



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO NACIONAL

COMUNICADO

El Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) hace de conocimiento público el resultado del Informe Técnico sobre el aniego con aguas servidas, producido el 13 de enero de 2019, en inmediaciones de la avenida Los Tusilagos, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Asimismo, señala que, el viernes 03 de mayo, este documento fue sustentado por los miembros de la Comisión Especial ante el Sr. Presidente de la República, Ing. Martín Vizcarra Cornejo, y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ing. Miguel Estrada Mendoza; en Palacio de Gobierno, dándose cumplimiento al requerimiento efectuado por el Despacho Presidencial.

A continuación, se precisa el contenido del Informe Técnico:

- 1.** El 14 de enero de 2019, el Sr. Presidente de la República, Ing. Martín Vizcarra Cornejo, encargó al Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú, Ing. Carlos Herrera Descalzi, que se investigue las causas que produjeron dicho aniego. Ese mismo día, el Decano Nacional designó a ingenieros para que se constituyan al lugar y realicen una inspección ocular, para conocer lo sucedido y recabar información técnica y gráfica.
- 2.** El 15 de enero, el Decano Nacional convocó a miembros del CIP, expertos en las disciplinas de obras de saneamiento, estructuras, mecánica de suelos, geología e hidráulica, sin participación en los hechos; con el propósito de conformar una Comisión Especial a cargo de las investigaciones de la causa del referido aniego.
- 3.** La citada Comisión Especial sostuvo reuniones con las entidades y empresas que intervinieron en el diseño, construcción y operación del colector Canto Grande; con la finalidad de conocer detalles de lo sucedido.

Se trató de las empresas: EcoProject S.A.C. (responsable del diseño); Constructora Norberto Odebrecht S.A., Sucursal Perú; y GYM S.A. (empresas que formaron parte del Consorcio Tren Eléctrico); y la empresa IVC Contratistas Generales S.A. (responsable de la construcción de la obra). Además, de Sedapal (empresa prestadora de servicio, responsable de la aprobación del proyecto, supervisión, operación y mantenimiento de la obra).

Asimismo, se reunió con representantes de las empresas ADS y TDM, fabricante y distribuidor, respectivamente, de la tubería instalada; y con las empresas de



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO NACIONAL

servicios Acciona Agua S.A. Sucursal Peruana y HM Servicios Industriales S.A.C.; que estuvieron a cargo de las intervenciones luego de producirse el hundimiento de la carpeta asfáltica en la zona.

- 4.** La Comisión Especial también remitió a Sedapal, así como a las empresas Acciona Agua S.A. y HM Servicios Industriales S.A.C. un cuestionario de preguntas, cuyas respuestas fueron remitidas los días 27 y 28 de marzo de 2019.
- 5.** Luego de las inspecciones oculares y la recopilación de información de los hechos y evidencias técnicas recabadas, entre otras intervenciones efectuadas; se analizó el motivo de la falla y la potencial causa del aniego, durante las etapas de diseño, construcción y operación del colector Canto Grande. También se verificó el cumplimiento de la normativa vigente desde la ejecución de la obra (año 2012). La metodología aplicada fue analítica y descriptiva.
- 6.** Como resultado de ello, se concluyó que el aniego fue ocasionado por el atoro del colector Canto Grande, a la altura de la Estación Pirámide del Sol, en el distrito de San Juan de Lurigancho. El atoro fue causado por el ingreso de una gran cantidad de conglomerado al interior del colector, a través de un forado en su superficie. Resulta improbable que el forado se haya producido por falla de la tubería, por ser ésta altamente flexible. En las condiciones de trabajo en que se encontraba, de fallar lo habría hecho por aplastamiento. Un forado, en esta tubería, solo se puede producir con un objeto duro y cortante.
- 7.** El aniego fue un proceso que se incubó a lo largo de varios días. Se inició el 03 de enero de 2019 y derivó en el atoro del 13 de enero de 2019. Las evidencias revelan que inicialmente se priorizó la protección de la cimentación de las estructuras del Tren Eléctrico.
- 8.** El aniego pudo ser evitado y, cuando se tornó inevitable, debió alertarse a la población en situación de riesgo, lo cual pudo hacerse con varias horas de anticipación.
- 9.** Por sus características, el forado sólo pudo haberse producido por un factor externo y en forma accidental; no fue resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural ni hay evidencia de un acto de sabotaje.
- 10.** Los protocolos de pruebas y ensayos de campo, efectuados durante la ejecución de la obra o posteriores al colapso del colector Canto Grande, no revelan la existencia



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO NACIONAL

de fallas en la instalación de la tubería ni tampoco en la compactación del suelo utilizado como relleno.

