



Fuente: Arca C&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S

DIAGNÓSTICO DE LAS POSIBLES CAUSAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN LOS SÓTANOS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AVENIDA PARQUE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Elaborado por

ARCA C&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S

2022

BOGOTA D.C

ARCA C&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S
DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 54 N° 114-51 INT 5 APTO 104
TÉLEFONOS: 310 8737333 - 314 4617174 - 313 4701320
BOGOTÁ - COLOMBIA

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	1
2	TRABAJOS DESARROLLADOS	1
3	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	5
3.1	Drenaje de las zonas verdes que hacen que el sótano del primer piso presente goteras permanentes en épocas de lluvias continuas	5
3.2	Áreas afectadas en las placas de entrepiso del 1er nivel del perímetro de cada torre.	7
3.3	Infiltración de agua en el segundo sótano.	7
4	INFORMACIÓN SECUNDARIA REVISADA	9
4.1	Geología de la zona.	9
4.1.1	Geología regional y local.	9
4.2	Geomorfología de la zona.	14
4.3	Geotecnia de la zona.	14
4.4	Hidrogeología de la zona.	17
4.4.1	ACUIFERO CUATERNARIO	18
4.5	Redes de acueducto y alcantarillado circundantes	20
4.5.1	Acueducto	20
4.5.2	Alcantarillado Pluvial.	21
4.5.3	Alcantarillado Sanitario	22
4.6	Planos de redes de acueducto y alcantarillado internos	23
5	DIAGNÓSTICO DE LAS POSIBLES CAUSAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA	23
5.1	Drenaje de las zonas verdes que hacen que el sótano del primer piso presente goteras permanentes en épocas de lluvias continuas	24
5.2	Áreas afectadas en las placas de entrepiso del 1er nivel del perímetro de cada torre.	26
5.2.1	Sistemas a implementar para áreas afectadas en placa de entrepiso	30
5.3	Filtración de agua en el segundo sótano, principalmente en la Torre 2 y la Torre 9	30
5.3.1	Análisis de las problemáticas.	34
6	RECOMENDACIONES	35
7	BIBLIOGRAFÍA	36

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Filtración de agua en el Sótano 1	2
Fotografía 2. Filtración de agua Sótano 2	2
Fotografía 3. Entrevista con el propietario del Deposito D03 debajo de la Torre 2	2
Fotografía 4. Inspección del Deposito D03 debajo de la Torre 2	2
Fotografía 5. Presencia de cloro en el agua que drenaba del Deposito D20	3
Fotografía 6. Equipo multiparámetro para revisión de Calidad de Agua	3
Fotografía 7. Filtración de agua en las paredes del tragaluz, así como bandeja de recolección de aguas lluvias	6
Fotografía 8. Bajante de aguas lluvias con procesos de impermeabilización, para evitar la filtración a través de la placa	6
Fotografía 9. Drenaje de agua a través de los muros parqueadero de motos	6
Fotografía 10. Caja de recolección de aguas lluvias en la superficie de la zona verde	6
Fotografía 11. Jardineras colindando directamente contra el paramento de la torre	7
Fotografía 12. Filtración de agua al interior de la Torre 9	7
Fotografía 13. Depósito D20 debajo sótano 2 Torre 2 – Se evidenció presencia de cloro residual	8
Fotografía 14. Filtración de agua en el muro exterior del sótano 2 Torre 2	8
Fotografía 15. Afectación deposito D03 debajo del sótano 2 Torre 2	8
Fotografía 16. Agua de subdrenaje y del interior del depósito ubicado frente a parqueadero 33 debajo del sótano 2 Torre 2	8
Fotografía 17. Canaleta de recolección de agua en el depósito ubicado frente a parqueadero 203 debajo sótano 2 Torre 9	9
Fotografía 18. Fachada depósito ubicado frente al parqueadero 203 debajo del sótano 2 Torre 9	9
Fotografía 19. Sifón colmatado por la presencia de tierra de las jardineras	24
Fotografía 20. Vista superior bajante de aguas lluvias totalmente colmatado	24
Fotografía 21. Caja de recolección de aguas lluvias en perímetro de la Torre 2	25
Fotografía 22. Caja de recolección de aguas lluvias perimetral a la Torre 2	25
Fotografía 23. Juntas afectadas por el paso de aguas lluvias desde las jardineras	25
Fotografía 24. Filtración de agua desde la superficie por el paso por la placa	25
Fotografía 25. Detalle Paramento con canaleta perimetral	28
Fotografía 26. Detalle Paramento con canaleta perimetral	28
Fotografía 27. Detalle Paramento con bordillos de poco desarrollo	29
Fotografía 28. Detalle Paramento con cintas perimetrales agrietadas	29
Fotografía 29. Perforaciones en ductos de fachadas	29
Fotografía 30. Grietas en cintas de aislamiento perimetral	29
Fotografía 31. Verificación de cloro libre en el agua que drena del Deposito D20	31
Fotografía 32. Verificación de cloro residual en el agua que drena por los sistemas de subdrenaje del edificio	31
Fotografía 31. Problemática de infiltración de aguas lluvias al interior del Deposito D03	32
Fotografía 32. Drenaje de agua del interior de la Bodega D20, la cual se muestreo	32
Fotografía 35. Muro de contención frente a la Bodega D20, visiblemente corroído y con olor a agua residual doméstica	33
Fotografía 36. Vista del interior del muro de contención frente a la Bodega D20	33



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de redes de acueducto y alcantarillado contiguas a la copropiedad	4
Figura 2. Mapa de geomorfología de la ciudad de Bogotá	4
Figura 3. Mapa de geología de la ciudad de Bogotá	13
Figura 4. Mapa de geotecnia de la ciudad de Bogotá	16
Figura 5. Mapa hidrogeológico de la ciudad de Bogotá.....	19
Figura 6. Redes de acueducto circundantes a la copropiedad	20
Figura 7. Redes de alcantarillado pluvial circundantes a la copropiedad.....	21
Figura 8. Redes de alcantarillado sanitario circundantes a la copropiedad	22
Figura 9. Detalle de alzado	27
Figura 10. Detalle juntas de dilatación	27
Figura 11. Perímetro Torres de apartamentos	28



DIAGNÓSTICO DE LAS POSIBLES CAUSAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN LOS SÓTANOS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AVENIDA PARQUE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

1 GENERALIDADES

El presente proyecto está ubicado en la localidad de Teusaquillo, al centro - occidente de la ciudad de Bogotá, específicamente en la Calle 24A # 59 - 59, en la Unidad Residencial Avenida Parque, la cual consta de 9 torres de apartamentos de 10 pisos cada uno, dos sótanos y las respectivas zonas comunes.

La unidad residencial Avenida Parque hace parte del barrio Ciudad Salitre de la Ciudad de Bogotá, en el cual se destacan el uso de Vivienda en Propiedad Horizontal, así como los usos comerciales de grandes superficies comerciales, tiendas al menudeo y oficinas en propiedad horizontal.

2 TRABAJOS DESARROLLADOS

De acuerdo con la propuesta entregada, Inicialmente se realizaron visitas de reconocimiento para revisar las principales problemáticas que presentan los sótanos de parqueaderos de la copropiedad, en los mismos se revisaron las zonas más afectadas, los sistemas de recolección y evacuación de las aguas lluvias, los sistemas de ventilación de las zonas comunes entre otros sitios de afectados.

Se realizaron visitas tanto en días poco lluviosos (al menos tres días antes sin lluvia), como en días de lluvias permanentes (Dos días con lluvias) para verificar la existencia de las filtraciones. En las Fotografía 1 y Fotografía 2 se presentan ejemplos de lo encontrado.



Fotografía 1. Filtración de agua en el Sótano 1



Fotografía 2. Filtración de agua Sótano 2

De igual forma se realizaron entrevistas con algunos propietarios y con el personal de mantenimiento de la copropiedad para tratar de identificar el tiempo de ocurrencia de las filtraciones, así como el posible origen de las mismas.

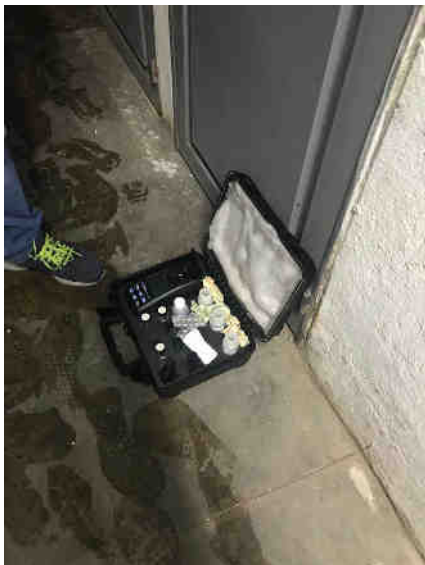


Fotografía 3. Entrevista con el propietario del Deposito D03 debajo de la Torre 2



Fotografía 4. Inspección del Deposito D03 debajo de la Torre 2

Con el fin de determinar si el origen de las filtraciones podría ser un tubo de agua para consumo humano (agua potable), se realizaron pruebas de calidad de agua, en este caso se evaluó la presencia de cloro residual, en cuyo caso la fuente de la infiltración es un tubo de agua potable.

	
Fotografía 5. Presencia de cloro en el agua que drenaba del Deposito D20	Fotografía 6. Equipo multiparámetro para revisión de Calidad de Agua

En un primer momento se detectó cloro residual en el agua que drenaba del Deposito D20, el sitio más crítico, posteriormente esta teoría fue descartada.

