PVC liviana apropiado para éste uso.

Adicionalmente en los baños se ha instalado un sistema de ventilación terciaria, el cual consiste en la instalación de una válvula de admisión mini-vent debajo de los lavamanos, para ventilar los ramales horizontales de cada baño, como se observa en la imagen 23. Completando un sistema de

ventilación eficiente a través de válvulas admisoras de aire, totalmente inspeccionable y presto para mantenimiento.

El diseño actual de ventilaciones está de acuerdo a las recomendaciones y criterios de diseño del fabricante STUDOR, que se basan en la cantidad de aire necesario en el sistema de acuerdo al caudal total transportado. Los cálculos son basados en unidades de descarga propuestos por la norma UNE-EN 12056, "*Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificaciones*", unidades que son semejantes a las especificadas en la norma NTC 1500.



Imagen 23. Válvula mini-vent en ramales horizontales.

Como se mencionó en el capítulo de redes de desagües de aguas residuales, las conducciones cumplen con los requerimientos normativos vigentes, por lo que puede utilizarse el sistema de ventilación actual para instalaciones futuras que requieran ventilaciones o reventilaciones.

7.2.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

El material de las conducciones de aguas lluvias también es PVC (Policloruro de Vinilo) sanitaria, teniendo las ventajas mencionadas en los anteriores numerales, siendo mayor la importancia de la utilización de éste material en las redes de conducción de aguas lluvias, ya que se maneja un caudal mayor, que día a día irá aumentando debido al cambio climático, y como se evidencia actualmente, las lluvias en la ciudad de Bogotá son más intensas y más largas, con presencia de granizo en varias oportunidades, generando así problemas a los sistemas de desagües de aguas lluvias, por lo que es importante tener un sistema de conducción adecuado, sin obstrucciones, evitando inundaciones.

El material está aprobado para la conducción de aguas lluvias, cumple con las normas técnicas correspondientes, y está instalado de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

El registro de las conducciones de aguas lluvias se hace en las siguientes imágenes:



Imagen 24. Conducciones de aguas lluvias en PVC, en buen estado por



Imagen 25. Adaptador de inspección y limpieza en conducciones de aguas lluvias.



Imagen 26. Tapón de inspección y limpieza en conducciones de aguas lluvias en buen estado.



Imagen 27. Tubería de aguas lluvias por ducto, en buen estado.

Como se aprecia en las anteriores imágenes, las conducciones existentes de aguas lluvias están en perfecto estado. Están instaladas por ductos y cárcamos totalmente inspeccionables y aptos para modificaciones y mantenimiento. Son soportadas de acuerdo a las recomendaciones mínimas de la norma NTC 1500, página 14, manteniendo el lineamiento de las bajantes y el pandeo de las mismas, gracias a los soportes tipo mordaza. Adicionalmente el diámetro de las varillas de los soportes son los mínimos indicados en la tabla 2 de la NTC 1500.

Para verificar las capacidades y conocer si los diámetros instalados son adecuados de acuerdo al caudal transportado se utiliza la curva IDF que se encuentra en la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, que reposa en los archivos de la EAAB. La curva tiene las siguientes coordenadas:

$$E= 99\ 252$$
$$N= 104\ 623$$

Para el cálculo de la intensidad se toma un período de retorno de 3 años, dada las áreas del proyecto, y una duración de precipitación de 5 minutos. Por lo tanto se tiene:

$$1\left(\frac{mm}{h}\right) = C_1 * (X_0 + D)^{C_2}$$

Donde para un período de retorno de 3 años el valor de las variables son siguientes:

$$C_1 = 3153.7550$$
$$D = 5\ \text{minutos}$$
$$X_0 = 23.60$$
$$C_2 = -1.02896$$

Teniendo entonces:

$$1\left(\frac{mm}{h}\right) = 3153.75507 * (23.60 + 5)^{-1.02896}$$

$$I = 100,065\ \text{mm/h}$$

Teniendo la intensidad de precipitación de la zona, se adopta ahora un coeficiente de escorrentía como 1.00, dado que se están desagando lluvias de cubiertas. Por lo que se puede obtener el caudal de diseño mediante la siguiente ecuación:

$$Q\left(\frac{L}{s}\right) = C * I * A$$

Donde C es adimensional, I esté dado en mm/h y A en m².

En las memorias adjuntas se encuentran los cálculos por tramos de acuerdo a los nodos marcados en los planos digitales adjuntos, y a las áreas tributarias aproximadas que se obtuvieron mediante la medición directa en el plano digital.

Los resultados arrojan que la tubería actualmente instalada tiene la suficiente capacidad para transportar los caudales recolectados en cada área del edificio, y conducirlos de manera adecuada hasta el pozo final domiciliario y posteriormente al alcantarillado público, gracias a su diámetro y pendiente,

dimensionados adecuadamente, teniendo relaciones de caudales menores al 70%, que es lo recomendable.