- 11.** Los hundimientos que aparecieron el 02 de enero de 2019 sobre los colectores La Huayrona y Canto Grande, frente a la estación Pirámide del Sol, encuentran explicación en un lavado de finos. Éste pudo ser ocasionado por un rebalse de las aguas provenientes de los colapsos del colector La Huayrona.
- 12.** El CIP recomienda que Sedapal considere el reemplazo progresivo de los colectores principales que lo requieran, priorizando aquellos que cumplieron su periodo de diseño, ciclo de vida útil y su capacidad hidráulica. Además, que se realice el monitoreo permanente a los colectores principales para realizar el oportuno mantenimiento preventivo y correctivo.

De igual forma, se recomienda que, en los proyectos de infraestructura sanitaria, además del diseño hidráulico se incluya el análisis de riesgo y de vulnerabilidad del sistema. Igualmente, que se elaboren los planes de contingencia ante cualquier evento causado por la naturaleza o por un factor humano.

Miraflores, 04 de mayo de 2019

CARLOS HERRERA DESCALZI
Decano Nacional

SEGUNDO REUSCHE CASTILLO
Director Secretario Nacional



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ



INFORME TÉCNICO

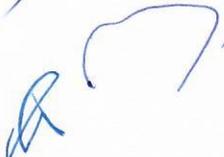
**ANIEGO EN SAN JUAN DE LURIGANCHO,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA**

Lima, abril de 2019

[Handwritten signatures in blue ink]
H. Guispe

ÍNDICE

1	PRESENTACIÓN	2
2	CONCLUSIONES	3
3	METODOLOGÍA	4
4	FUENTES DE INFORMACIÓN	5
5	AUTORES DEL INFORME	6
6	CONCEPTOS DE INGENIERÍA	7
6.1	Red de desagüe	7
6.2	Deterioro de tubería de concreto	7
6.3	Lavado de finos	8
6.4	Principio de vasos comunicantes	9
7	LOS HECHOS	10
7.1	Antecedente	10
7.2	Secuencia de y comentario a los hechos ocurridos	10
7.3	De la inspección ocular	28
8	ANÁLISIS DE LOS HECHOS	32
9	RECOMENDACIONES	42
10	ANEXOS	43


S. J. J.

A.


1 PRESENTACIÓN

El 13 de enero del 2019, se produjo un gran aniego con aguas servidas, alrededor de la avenida Los Tusilagos, en el distrito de San Juan de Lurigancho, inundando más de 200 viviendas. Ocurrió como consecuencia del atoro del colector primario Canto Grande, en un tramo ubicado al lado de la Estación Pirámide del Sol de la Línea 1 del tren eléctrico, Avenida Los Próceres de la Independencia, distrito San Juan de Lurigancho.

El 14 de enero, el Señor Presidente de la República, Ingeniero Martín Vizcarra Cornejo, encargó al Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú, Ingeniero Carlos Herrera Descalzi, que el CIP investigue la causa del aniego.

El mismo día, el Decano Nacional designó a dos Ingenieros para que se constituyan en el lugar y realicen una inspección ocular, para conocer lo ocurrido. Se tomaron algunos registros fotográficos y se obtuvo información básica, proporcionada por trabajadores de SEDAPAL que se encontraban en el lugar.

El 15 de enero, el Decano Nacional del CIP convocó a miembros del CIP, expertos en diferentes disciplinas: obras de Saneamiento, Estructuras, Mecánica de Suelos, Geología e Hidráulica, sin participación en los hechos, conformando así una Comisión Especial (a referir más adelante como Comisión Especial CIP o Comisión Especial o Comisión) para atender lo solicitado: investigar las causas del aniego.