Así mismo se revisaron los planos de las redes de acueducto y alcantarillado que existen en la copropiedad, así como los de las redes externas de propiedad de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) que se extienden por las vías aledañas y que pueden afectar de alguna forma la copropiedad.

Al no encontrarse planos hidráulicos y sanitarios suficientes de las zonas comunes, se revisó en la planoteca de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, pero no se encontró información al respecto.

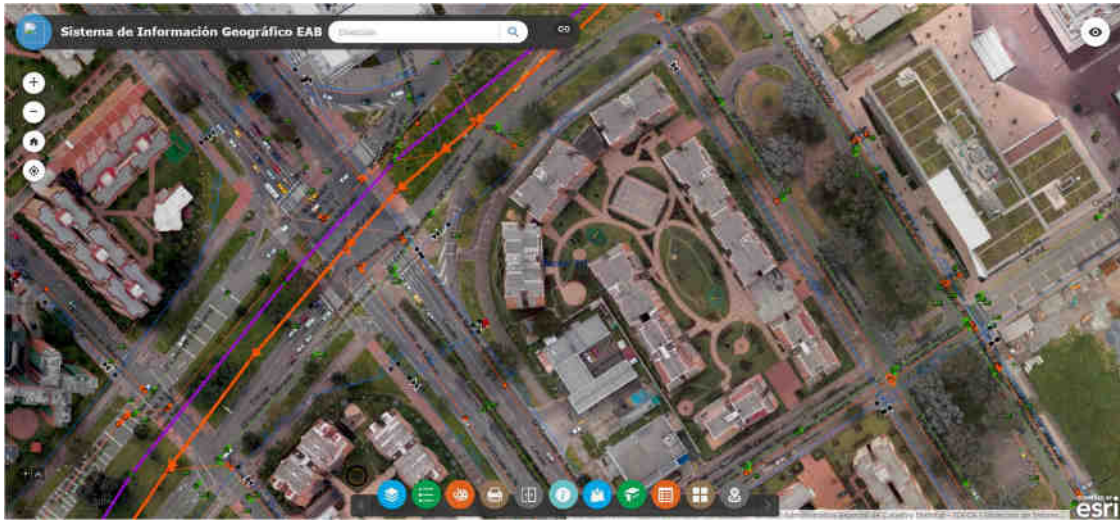


Figura 1. Mapa de redes de acueducto y alcantarillado contiguas a la copropiedad

Posteriormente se revisó el modelo hidrogeológico de Bogotá con el fin de determinar el tipo de suelo en la zona de estudio, profundidad del nivel freático, tipos de acuíferos en la zona, permeabilidad de los suelos entre otros parámetros importantes.

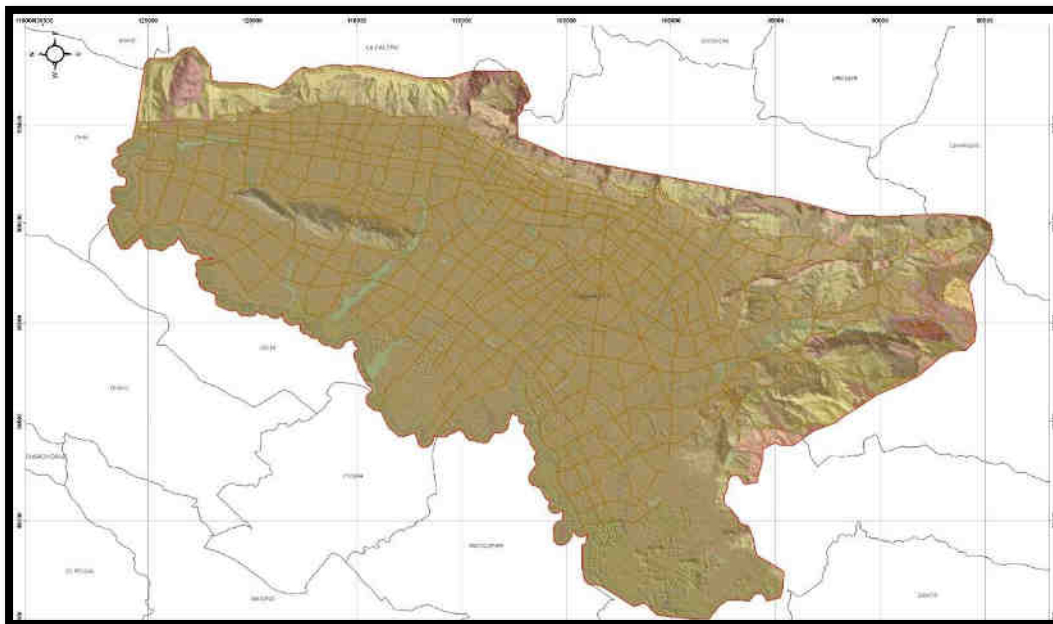


Figura 2. Mapa de geomorfología de la ciudad de Bogotá

ARCA C&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S
DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 54 N° 114-51 INT 5 APTO 104
TELÉFONOS: 310 8737333 – 314 4617174 – 313 4701320
BOGOTÁ - COLOMBIA

3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

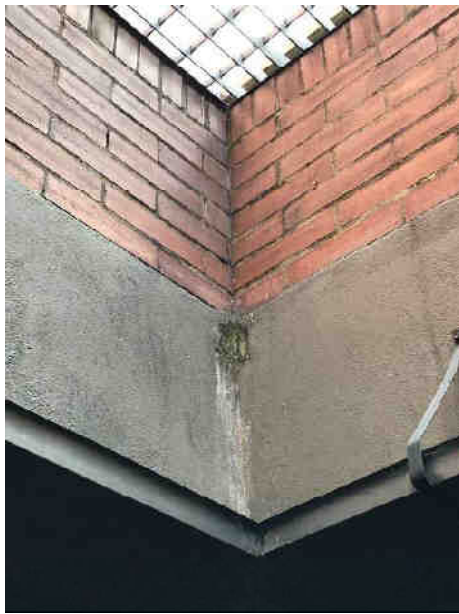
En el desarrollo de los trabajos objeto del presente estudio se identificaron principalmente tres problemáticas de ingreso de aguas al interior de los sótanos a saber:

- La primera causada al parecer por el inadecuado drenaje de las zonas verdes que hacen que el sótano del primer piso presente goteras permanentes en épocas de lluvias continuas.
- La segunda corresponde a áreas afectadas en las placas de entepiso del 1er nivel del perímetro de cada torre.
- La tercera corresponde a la filtración de agua en el segundo sótano, principalmente en la Torre 2 y la Torre 9.

A continuación, se describen los hallazgos encontrados en las visitas realizadas a la copropiedad en las diferentes temporadas:

3.1 Drenaje de las zonas verdes que hacen que el sótano del primer piso presente goteras permanentes en épocas de lluvias continuas.

En las visitas realizadas para revisar los problemas de filtración se pudo constatar la presencia de aguas lluvias en los sótanos del primer piso, tanto en las zonas que cuentan con tragaluces ó sistemas de ventilación, como en los pasos de los bajantes de drenaje de las aguas lluvias y en algunas de las paredes de los tragaluces. Como medida de respuesta ante la problemática, se observan bandejas de recolección de las aguas lluvias en los tragaluces del sótano, en las Fotografía 7 Fotografía 8 Fotografía 9 Fotografía 10 se pueden observar dichas situaciones y algunas acciones implementadas al interior de la copropiedad para controlar el problema.



Fotografía 7. Filtración de agua en las paredes del tragaluz, así como bandeja de recolección de aguas lluvias



Fotografía 8. Bajante de aguas lluvias con procesos de impermeabilización, para evitar la filtración a través de la placa



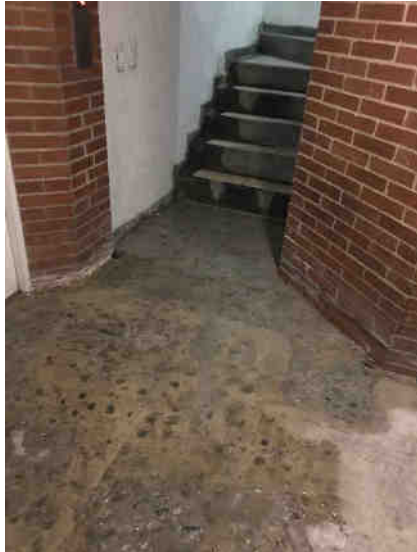
Fotografía 9. Drenaje de agua a través de los muros parqueadero de motos



Fotografía 10. Caja de recolección de aguas lluvias en la superficie de la zona verde

3.2 Áreas afectadas en las placas de entrepiso del 1er nivel del perímetro de cada torre.

En las visitas realizadas a la copropiedad se evidenciaron posibles filtraciones en el perímetro de las torres de apartamentos como se pueden observar en las Fotografía 11 y Fotografía 12

	
Fotografía 11. Jardineras colindando directamente contra el paramento de la torre	Fotografía 12. Filtración de agua al interior de la Torre 9

3.3 Infiltración de agua en el segundo sótano.

Finalmente se evidenció la presencia de aguas en el interior de los depósitos del Sótano 2, principalmente en los depósitos ubicados debajo de la Torre 2 y de la Torre 9.