Como se menciona en la descripción del sistema de aguas lluvias, hay conexiones con accesorios en material Hierro Fundido lo que ha generado empates inadecuados entre diferentes materiales, lo que puede ocasionar fugas entre los acoples de las dos tuberías. Ejemplo de estos empates se ilustra en la imagen 28 y en la 29 se puede apreciar una consecuencia de esta unión.



Imagen 28. Unión entre tuberías PVC y HF.



Imagen 29. Humedad en cielo raso por unión entre PVC y HF.

Las aguas lluvias son captadas en las diferentes cubiertas a través de sifones o bocas que tienen en la mayoría de los casos una tragante, accesorio recomendado por NTC 1500. En la imagen 30 se muestra una tragante en la cubierta del tercer piso, la cual desagua correctamente en el momento de una precipitación.



Imagen 30. Tragante de desagüe en cubierta.

Las cubiertas al parecer están bien impermeabilizadas y con pendientes adecuadas hacia los desagües de cada una, ya que no se presentan en piso inferiores problemas de filtraciones de aguas lluvias.

A pesar de tener redes internas renovadas, en la imagen 31 se observan problemas de acumulación de aguas lluvias en las zonas aledañas al edificio, por lo que es pertinente el manejo de aguas lluvias que llegan a éstas zonas por escorrentía, a través de cunetas o canales perimetrales que descarguen al sistema exterior de aguas lluvias del proyecto.



Imagen 31. Acumulación de aguas lluvias en el perímetro del edificio.

7.2.4. REDES EXTERIORES

En general, el proyecto desde su renovación cuenta con una gran ventaja, la cual es que se contempló dentro del nuevo diseño, la separación de las aguas residuales de las lluvias tanto en las redes internas como en las exteriores.

El caso de tener redes combinadas es muy común verlo en el campus, ya que las redes de alcantarillado público que atraviesan la universidad son combinadas, y en tiempos anteriores era normal diseñar conducciones internas y externas que transportarán desagües de aguas residuales y lluvias, lo que generaba sistemas robustos, y posteriormente problemas de taponamientos, inundaciones, consecuencia de aumentos de caudales a través de los años y materiales con poca vida útil utilizados para las conducciones.

Por lo tanto, el edificio tiene instalados colectores exteriores independientes de aguas lluvias, dimensionados de acuerdo a las áreas de captación, y colectores separados de aguas residuales, dimensionados de acuerdo a las unidades de descarga de cada área del edificio. Las aguas lluvias y residuales se unen en un último pozo de inspección, que finalmente descarga al sistema combinado de alcantarillado público.

En general las redes, cajas y pozos de inspección que reciben aguas residuales y lluvias en sistemas separados, presentan un buen estado como se observa en

las imágenes 32, 33 y 34. El material utilizado para las conducciones sigue siendo PVC que cumple los requerimientos para el transporte de estos desagües. No obstante es aconsejable la limpieza y mantenimiento constante de estos elementos, como se hace necesario en la caja que se ilustra en la imagen 35.



Imagen 32. Caja de inspección exterior en buen estado.



Imagen 33. Pozo de inspección en excelente estado.



Imagen 34. Pozo de inspección y caja de toma de muestras en buen estado.



Imagen 35. Caja de inspección de aguas residuales totalmente colmatada.

8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Un sistema de extinción de incendios son todos aquellos elementos y medidas que se disponen en las edificaciones con el fin de protegerlas contra la acción del fuego. Estos elementos y acciones se implementan para principalmente salvar vidas humanas y minimizar las pérdidas económicas ocasionadas por el fuego.

8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Actualmente el edificio cuenta con extintores multipropósitos ABC y extintores Solkaflam en los pasillos y oficinas del edificio. Los extintores a la fecha se encuentran cargados y prestos para ser utilizados en caso de conato de incendio.

8.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

A pesar que el edificio tiene extintores en buen estado, y aparentemente ubicados en lugares apropiados, se dice aparentemente, porque un sistema contra incendio con extintores portátiles tiene su respectivo diseño respectivo, no es suficiente para tener un sistema de extinción de incendios que cumpla con las recomendaciones de la normatividad vigente.

Como se comentó en la descripción del proyecto, el edificio es clasificado según NSR-10, como ocupación I-3 y C-1, lugar institucional de educación y ocupación comercial de servicios, clasificación que se encuentra en el título K del reglamento, en los numerales K.2.3 y K.2.6.

Cabe adicionar que las áreas de laboratorio pueden almacenar y manejar productos altamente inflamables o combustibles o potencialmente explosivos, propensos a incendiarse con extrema rapidez o a producir gases o vapores irritantes o explosivos.

Para conocer las dotaciones de instalaciones de protección contra incendio con las que debe contar el proyecto para la extinción de incendios nos remitimos al título J del mismo reglamento, exactamente en J.4.3.4., en donde indica especialmente lo relacionado con el edificio, de la siguiente forma:

"J.4.3.4.1 – Rociadores Automáticos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC 2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

(c) En la totalidad de edificios con área total de construcción de 2 000 m² o mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).