Se encontró como causa primaria que una gran cantidad de conglomerado había ingresado dentro del colector Canto Grande, atorándolo a lo largo de unos 30 metros aproximadamente, represando las aguas residuales que conduce, ocasionando que el nivel hidrostático aguas arriba del atoro fuese subiendo paulatinamente, hasta provocar el rebalse que produjo el aniego en las viviendas construidas en el lugar; el nivel de las aguas residuales alcanzó una altura de 1,70 metros.

La Comisión Especial solicitó y concretó reuniones con las entidades y empresas que intervinieron sea en el diseño, construcción u operación del colector Canto Grande. Así, se reunió con EcoProjet S.A.C (en adelante ECOPROJET) empresa responsable del Diseño, Constructora Norberto Odebrecht S.A. Sucursal en Perú (en adelante ODEBRECHT) y GYM S.A. (en adelante GYM), empresas que formaron parte del Consorcio Tren Eléctrico (CTE) y la empresa IVC Contratistas Generales S.A. (en adelante IVC), como responsables de la Construcción de la obra. También se reunió con Sedapal (o SEDAPAL), empresa prestadora de servicio, responsable de la aprobación del proyecto, así como de la supervisión, operación y mantenimiento de la obra. También se reunió con representantes de las empresas ADS y TDM, fabricante y distribuidor, respectivamente, de la tubería instalada; y con las empresas de servicios Acciona Agua S.A. Sucursal Peruana (en adelante ACCIONA o Acciona) y HM Servicios Industriales SAC (en adelante HM), a

cuyo cargo estuvieron las intervenciones tras haberse presentado los hundimientos de la carpeta asfáltica.

Después de las reuniones y análisis de la información recibida, la Comisión Especial solicitó a Sedapal, Acciona y HM respuestas escritas a cuestionarios de preguntas. Las respuestas se recibieron recién los días 27 y 28 de marzo de 2019.

Metodológicamente, se buscó el motivo de la falla y ubicar su potencial causa, a lo largo del ciclo de vida del colector Canto Grande, es decir en sus etapas de diseño, construcción y operación. Asimismo, se verificó que dicha obra hubiese cumplido con la Ley General de Servicios de Saneamiento o Ley N° 26338 y con su Reglamento aprobado mediante D.S. N° 023-2005-VIVIENDA, vigente al año 2012 cuando se ejecutó la obra.

La Comisión Especial CIP analizó hechos y evidencias que pudo recopilar o a las que pudo tener acceso como: copias de la documentación oficial, planos, fotografías, videos, notas de prensa de SEDAPAL, reportes periodísticos y televisivos, y declaraciones de los protagonistas. Llegó a las conclusiones que aparecen en la siguiente sección y que se sustentan en la sección de análisis de los hechos.

2 CONCLUSIONES

1. El aniego fue ocasionado por el atoro del colector Canto Grande a la altura de la Estación Pirámide del Sol.
2. El atoro fue causado por el ingreso de una gran cantidad de conglomerado al interior del colector Canto Grande, a través de un forado en su superficie.
3. Que, resulta improbable que el forado se haya producido por falla de la tubería, por ser ésta altamente flexible. En las condiciones de trabajo en que se encontraba, de fallar lo habría hecho por aplastamiento. Un forado, en esta tubería, sólo se puede producir con un objeto duro y cortante.
4. Por sus características, el forado sólo podría haberse producido por un factor externo y en forma accidental; no fue resultado ni de la ocurrencia de un fenómeno natural ni hay evidencia de acto de sabotaje.
5. La proximidad entre el colector Canto Grande y la plataforma del tren volvió vulnerable a esta última; su vulnerabilidad se acrecentó con la proximidad entre los colectores Canto Grande y La Huayrona, debido a la posición del último respecto al primero, sumada a su antigüedad y estado de conservación.
6. El aniego fue un proceso que se incubó a lo largo de varios días. Se inició el 03-Ene-2019 y derivó en el aniego del 13-Ene-2019. Las evidencias revelan que inicialmente se priorizó la protección de la cimentación de las estructuras del Tren Eléctrico.