En el sótano de la Torre 2 se verificaron los depósitos D20, D03 y el depósito ubicado frente al parqueadero 33, identificación dada teniendo en cuenta que dicho depósito no contaba con una placa con el número asignado. Mientras que en la Torre 9 se revisó el depósito ubicado frente al parqueadero 203, identificación dada por la circunstancia antes mencionada.



Fotografía 13. Depósito D20 debajo sótano 2 Torre 2 – Se evidenció presencia de cloro residual



Fotografía 14. Filtración de agua en el muro exterior del sótano 2 Torre 2



Fotografía 15. Afectación deposito D03 debajo del sótano 2 Torre 2



Fotografía 16. Agua de subdrenaje y del interior del depósito ubicado frente a parqueadero 33 debajo del sótano 2 Torre 2

	
Fotografía 17. Canaleta de recolección de agua en el depósito ubicado frente a parqueadero 203 debajo sótano 2 Torre 9	Fotografía 18. Fachada depósito ubicado frente al parqueadero 203 debajo del sótano 2 Torre 9

4 INFORMACIÓN SECUNDARIA REVISADA

4.1 Geología de la zona.

4.1.1 Geología regional y local.

La secuencia sedimentaria tiene inicio en una cuenca extensional de tipo rift que se prolongó desde el Triásico Tardío hasta finales del Cretácico Temprano. El Grupo Farallones, de naturaleza areno-lodosa, representa la unidad más antigua dentro del sector (Paleozoico superior); sobre este descansan inconformemente las formaciones berriasianas Ubalá y Santa Rosa, que registran el ingreso del mar Cretácico al área de estudio. La variación relativa del nivel mar permitió la depositación de arcillolitas de ambientes marinos de baja energía en las formaciones Lutitas de Macanal (Valanginiano) y Fómeque (Barremiano-Aptiano), y de arenitas de ambientes deltaicos en parte de la Formación Las Juntas (Hauteriviano) y el segmento inferior de la Formación Une (Albiano).

A partir del Albiano se da inicio a una fase de sedimentación postrift que se extiende hasta el Paleógeno. En este lapso se deposita la parte superior de la Formación Une (Albiano-Cenomaniano), la Formación Chipaque (Cenomaniano-Santoniano), el Grupo Guadalupe (formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna) y la Formación Guaduas. La Formación Chipaque representa un periodo de máxima inundación en la cuenca de la Cordillera Oriental en esta área, mientras que el Grupo Guadalupe y la Formación Guaduas muestran una somerización progresiva. En el Paleoceno-Eoceno se depositan las formaciones Cacho y Bogotá en ambientes predominantemente continentales fluviales. Estas unidades representan los últimos depósitos antes de la inversión del rift que se generó por el levantamiento de la Cordillera Oriental. Las formaciones Tilatá y Marichuela del Neógeno corresponden a la etapa del levantamiento de la Cordillera Oriental y posterior configuración de la cuenca de la Sabana de Bogotá, que se rellena durante el Cuaternario con las formaciones Subachoque, Río Siecha, Río Tunjuelito, Sabana y Chía, además de depósitos coluviales y lagunares.

Estructuralmente el área de estudio se caracteriza por dos estilos: la Sabana de Bogotá, con estructuras orientadas norte-sur, y la región central-oriental, con orientación preferencial noreste-suroeste. Los pliegues son por lo general abiertos o suaves y con frecuencia se extienden por toda la plancha de forma continua. Las fallas son principalmente de tipo inverso con vergencia al occidente, aunque en el extremo sur occidental predominan las fallas transcurrentes con componente vertical¹

El mapa geológico de la Sabana de Bogotá donde se encuentra el área de estudio se muestra en la Figura 3. La Sabana de Bogotá está compuesta de rocas sedimentarias que van de edades cretácicas hasta el cuaternario, con ausencia de rocas cristalinas, tanto ígneas como metamórficas. En el área de estudio la Formación Chipaque de edad cretácica es la Formación aflorante más antigua.

¹ Corredor V., Terraza R. y Etayo F. “Geología de la Plancha 228 - Bogotá noreste”, Servicio Geológico Colombiano, Bogotá 2015



La principal estructura Geológica está dada hacia el oriente y es un anticlinorio, con ejes principales en dirección NNE-SSW o NE-SW, la cual tiene su expresión morfológica en los cerros orientales de Bogotá. La otra estructura asociada es la Falla de Bogotá de escala regional paralela a los cerros orientales.

La Geología del área de los Cerros del Sur es irregular en parte por fallamientos en dirección NW-SE. Poniendo en contacto rocas del Cretácico, Terciario y Cuaternario.

Formación Sabana (Q1sa) Pleistoceno medio-superior La Formación Sabana aflora en los valles de los ríos Bogotá, Teusacá y Frío. Carvajal et al. (2004) describen estos depósitos como extensos, de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada. Esta unidad se encuentra disectada por el río Bogotá y sus afluentes (Helmens & Van der Hammen, 1995).

Nombre y sección tipo La definición original se debe a Hubach (1957a), quien agrupa los “depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos, en los valles que desembocan en ellas, y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera”. El autor Incluye también los depósitos glaciares del páramo de Cruz Verde al sureste de Bogotá y la parte norte de la región de Sumapaz; el nombre proviene de la Sabana de Bogotá.

Helmens (1990) menciona como área tipo de la Formación Sabana la parte más o menos plana de la Sabana de Bogotá y propone como secciones tipo las perforaciones Funza II, cerca de la población de Funza, y Bogotá, en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Bogotá. La Formación Sabana consiste principalmente de arcillas lacustres y hacia los márgenes de la cuenca de Bogotá se incrementan las intercalaciones de arcillas orgánicas, turbas arcillas arenosas y arenas arcillosas (Helmens, 1990).



Descripción litológica En la parte central de la Sabana de Bogotá, la Formación Sabana está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota se encuentran (hacia el techo) intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación (Helmens, 1990).

Posición estratigráfica y edad La Formación Sabana suprayace la Formación Subachoque, aunque puede encontrarse directamente sobre el sustrato rocoso precuaternario (Helmens, 1990).

De acuerdo con dataciones absolutas de las cenizas más inferiores y de carbono-14 para la parte superior de la Formación Sabana, se establece una edad de Pleistoceno medio y tardío (Helmens, 1990). El espesor de la Formación Sabana se determinó en 320 m en el centro de la cuenca y 168 m al sureste de Bogotá (Helmens, 1990). Ver Figura 3



4.2 Geomorfología de la zona.

La plancha 228 - Bogotá noreste se ubica en la Cordillera Oriental de Colombia y fisiográficamente se divide en dos áreas (IGAC, 1992): (1) la región del altiplano bogotano, que ocupa la zona oeste de la plancha, desde Bogotá y hasta Briceño, y (2) la región del flanco oriental, una franja montañosa que ocupa el centro y oriente de la plancha, con orientación noreste-suroeste y fuertes pendientes, e incluye los páramos de Chingaza, Guasca y Siecha. Las mayores elevaciones se encuentran dentro del Parque Nacional Natural Chingaza y superan los 3500 msnm y las menores se encuentran en el Río Guavio, alrededor de los 1600 msnm

Los principales ríos que drenan el área de estudio pertenecen a dos cuencas hidrográficas: la primera con dirección al oeste, que corresponde al río Magdalena cuyos drenajes principales son los ríos Teusacá y Bogotá, y la segunda con dirección al este, hacia el río Meta con los ríos Blanco, Guavio, Farallones, Chuza y Muchindote (IGAC, 1992). El Embalse de Chuza hace parte del Sistema Chingaza que surte de agua a la ciudad de Bogotá y algunas poblaciones de la Sabana de Bogotá (Parques Nacionales Naturales, 2015).

4.3 Geotecnia de la zona.

La geotecnia es la rama de la geología que trata de la aplicación de los principios geológicos en la investigación de los materiales naturales -como las rocas- que constituyen la corteza terrestre implicados en el diseño, la construcción y la explotación de proyectos de ingeniería civil, como autopistas, vías férreas, puentes, presas, oleoductos, acueductos, unidades habitacionales, sitios de confinamiento y edificios en general. El conocimiento preciso de las propiedades mecánicas del suelo donde se pretende edificar y de las condiciones físicas del ambiente, constituyen el mejor medio de prevención ante desastres naturales que pueden causar graves daños a las obras civiles y a los seres humanos que las habitan².

² Concepto desarrollado por el Servicio Geológico Mexicano.



Según el concepto anteriormente descrito y las condiciones Geológico-Geotécnicas del área urbana de Bogotá, se presenta a continuación el análisis de la relación de estas condiciones, con el fenómeno de subsidencia la cual se encuentra predominantemente en el dominio de sedimentos no consolidados sobre todo hacia la parte céntrica y occidental de la ciudad, generalmente donde se encuentran los sedimentos del cuaternario, sin embargo, en las áreas perimetrales del sur y oriente de la ciudad, así como en el sector de los cerros de Suba se presentan estratos rocosos de mayor competencia o resistencia.

Para definir la zonificación geotécnica del área urbana de Bogotá, se tuvo en cuenta aspectos de todos estos los principales son: la litología y las condiciones topográficas del área.

El tipo de litología, tiene relación con la competencia y la capacidad de la roca de poder ser erodada, o disgregada por lo tanto es un índice de la estabilidad, de la misma forma la pendiente es un índice directo de la estabilidad geotécnica de la roca a mayor pendiente menor estabilidad geotécnica. Luego del análisis, se puede deducir que la subsidencia no es compatible o no tiene ningún tipo de relación con el factor pendiente, todo indica que las zonas con mayor subsidencia son zonas planas, pero el factor litología o composición de la roca, tiene la mayor influencia a la hora de estudiar este fenómeno.