J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación institucional debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo a la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14, así:

(c) En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m.

(d) Cuando el edificio esté protegido con un sistema de rociadores, las tomas fijas para bomberos se diseñarán teniendo en cuenta lo recomendado por la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC 2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores NFPA 13.

J.4.3.4.3 –Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el subgrupo de ocupación I, debe estar protegido por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10."

Dado que se conocen los requerimientos mínimos, es claro que el edificio debe ser protegido en su totalidad por rociadores automáticos. De igual forma, la edificación debe tener conexiones de manguera y tomas fijas de agua para bomberos, y finalmente extintores portátiles. El sistema debe ser húmedo automáticos en base agua. Si hay lugares que requieran sistemas especiales de extinción de incendios, se debe hacer su respectivo diseño.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión general se indica que las redes existentes, tanto para conducción de agua potable, como para desagües de aguas residuales y lluvias están en buen estado debido a la renovación de redes que se implementó en todo el edificio hace aproximadamente 5 años, independizando los sistemas de aguas residuales y aguas lluvias, cambiando los materiales utilizados en todas las conducciones, a material PVC en su mayoría, material que tiene una vida útil aproximada de 50 años, resistente a la corrosión, de paredes lisas, liviano y fácil de trabajar en caso de reparaciones y mantenimiento, y que cumple con las normas NTC. Las tuberías son fácilmente inspeccionables debido a la instalación por ductos y cárcamos de fácil acceso. Las redes exteriores están en buen estado, con el manejo adecuado a través de cajas y pozos de inspección.

Los diámetros de las conducciones están conformes a los caudales transportados en cada uno de los sistemas. Se recomienda la utilización de éstas redes para la conexión de instalaciones futuras, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios en términos de diámetros de acuerdo a las solicitudes de presión y caudal de las futuras conexiones.

Se recomienda realizar un diagnóstico estructural del elemento y un reforzamiento a los pasos de la escalera de acceso, ya que como se menciona se debe hacer limpieza y lavado del tanque como mínimo dos veces al años.

Es aconsejable que el tanque tenga un tubo de rebose en caso de que el flotador mecánico se dañe, y así poder evacuar el agua redundante que llegue al reservorio.

Debe haber una renovación permanente de agua entre el tanque de almacenamiento de agua potable y el sistema, y se debe lavar y desinfectar el tanque como mínimo dos veces al año.

Es aconsejable proteger las redes de PVC presión del contacto directo con el medio ambiente para evitar pérdidas de presión en el sistema. La protección se puede hacer enterrando la tubería o en casos que se requiera con mortero.

Se recomienda instalar elementos de inspección como cajas en mampostería o tapones de inspección para tubería colgantes, cumpliendo con las máximas longitudes, que son 30 metros para tuberías enterradas y 12 m para tuberías colgantes, con el fin de poder hacer mantenimiento y si es el caso reparaciones, sin tener que intervenir tramos largos del sistema.

Es pertinente revisar los sellos de los sifones, y adicionalmente liberar de toda obstrucción las válvulas admisoras de aire, y generar la ventilación natural de las unidades sanitarias a través de las ventanas hacia las fachadas, para evitar la generación de malos olores.

Se recomienda cambiar las bocas de desagües de aguas lluvias en cubiertas que están en HF por material PVC, ya que las uniones existentes entre materiales de hierro fundido y PVC pueden generar problemas de humedades debido a empates inadecuados entre los dos materiales. Adicionalmente el material HF ya cumplió su vida útil, por lo que reduce la capacidad de captación.

Se debe instalar tragantes en la totalidad de las bocas de los sifones de cubierta. Es pertinente hacer mantenimiento periódico a estos elementos, ya que son susceptibles a taponamientos a causa de elementos de tamaño considerable que se ubican alrededor.

Es necesaria la implementación completa de un sistema de protección a base de agua para la extinción de incendios, lo cual generará un volumen de almacenamiento de agua independiente, con su respectivo espacio para la ubicación de equipos y mantenimiento. Estos espacios deben ser coordinados con arquitectura y estructura.

Se recomienda el estudio de seguridad a través de una ingeniería conceptual para reconocer los riesgos y peligros del edificio, y establecer el sistema contra incendio adecuado que se implementará de acuerdo al alcance del reforzamiento estructural del edificio y la normatividad vigente.

Se deberá programar mantenimientos periódicos de equipos, cajas de inspección, tragantes de sifones en cubiertas, gárgolas de rebose, lavado y desinfección de tanques.

Se recomienda implementar elementos de automatización, arrancadores suaves, instalación de variadores de velocidad y renovar las conexiones eléctricas para futuras instalaciones de equipos de presión de agua potable, en caso que se requiera, para disminuir el consumo de energía.