7. El aniego pudo ser evitado y, cuando era ya inevitable, debió alertarse a la población que se vería afectada, lo cual se pudo efectuar con varias horas de anticipación. (Ver Anexos)
8. Los protocolos de pruebas y ensayos de campo, efectuados durante la ejecución de la obra o posteriores al colapso del colector Canto Grande, no revelan la existencia de fallas en la instalación de la tubería ni tampoco en la compactación del suelo utilizado como relleno.
9. Los hundimientos que aparecieron el 02-Ene-2019 sobre los colectores La Huayrona y Canto Grande, frente a la estación Pirámide del Sol, encuentran explicación en un lavado de finos. Éste pudo ser ocasionado por un rebalse de las aguas provenientes de los colapsos del colector La Huayrona.
10. La inspección vía cámara de vídeo por el interior del colector Canto Grande presentada por SEDAPAL, correspondiente al 02-Ene-2019, no revela presencia de piedras, ni forados en la tubería, en esa fecha.
11. No se pudo identificar al factor externo que produjo el forado en el colector Canto Grande -ni tampoco descartar su existencia- debido a que no se recibió copia de fotos y/o videos que debieron existir; tampoco se recibió testimonio de quienes presenciaron los hechos, ni respuestas precisas a lo solicitado mediante pliegos de preguntas formuladas tanto a SEDAPAL, como a ACCIONA y a HM.
12. La hipótesis planteada en el sentido que el colector fue impactado por las uñas de una retroexcavadora durante los trabajos de excavación, no se puede calificar como inverosímil.
13. La documentación histórica presentada por TDM, ODEBRECHT, GYM y SEDAPAL revela que la tubería HDPE DN 1500 mm instalada en el lugar del atoro fue previamente aceptada y aprobada y, posteriormente, recepcionada por SEDAPAL.
14. Cálculos posteriores al aniego, efectuados por expertos contratados por Odebrecht, indican que la tubería HDPE DN 1500 mm, instalada en el colector Canto Grande, era adecuada para la función que tenía que desempeñar.

3 METODOLOGÍA

Las conclusiones a las que llega esta Comisión, se fundamentan en el método analítico y descriptivo. Se consideró también el método deductivo, que va de lo general a lo particular.

Se recopiló importante información de las empresas que participaron en el desarrollo del proyecto y en la ejecución de la obra; así como de las empresas de servicio que participaron en la operación y mantenimiento del colector durante el proceso del atoro. Luego se partió del análisis de la documentación e información recabada y se incluyó la identificación de causas directas, factores coadyuvantes.

Se valoró que la información recibida fuera coherente con las evidencias, sentido común, análisis racional y los fundamentos de la ingeniería. Se analizaron las evidencias documentadas para comprobar si cumplieron con el Marco Normativo y Normas Técnicas en la elaboración del proyecto; así como también, el cumplimiento de las pruebas y ensayos de campo en el proceso de ejecución de la obra.

Se buscó el motivo de la falla y ubicar su potencial causal a lo largo del ciclo de vida del colector Canto Grande: diseño, construcción y operación.

4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información a las que se recurrieron y se tuvo acceso, son las siguientes:

- Visitas al lugar del aniego realizadas por miembros de la Comisión Especial CIP.
- Reuniones y entrevistas con las empresas ODEBRECHT, GYM, IVC, ECOPROJET, SEDAPAL, ADS, TDM, ACCIONA y HM.
- Información proporcionada por las empresas comprendidas como: copias de la documentación oficial; planos, fotografías, videos, notas de prensa de SEDAPAL, reportes periodísticos y televisivos, y declaraciones al respecto.
- Información técnica sobre la concepción del diseño de la tubería proporcionada por las empresas ADS y TDM; especificaciones técnicas, características físicas y técnicas. Certificados de calidad, aprobaciones previas y compatibilidad de normas técnicas otorgadas por SEDAPAL antes de inicio de la obra y una relación de obras de saneamiento que han utilizado sus productos dentro y fuera del país.
- Información documentada y digital entregada por las Empresas Odebrecht y Graña y Montero, del Consorcio Tren Eléctrico e IVC. Dicha información muestra que estas empresas cumplieron lo dispuesto en el marco legal y las normas técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, desde la elaboración del proyecto y su proceso constructivo, hasta la suscripción del Acta de transferencia y Recepción de Obras Ejecutadas que la Autoridad Autónoma del Tren (AATE) realizó con SEDAPAL. También proporcionaron información adicional sobre los hechos que son parte de la investigación.
- Notas de prensa y comunicados pertinentes emitidos por SEDAPAL.
- Cronología de los reportes previos y durante el evento, obtenidos de los medios de prensa, registros fotográficos y videos; algunos bajados de internet.
- Carta enviada por GyM de fecha 08-Mar-2019, informando que después de producirse el atoro no ha recibido reclamo alguno por parte de