Las unidades definidas se agruparon en unidades de suelos y unidades de rocas, cada una de estas unidades se diferenciará según su composición y resistencia, posteriormente se asignará a cada una de las unidades los grados de estabilidad y este será el elemento de determinación de la denominada Aptitud Geotécnica. Ilustra el modelo cartográfico para generación del mapa de zonificación geotécnica.

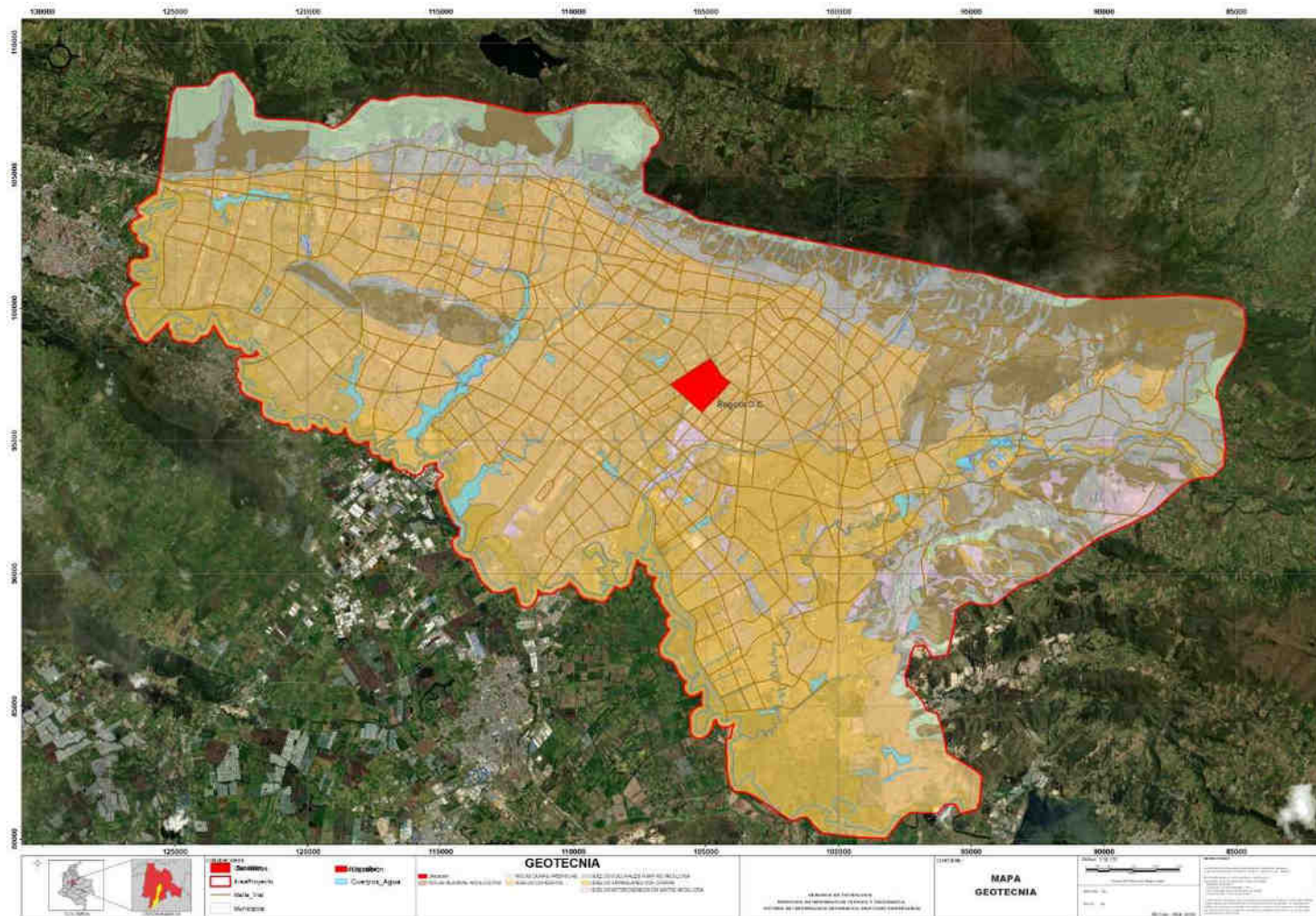


Figura 4. Mapa de geotecnia de la ciudad de Bogotá

ARCA G&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S
DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 54 N° 114-51 INT 5 APTO 104
TELÉFONOS: 310 8737333 – 314 4617174 – 313 4701320
BOGOTÁ - COLOMBIA

4.4 Hidrogeología de la zona.

La sabana de Bogotá, es el centro agroindustrial y económico más importante del país, cuya demanda hídrica es atendida principalmente por los sistemas del río Bogotá y del macizo de Chingaza (Vargas et al., 2008). De acuerdo con el Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS, 2002), la explotación de aguas subterráneas se ha intensificado progresivamente en los últimos quince años debido al desarrollo agroindustrial; además, el aprovechamiento de aguas subterráneas para consumo humano también se ha incrementado, ya que los recursos hídricos superficiales son insuficientes para satisfacer la creciente demanda, especialmente en épocas de verano prolongado. La extracción de aguas subterráneas se ha concentrado en el occidente del área de estudio, sobre todo en los municipios de Funza, Facatativá, Madrid, Tenjo y Mosquera.

La sabana de Bogotá, que incluye la cuenca alta del río Bogotá, es una cuenca intramontana de origen tectonosedimentario, en la cual se han identificado diferentes complejos hidrogeológicos. Cortes geológicos realizados por Ingeominas (2000), respaldados por datos de pozos y geofísicos, muestran que en varias zonas el complejo Guadalupe estaría en contacto directo con el complejo neógeno-cuaternario.

Debido a las particularidades lito-estructurales de las rocas y sedimentos que conforman la cuenca artesiana, en la escala regional se considera que todas las unidades hidrogeológicas están relacionadas y forman una unidad hidráulicamente conectada. Dentro de la cuenca hidrogeológica se establecen dos zonas de interés (Interior y Exterior) donde la recarga y la descarga de las aguas subterráneas está determinadas por procesos y mecanismos distintos.

La zona Interior, corresponde a la superficie de la cobertura de la cuenca. Dentro de esta zona los acuíferos neógeno-cuaternarios y del paleógeno reciben recarga por la infiltración de las aguas lluvias en áreas muy limitadas ubicadas hacia los bordes internos de la cuenca, donde afloran depósitos más permeables, en el resto



del área la recarga por precipitación se dificulta debido a los niveles arcillosos aflorantes, aunque ésta puede tener importancia para los acuíferos superficiales de carácter local, otra fuente de recarga en la zona Interior proviene de las corrientes superficiales durante los períodos húmedos, la relación hidráulica entre los principales acuíferos y los ríos también se limita a las partes altas de los valles internos, dado que en la parte plana sus cauces por ser poco profundos generalmente se encuentran colgados en medio de los sedimentos arcillosos. La descarga en esta zona se produce básicamente en forma de flujo base o mediante los manantiales. La zona de estudio está en el acuífero cuaternario

4.4.1 ACUIFERO CUATERNARIO.

Las aguas subterráneas extraídas por bombeo actualmente mediante pozos, en el Área de Estudio, se conservan entre capas de arena y grava de la Formación Sabana. El acuífero cuaternario consiste en capas de arena y grava que se distribuyen irregularmente a profundidades diferentes, con pobre continuidad. Cada capa de arena y grava tienen un nivel diferente en las aguas subterráneas. Por consiguiente, el nivel de las aguas subterráneas observado en los pozos proviene de niveles combinados de aguas subterráneas de cada capa de arena y grava.

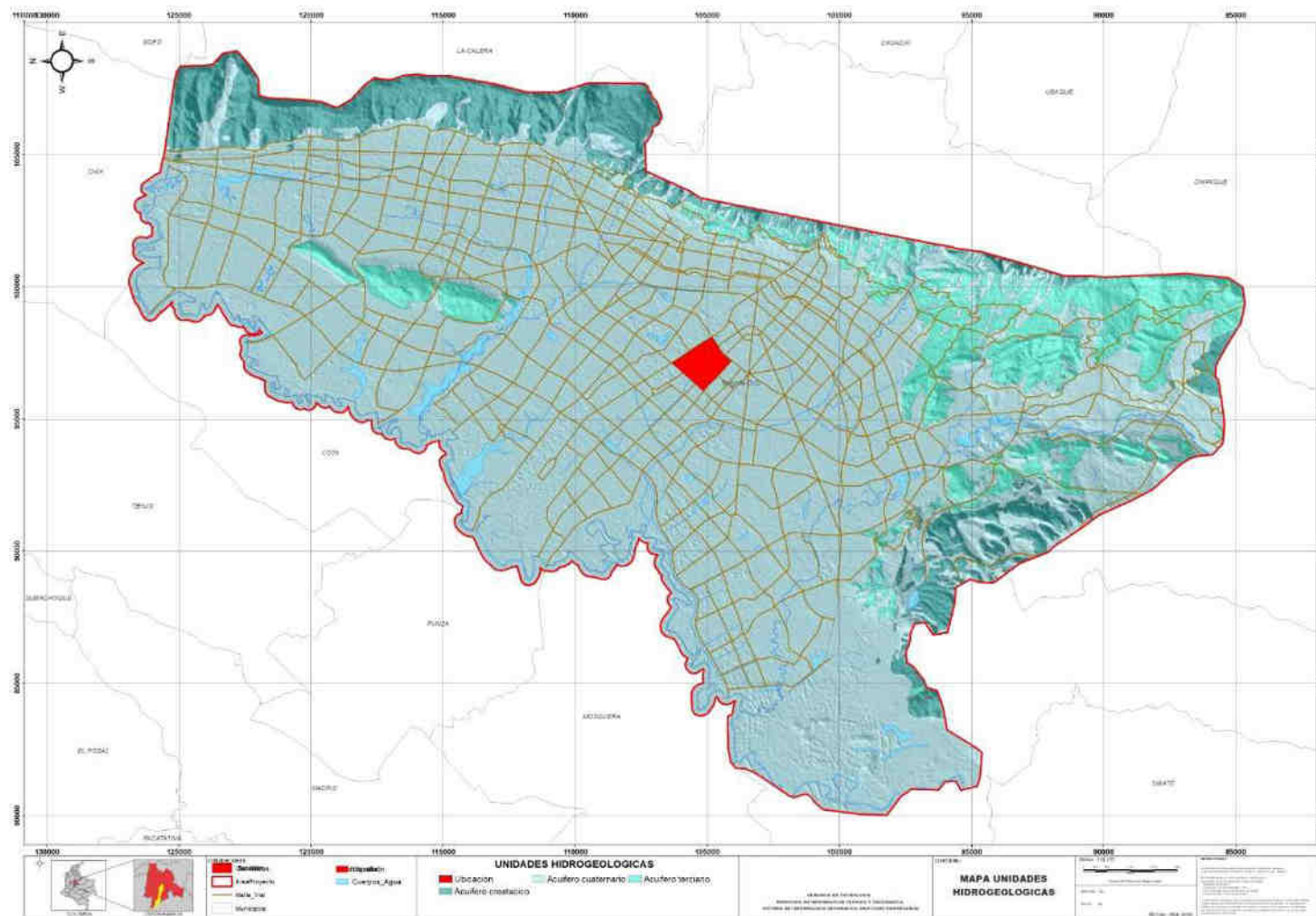


Figura 5. Mapa hidrogeológico de la ciudad de Bogotá

ARCA G&D CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S

DIRECCIÓN: TRANSVERSAL 54 N° 114-51 INT 5 APTO 104

TELÉFONOS: 310 8737333 - 314 4617174 - 313 4701320

BOGOTÁ - COLOMBIA

4.5 Redes de acueducto y alcantarillado circundantes.

Se revisaron los planos existentes en el Sistema de Información Geográfico de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) para verificar las redes de acueducto y alcantarillado que pasan por la copropiedad, de tal forma que se puedan identificar posibles fuentes de afectación por la filtración de agua provenientes de dichas redes.

4.5.1 Acueducto.

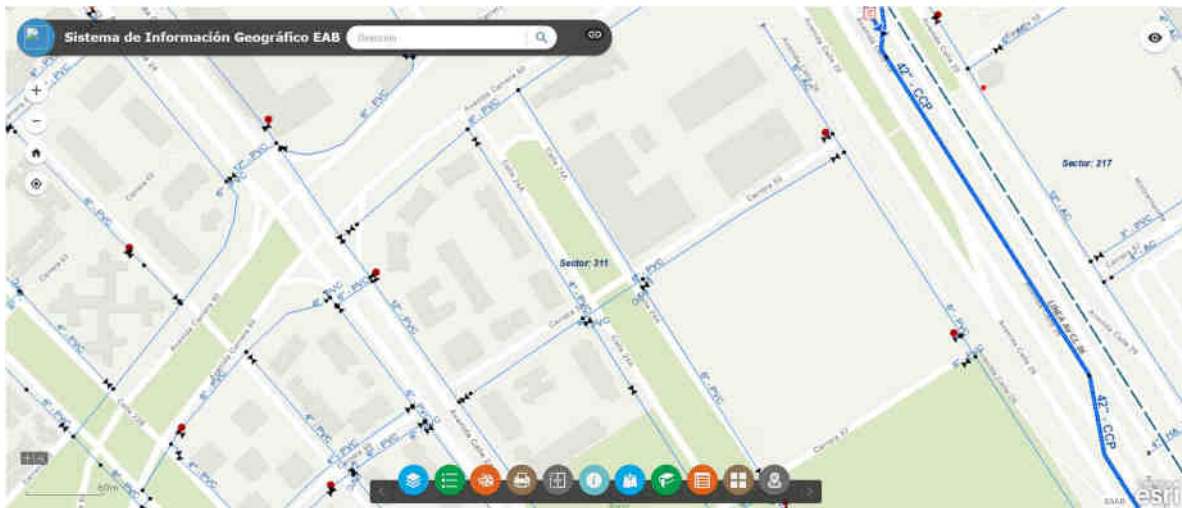


Figura 6. Redes de acueducto circundantes a la copropiedad

- Calle 24A (Frente de la copropiedad): De acuerdo con la información consultada a lo largo de la Calle 24A sobre la calzada Suroccidental (frente de la copropiedad) entre Carreras 59 y 60, se extiende una tubería de Policloruro de vinilo (PVC) de 4" de diámetro, instalada en el año 1990 a una profundidad promedio de 0,87 metros.
- Calle 24 (Detrás de la copropiedad): Sobre la calzada Nororiental de Avenida La Esperanza (Calle 24) entre Carreras 59 y 60, se extiende una tubería de PVC de 12" de diámetro, fue instalada en 1994 a una profundidad promedio de 0,81 metros.

- Carrera 59: A lo largo de la Carrera 59 sobre la calzada suroriental entre la Avenida La Esperanza y la Calle 24A se extiende una tubería de PVC de 6" de diámetro, instalada en el año 1990 a una profundidad promedio de 0,81 metros.
- Avenida Carrera 60: Sobre la calzada suroriental de la Avenida Carrera 60 entre las Calles 24 (Avenida La Esperanza) y 24A se extiende una tubería de PVC de 8" de diámetro, instalada en el año 1994 a una profundidad promedio de 0,78 metros.

4.5.2 Alcantarillado Pluvial.

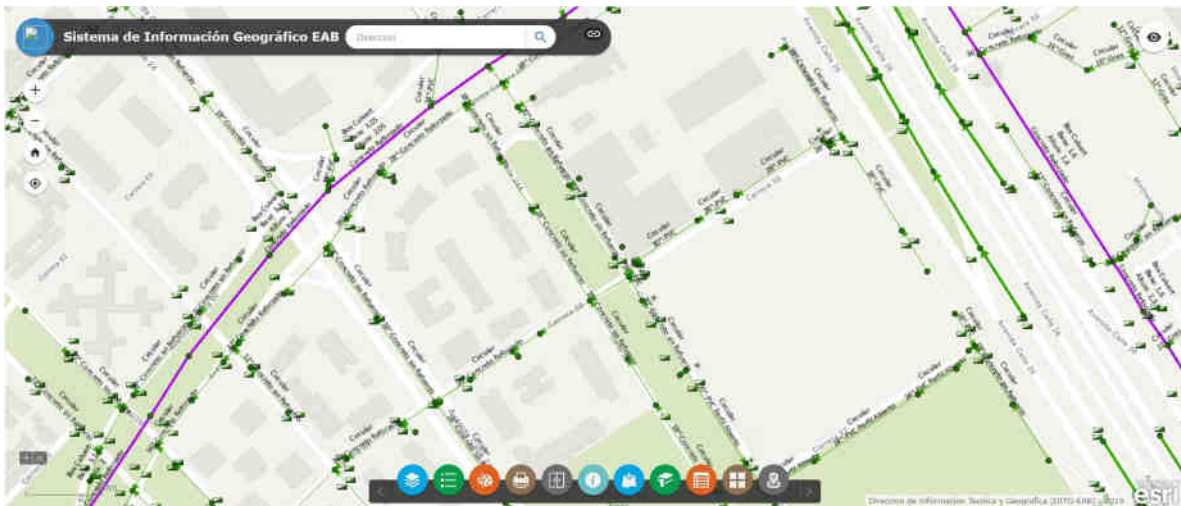


Figura 7. Redes de alcantarillado pluvial circundantes a la copropiedad

- Calle 24A (Frente de la copropiedad): De acuerdo con la información consultada a lo largo de la Calle 24A sobre la calzada Suroccidental (frente de la copropiedad) entre Carreras 59 y 60, se extiende una tubería de Concreto Simple de 18" de diámetro, la cual drena en sentido sur norte, fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 3,75 metros.
- Calle 24 (Detrás de la copropiedad): Sobre la calzada Nororiental de Avenida La Esperanza (Calle 24) entre Carreras 59 y 60, se extiende una tubería de Concreto Simple de 18" de diámetro, drenando en sentido sur norte, fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 3,82 metros.

- Carrera 59: A lo largo de la Carrera 59 sobre la calzada suroriental entre la Avenida La Esperanza y la Calle 24A se extiende una tubería de Concreto reforzado de 36" de diámetro, drena en sentido oriente occidente y fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 3,83 metros.
- Avenida Carrera 60: Sobre la calzada suroriental de la Avenida Carrera 60 entre las Calles 24 (Avenida La Esperanza) y 24A se extiende una tubería de Concreto Reforzado de 28" de diámetro, drenando en sentido norte sur y fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 3,66 metros.