SEDAPAL ni de la AATE sobre alguna deficiencia o vicio oculto que se hubiera encontrado en la obra. (Ver Anexo 13)

- Informe sobre estudio independiente de verificación de la capacidad de la tubería HDPE de 1500 mm, bajo las influencias de las cargas de las estructuras del tren, remitida por ODEBRECHT. (Ver Anexo 14 y Anexo 15)
- Información proporcionada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Se analizó la información física y digital que proporcionaron las empresas comprendidas mediante las siguientes cartas:

[1]	Carta CNO-014-2019-LEGAL- GQ	(ODEBRECHT)
[2]	Carta CNO-065-2019-LEGAL- GQ	(ODEBRECHT)
[3]	Carta CNO-100-2019-LEGAL-GQ	(ODEBRECHT)
[4]	Carta s/n recibida 07/02/19	(GyM)
[5]	Carta s/n recibida 08/03/19	(GyM)
[6]	Carta N° 255-2019-GG	(SEDAPAL)
[7]	Carta N° 306-2016-GG	(SEDAPAL)
[8]	Carta N° 305-2019-GG	(SEDAPAL)
[9]	Carta N° 310-2019-GG	(SEDAPAL)
[10]	Carta N° 018-2019-GGAR	(SEDAPAL)
[11]	Carta N° 473-2019-GG	(SEDAPAL)
[12]	Carta N° 0052-2019-ERPrim	(SEDAPAL)
[13]	Carta N° 20-2019/HM	(HM SERVICIOS INDUSTRIALES)
[14]	Carta N° 27-2019/HM	(HM SERVICIOS INDUSTRIALES)
[15]	Carta N° 022-2019/Acciona Agua	(ACCIONA AGUA)
[16]	Carta N° 030-2019/Acciona Agua	(ACCIONA AGUA)
[17]	VMB-2019-127	(ECOPROJECT)

Además, documentación física y digital proporcionada por las empresas comprendidas durante el desarrollo de las entrevistas dadas en el CIP.

5 AUTORES DEL INFORME

- ✓ Ing. Carlos Enrique Ormeño Grados, registro CIP 19727.
- ✓ Ing. César Alfredo Fuentes Ortiz, registro CIP 1754.
- ✓ Ing. Jorge Benjamín Gamboa Sánchez, registro CIP 9849.
- ✓ Ing. José Alberto Martínez del Rosario, registro CIP 53362.

- ✓ Ing. Guillermo David Huaco Cárdenas, registro CIP 82401.
- ✓ Ing. Luis Enrique Lazo Mayorca, registro CIP 18356.

(Sus currículos aparecen como Anexo 23)

6 CONCEPTOS DE INGENIERÍA

6.1 RED DE DESAGÜE

Los sistemas de alcantarillado sanitarios son diseñados para recolectar aguas residuales, de uso doméstico o industrial, que son conducidas por acción de la gravedad y sin ninguna presión hacia colectores de diámetros cada vez de mayores, en función del mayor caudal acumulado. Al final descargan en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Las tuberías están diseñadas para trabajar sin presión interna. El tirante hidráulico no debiera ser mayor del 75% del diámetro. Las pendientes deben cumplir la condición de autolimpieza, debiéndose diseñar, en el caso de tuberías de Concreto Simple Normalizado CSN¹, para una velocidad mínima de 0.4 m/s y no mayor 5.00 m/s.