4.5.3 Alcantarillado Sanitario.

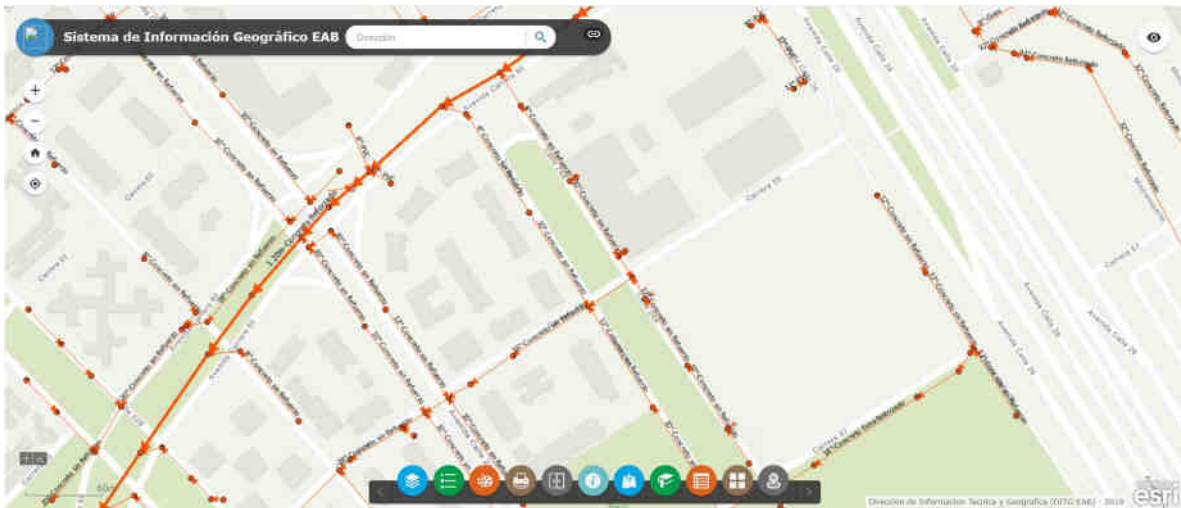


Figura 8. Redes de alcantarillado sanitario circundantes a la copropiedad

- Calle 24A (Frente de la copropiedad): De acuerdo con la información consultada a lo largo de la Calle 24A sobre la calzada Suroccidental (frente de la copropiedad) entre Carreras 59 y 60, se extienden dos tuberías de Concreto Simple de 8" y 10" de diámetro respectivamente, la de 8" drena en sentido sur norte, mientras que la de 10" drena en sentido norte sur, fueron instaladas en el año 1991 a una profundidad promedio de 2,40 metros.
- Calle 24 (Detrás de la copropiedad): Sobre la calzada Nororiental de Avenida La Esperanza (Calle 24) entre Carreras 59 y 60 se extienden dos tuberías de Concreto Simple de 12" de diámetro, una drena en sentido sur norte, mientras



que la otra dreña en sentido norte sur, fueron instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 2,15 metros.

- Carrera 59: A lo largo de la Carrera 59 sobre la calzada suroriental entre la Avenida La Esperanza y la Calle 24A se extiende una tubería de Concreto Simple de 16" de diámetro, dreña en sentido oriente occidente y fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 2,35 metros.
- Avenida Carrera 60: Sobre la calzada suroriental de la Avenida Carrera 60 entre las Calles 24 (Avenida La Esperanza) y 24A se extiende una tubería de Concreto Reforzado de 1.20 m de diámetro, drenando en sentido norte sur y fue instalada en el año 1991 a una profundidad promedio de 3,65 metros.

4.6 Planos de redes de acueducto y alcantarillado internos.

Se revisaron los planos arquitectónicos e hidrosanitarios existentes en la copropiedad para identificar la ubicación de las redes de acueducto y alcantarillado, así como los sistemas de drenaje de aguas lluvias al interior de la misma.

Teniendo en cuenta que la unidad residencial se construyó por etapas, no se encontró un consolidado de las redes que existen, la información se encontraba muy fraccionada, sin embargo, se pudo establecer que las aguas lluvias son drenadas desde las torres de apartamentos a las zonas verdes (jardinerías) y desde éstas se ubican cajas con sifones de 4" de diámetro para la recolección de las aguas lluvias, estas se conducen a través de tuberías de 4" de diámetro adosadas a la placa del primer piso hasta llegar a las redes externas.

5 DIAGNÓSTICO DE LAS POSIBLES CAUSAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA

A partir del análisis y revisión de la información recopilada, las visitas de campo, las entrevistas realizadas y la experiencia del contratista a continuación se realiza una descripción detallada de cada una de las problemáticas planteadas inicialmente, así como de las posibles soluciones y/o recomendaciones para la elaboración posterior de un diseño de detalle de las soluciones planteadas.

5.1 Drenaje de las zonas verdes que hacen que el sótano del primer piso presente goteras permanentes en épocas de lluvias continuas

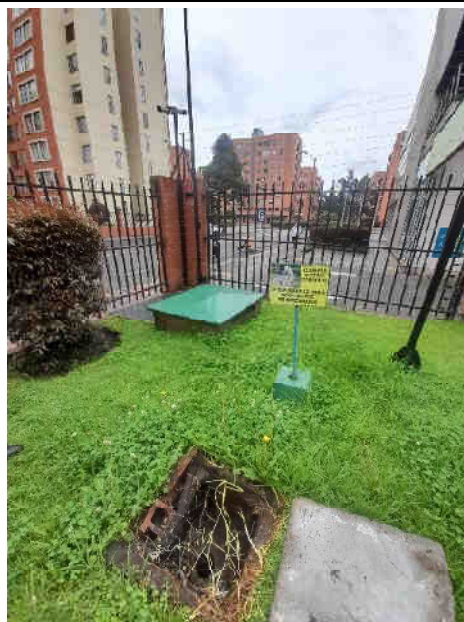
Como se especificó anteriormente, durante las visitas llevadas a cabo por el consultor para revisar de primera mano los problemas de infiltración al interior de los sótanos de la copropiedad, se pudo evidenciar la presencia de aguas lluvias en los sótanos del primer piso, tanto en las zonas que cuentan con tragaluces debajo de la plazoleta central, como en los pasos por la placa de los bajantes de drenaje de aguas lluvias, esta misma situación se evidenció en algunas de las paredes de los tragaluces.

	
Fotografía 19. Sifón colmatado por la presencia de tierra de las jardineras	Fotografía 20. Vista superior bajante de aguas lluvias totalmente colmatado

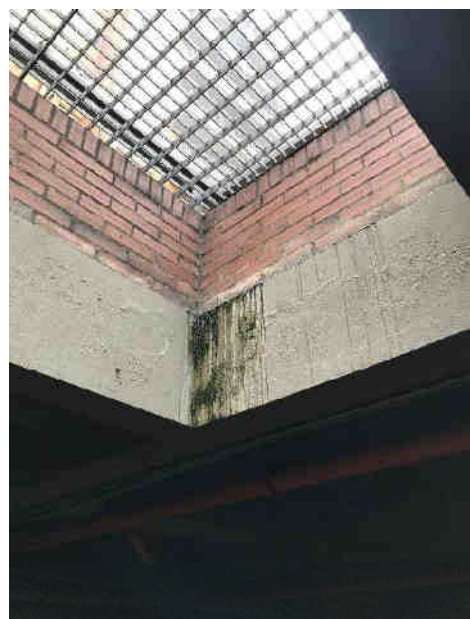
Se evidenció la presencia de arena en los sifones de los bajantes de aguas lluvias que se encuentran adosados a la placa del primer piso, así como la necesidad de mantenimiento preventivo de las cajas de recolección de aguas lluvias ubicadas en las jardineras del primer piso tanto en la plazoleta central como las ubicadas en el perímetro de las torres de apartamentos.



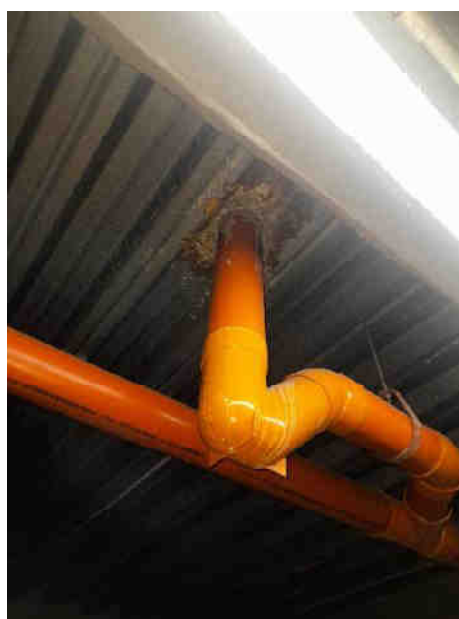
**Fotografía 21. Caja de recolección de aguas
lluvias en perímetro de la Torre 2**



**Fotografía 22. Caja de recolección de aguas
lluvias perimetral a la Torre 2**



**Fotografía 23. Juntas afectadas por el paso
de aguas lluvias desde las jardineras**



**Fotografía 24. Filtración de agua desde la
superficie por el paso por la placa**



Ante esta situación se recomiendan las siguientes acciones de forma prioritaria:

- Sondeo y retiro de tierra de los sifones de las tuberías de aguas lluvias que provienen de las cajas de recolección en las jardineras.
- Mantenimiento y reparación de las cajas de recolección de aguas lluvias ubicadas en las jardineras de la plazoleta central y las perimetrales a las torres de apartamentos.
- Instalación de un sistema de retención tierra al interior de las cajas que drenan las aguas lluvias provenientes de las jardineras.
- Impermeabilización de las juntas que se han visto afectadas por la infiltración de agua desde la superficie de las jardineras.

5.2 Áreas afectadas en las placas de entrepiso del 1er nivel del perímetro de cada torre.

Luego de realizar el análisis sobre las posibles causas de filtraciones generadas al interior del sótano 1 por el perímetro de la placa de entrepiso de las 9 torres, se identificaron las posibles causas:

El sistema estructural de los sótanos es independiente al sistema estructural de las torres. Al ser elementos estructurales independientes que están diseñados para manejar diferentes tipos de cargas, el sistema estructural no se encuentra adosado o es continuo tanto para los sótanos como para las torres.

Las placas de entrepiso del primer nivel de las torres se encuentran dilatadas de las placas de entrepiso o placa de cubierta del sótano 1.

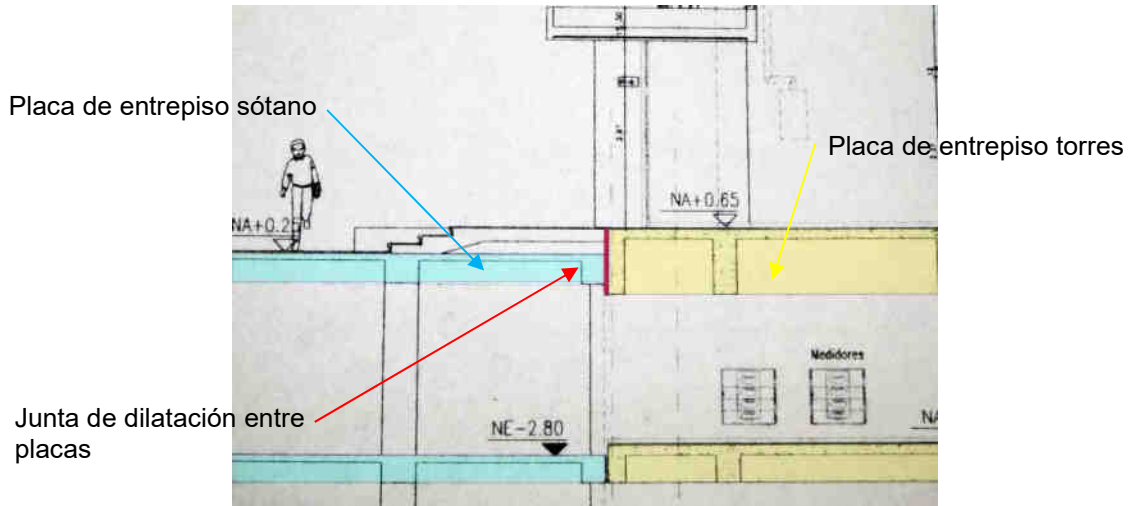


Figura 9. Detalle de alzado

La junta de dilatación abarca a lo largo de las torres pasando por las jardineras interiores de zonas comunes del conjunto.

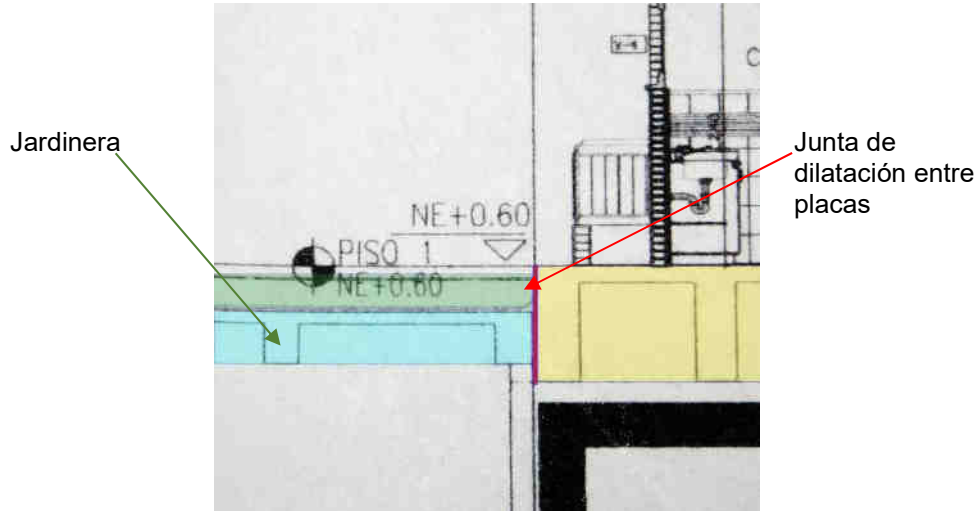


Figura 10. Detalle juntas de dilatación

Respecto al perímetro de las torres que no colinda contra la placa de entrepiso del sótano, el nivel de las jardineras internas colinda directamente contra el paramento de las edificaciones, como se indica en el detalle a continuación.

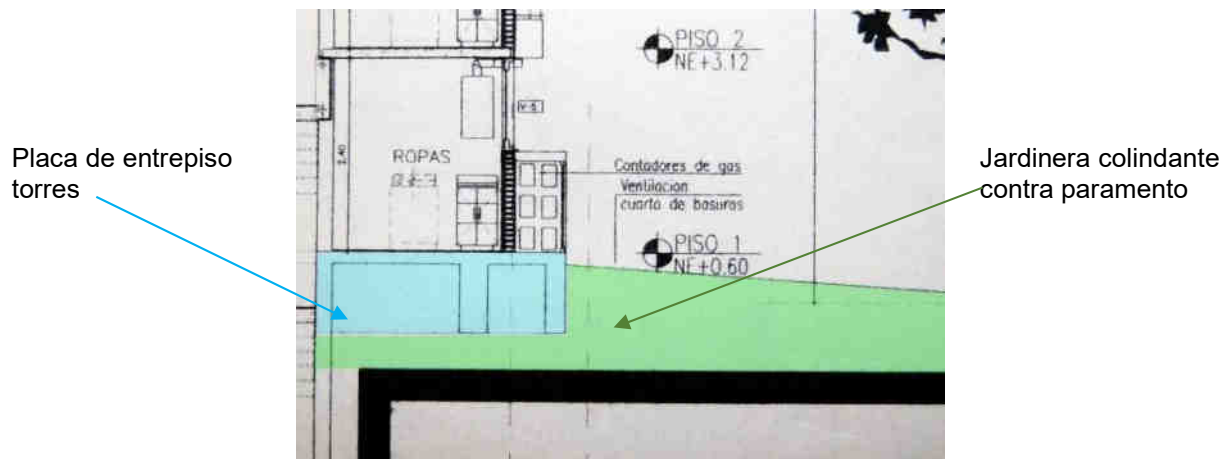
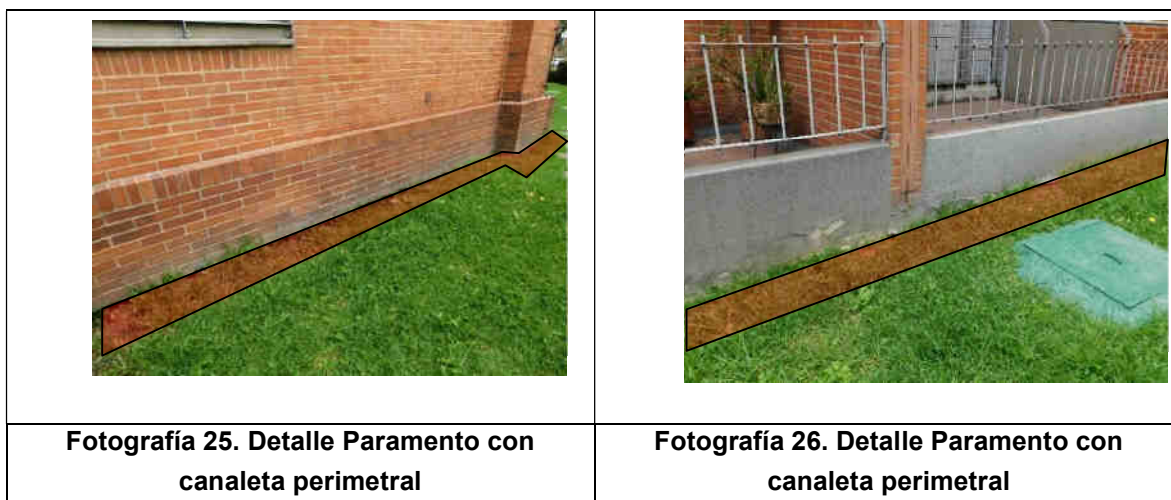


Figura 11. Perímetro Torres de apartamentos

Teniendo en cuenta el análisis previamente enunciado, podemos deducir, que algunas filtraciones que se están presentando al interior del sótano 1 provienen de fallas del sellamiento de la junta de dilatación o ausencia de material sellante en juntas de dilatación.

También se están generando por fallas en la impermeabilización de las jardineras que se encuentran ubicadas sobre o colindan contra las juntas de dilatación y la ausencia de bordillos, medias cañas y cintas de perímetro en las fachadas que los paramentos colindan directamente contra las jardineras posteriores.



Se evidencian grietas en cintas perimetrales y bordillos de poco desarrollo que permiten la penetración del agua por el terreno.