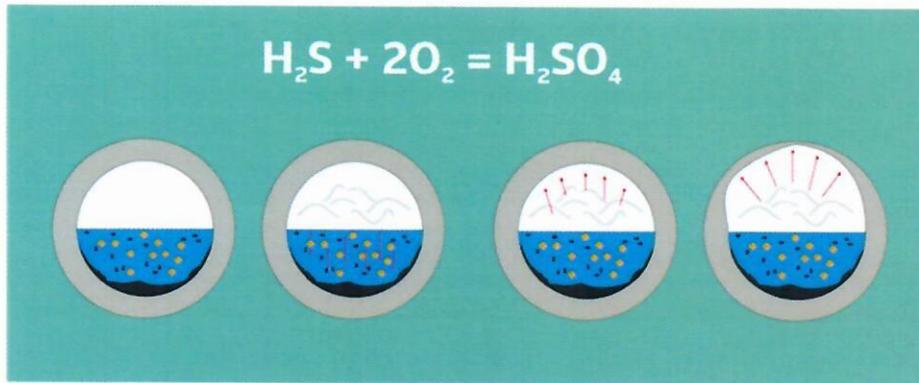
6.2 DETERIORO DE TUBERÍA DE CONCRETO

Las aguas residuales contienen carga orgánica que, al descomponerse, emanan gases hacia la parte superior libre del tubo. Uno de estos gases es el ácido sulfhídrico, el que al contactarse con las bacterias aeróbicas que se alojan en la parte superior originan la producción de ácido sulfúrico (H₂SO₄), que es altamente corrosivo, atacando a todas las tuberías, siendo las más vulnerables las tuberías de cemento, cuya vida útil depende de la calidad de su recubrimiento interno.

En la (Figura 1) ilustra el proceso de deterioro, en el tiempo, de un tubo de alcantarillado de concreto.

¹ CSN significa: Concreto Simple Normalizado

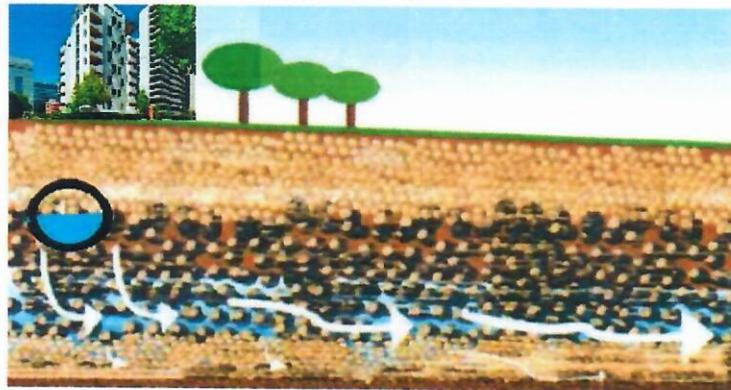
Figura 1 - PROCESO DE DETERIORO DEL TUBO DE CONCRETO



6.3 LAVADO DE FINOS

Por efecto del deterioro de la tubería de CSN, se producen rebalses laterales, cuyas aguas en su trayectoria, arrastra los finos y debilita la consistencia del suelo, dejando vacíos, que provocan que las capas inferiores se hundan y por efecto de cascada también las inmediatas superiores hasta llegar al pavimento. (Figura 2).

Figura 2 - ESQUEMATIZACIÓN DEL LAVADO DE FINOS



Tanto la Figura 3 como la Figura 4 ilustran casos de hundimientos en el pavimento ocurridos por causa del lavado de finos en diferentes lugares y ocasiones.