	
Fotografía 27. Detalle Paramento con bordillos de poco desarrollo	Fotografía 28. Detalle Paramento con cintas perimetrales agrietadas

Se evidencian perforaciones en ductos de fachada y grietas en cintas de aislamiento perimetral que permiten penetración de agua.

	
Fotografía 29. Perforaciones en ductos de fachadas	Fotografía 30. Grietas en cintas de aislamiento perimetral

5.2.1 Sistemas a implementar para áreas afectadas en placa de entrepiso

- Realizar sellado y reparación de sellado de junta de dilatación entre placa **de entrepiso sótano y placa de entrepiso 1er nivel de torres, utilizando SIKA SILL 119 SISMO** (masilla de resina acrílica, que actúa como material no rígido para mantener flexibilidad entre elementos estructurales).
Este procedimiento implica la demolición del sobre piso para acceso peatonal a las torres desde el primer nivel y su posterior reconstrucción.
- Reparación de impermeabilización de jardineras colindantes sobre juntas de dilatación (posible reparación y reconstrucción de medias cañas internas en jardineras).
- Adecuación de bordillo perimetral y cintas sobre fachadas en concreto para aislar paramentos contra jardineras internas posteriores.
- Reparación de fisuras de cintas de perímetro existentes.

5.3 Filtración de agua en el segundo sótano, principalmente en la Torre 2 y la Torre 9.

Como se indicó anteriormente, durante las visitas llevadas a cabo por el consultor para revisar de primera mano los problemas de infiltración al interior de los sótanos de la copropiedad, se pudo evidenciar la presencia de aguas lluvias en las bodegas ubicadas en el segundo sótano, específicamente en las ubicadas en las Torres 2 y 9.

En la primera visita se revisaron las problemáticas de los depósitos D20 y D03 ubicados debajo de la Torre 2, en esa ocasión se divisaron las problemáticas desde el exterior de las bodegas porque no se contaba con los permisos y las llaves de los depósitos.

Posteriormente para la segunda visita se contó con un equipo multiparámetro, el cual mide turbiedad, color, cloro libre y otros parámetros de calidad de agua, el objetivo de estas mediciones era buscar presencia de cloro libre con lo que se podía determinar que el agua filtrada a través de las paredes provenía de una tubería de agua potable, toda vez que las aguas naturales no presentan cloro residual libre.

	
Fotografía 31. Verificación de cloro libre en el agua que drena del Deposito D20	Fotografía 32. Verificación de cloro residual en el agua que drena por los sistemas de subdrenaje del edificio

Ese día se entrevistó al señor Miguel Quevedo propietario del Deposito D03 ubicado en el Sótano 2 de la Torre 2, quien explicó la problemática presentada en su bodega y que dicha situación se venía presentando alrededor de 5 años atrás. Igualmente indicó que en la superficie fue instalada una tubería de drenaje adicional, pero no especificó que tipo de tubería, ni el tipo de aguas que transportaba.

	
Fotografía 33. Problemática de infiltración de aguas lluvias al interior del Deposito D03	Fotografía 34. Drenaje de agua del interior de la Bodega D20, la cual se muestreo

Como resultado de las pruebas se pudo establecer que el agua proveniente de escorrentía de la Bodega D20 contenía cloro libre residual, razón por la cual se indicó la necesidad de tomar muestras del agua de infiltración directamente en el interior de la Bodega D20, para lo cual se necesitaba acceder al interior de la misma.

En dicha visita se tomaron muestras en diferentes puntos del Sótano 2 como lo son los sistemas de subdrenaje de los muros (Lloraderos) de contención, las aguas provenientes de la Bodega D03, que fue abierta por el propietario, entre otros sitios de interés. Como resultado de dichos análisis se encontró la inexistencia de cloro residual libre, es decir no existía evidencia de provenir de una tubería de agua potable.

Igualmente se pudo identificar la corrosión del muro de contención del sótano ubicado al frente de la Bodega D20 debajo de la Torre 2, un olor leve a sulfuro de hidrogeno producido por los microorganismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfitos en las aguas residuales domésticas y la posibilidad de ver el terreno circundante a los muros.

	
Fotografía 35. Muro de contención frente a la Bodega D20, visiblemente corroído y con olor a agua residual doméstica	Fotografía 36. Vista del interior del muro de contención frente a la Bodega D20

En una tercera y cuarta visita se revisaron nuevamente la filtración y la esorrentía la interior de la Bodega D20, encontrando presencia de aguas residuales domésticas, en esta ocasión no se evidenció la presencia de cloro residual libre y en entrevista con el operario de mantenimiento se indico que se utilizaba hipoclorito de sodio para disminuir el olor de las aguas que provenían del interior de las bodegas, lo que explica de alguna forma los resultados obtenidos previamente y descarta la posibilidad de que la fuente de agua de las filtraciones sea un tubo de agua potable.



En dichas visitas y una quinta visita a la copropiedad se analizaron adicionalmente la bodega ubicada frente al parqueadero 33 y frente al parqueadero 203, las cuales se han manejado por parte de los propietarios y/o tienen una baja incidencia.

Adicionalmente se analizaron las intervenciones que se han realizado en la superficie de la Torre 2 como son una caja eléctrica para la cerca eléctrica, las cajas de recolección de aguas lluvias y la obtenida con la información secundaria analizada.

5.3.1 Análisis de las problemáticas.

Teniendo en cuenta que en las inmediaciones del área de estudio, el suelo ha sido impermeabilizado en gran proporción (vías, paramentos, edificios, entre otros) por las construcciones realizadas, las posibilidades de recarga directa del acuífero cuaternario presente en la zona son bajas, adicionalmente, los niveles freáticos han sido manipulados (entiéndase como la perdida de continuidad lateral del acuífero), la rotura del mismo por la construcción de pilotes para las construcciones, entre otros. Se concluye que las probabilidades de afectación por la acción de las aguas subterráneas son muy bajas o nulas, dicha situación se evidenció en el sistema de drenaje de los muros (Lloraderos de los muros), los cuales presentaron caudales bajos tanto en épocas secas, como en épocas de lluvia.

Ahora bien, la presencia de aguas residuales en la Bodega D20, la aparición de la problemática 5 años atrás, la profundidad de las redes de alcantarillado sanitario de la EAB, supone que existe un alta posibilidad que el problema se origine por el paso de la tubería de alcantarillado sanitario de 16" de diámetro y 2.36 metros de profundidad por la Cra 59, en este caso se debe solicitar a la EAB una inspección con CCTV de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario que se extienden por



esta zona y/o la revisión, sondeo y limpieza de la redes internas de aguas residuales.

Adicionalmente se evidenció un aumento en el caudal de agua que drena de los depósitos ubicados en el Sótano 2 debajo de la Torre 2 esto puede estar asociado a la colmatación de las cajas que drenan las aguas lluvias que caen a las zonas verdes aledañas a los edificios de apartamentos, esto aunado a la construcción de la caja eléctrica para la reja eléctrica que bordea los límites de la copropiedad la cual presenta un lado sin material de relleno.

Las demás zonas afectadas Deposito D03, Deposito frente al parqueadero 33 y la ubicada frente al parqueadero 203 tienen dos posibles causas el drenaje de agua por el entrepiso de los muros perimetrales a los edificios de apartamentos y la falta de un sondeo y retiro de tierra de los sifones de las tuberías de aguas lluvias que provienen de las cajas de recolección en las jardineras.

6 RECOMENDACIONES

- Sondeo y retiro de tierra de los sifones de las tuberías de aguas lluvias que provienen de las cajas de recolección en las jardineras.
- Mantenimiento y reparación de las cajas de recolección de aguas lluvias ubicadas en las jardineras de la plazoleta central y las perimetrales a las torres de apartamentos.
- Instalación de un sistema de retención tierra al interior de las cajas que drenan las aguas lluvias provenientes de las jardineras.
- Impermeabilización de las juntas que se han visto afectadas por la infiltración de agua desde la superficie de las jardineras.

- Realizar sellado y reparación de sellado de junta de dilatación entre placa **de entrepiso sótano y placa de entrepiso 1er nivel de torres, utilizando SIKA SILL 119 SISMO** (masilla de resina acrílica, que actúa como material no rígido para mantener flexibilidad entre elementos estructurales).
Este procedimiento implica la demolición del sobre piso para acceso peatonal a las torres desde el primer nivel y su posterior reconstrucción.
- Reparación de impermeabilización de jardineras colindantes sobre juntas de dilatación (posible reparación y reconstrucción de medias cañas internas en jardineras).
- Adecuación de bordillo perimetral y cintas sobre fachadas en concreto para aislar paramentos contra jardineras internas posteriores.
- Reparación de fisuras de cintas de perímetro existentes.
- Solicitud de revisión con CCTV de las tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario que se extienden por la Carrera 59.
- Relleno del perímetro de la caja eléctrica para la cerca perimetral de la copropiedad.
- Revisión y análisis estructural de la fisura que se encuentra sobre el muro frente a la Bodega D20 del Sótano 2, debajo de la Torre 2.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Corredor V., Terraza R . y Etayo F. “Geología de la Plancha 228 - Bogotá noreste”, Servicio Geológico Colombiano, Bogotá 2015
- <https://www.acueducto.com.co/wassigue1/VisorBaseEAB/>
- <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/263892/Identificaci%C3%B3n+y+Priorizaci%C3%B3n.pdf/be5c6d3b-a7e2-4dac-972c-1ca9db6ad6e3>