Figura 3 - HUNDIMIENTO PRODUCIDO EN LA AVENIDA EMANCIPACIÓN, LIMA, PERÚ (29-ENE-1991)



Fuente: Diario El Comercio

Figura 4 - HUNDIMIENTO PRODUCIDO POR LAVADO DE FINOS EN FUKUOKA, JAPÓN (08-NOV-2016)

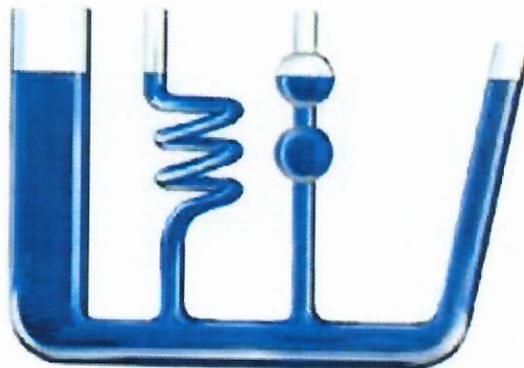


Fuente: Internet²

6.4 PRINCIPIO DE VASOS COMUNICANTES

Son recipientes comunicados entre sí, generalmente por su base sin importar la forma y el tamaño de los recipientes; en todos ellos el líquido alcanza la misma altura o nivel. En el caso de un colector de aguas servidas, los buzones hacen la función de los recipientes y la base que los comunica es la tubería (Figura 5)

Figura 5 - PRINCIPIO DE VASOS COMUNICANTES



7 LOS HECHOS

7.1 ANTECEDENTE

La reubicación del colector Canto Grande (la obra) se ejecutó en el año 2012, por interferir con el proyecto "Construcción del segundo tramo de la Línea 1 del tren eléctrico".

El expediente técnico fue aprobado por SEDAPAL, a propuesta de la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico (abreviada como AATE). Ver la carta N° 665-2012-EGP-N (Ver Anexo 1 y Anexo 2)

La obra fue incluida dentro de los trabajos de construcción del tren eléctrico – tramo 2, cuyo contrato fue suscrito entre el Consorcio Tren Eléctrico y la AATE. Al finalizar la obra, la AATE la transfirió a SEDAPAL, para su operación y mantenimiento, según respectiva Acta de Transferencia y Conformidad de Obras Ejecutadas suscrita por ambos el 03-May-2013.

En la obra se utilizó tubería flexible de polietileno de alta densidad HDPE DN 1500 mm, siendo instalada a una profundidad promedio de 9.00 m respecto del fondo de la tubería; esta tubería reemplazó a la antigua tubería de CSN de 1200 mm de diámetro.

Concluida la obra de reubicación del Colector Canto Grande, al lado se construyó la Estación Pirámide del Sol.

7.2 SECUENCIA DE Y COMENTARIO A LOS HECHOS OCURRIDOS

El 28-Dic-2018 se produjo un hundimiento sobre la Av. Los Próceres de la Independencia por el colapso de una tubería de CSN DN 600 mm del colector La Huayrona a una distancia aproximada de 100 m de la Estación Pirámide del Sol. El 02-Ene-2019 aparecieron dos forados en la misma avenida sobre el mismo colector La Huayrona y sobre el colector Canto Grande, frente a la referida Estación (Figura 6). El colector la Huayrona está ubicado a 5.00 m de profundidad, mientras que el colector Canto Grande está a una profundidad de 9.00 m según planos proporcionados ODEBRECHT (Ver Anexo 5). La distancia entre los dos colectores es de 5.00 m aproximadamente.

Figura 6 - HUNDIMIENTO FRENTE ESTACIÓN PIRÁMIDE DEL SOL



Fuente: Diario Correo, 02 enero de 2019.

Para iniciar los trabajos (Figura 7), el 02-Ene-2019 se clausuró la calle, siendo la empresa ACCIONA AGUA, contratada por SEDAPAL, la encargada del mantenimiento y reparación de tuberías.

Figura 7 - INICIO DE TRABAJOS POR EMPRESA ACCIONA, 02-ENE-2019



La (Figura 8) proviene del vídeo de inspección realizada por SEDAPAL, el 02-Ene-2019, a las 13:25 pm. Ni el video ni la Figura 8 evidencian la presencia de piedras, ni de forado por el cual pudiera haber ingresado material al colector Canto Grande.

Figura 8 - VIDEO INSPECCIÓN AL COLECTOR CANTO GRANDE



Fuente: SEDAPAL.

El 02-Ene-2019, aproximadamente a las 17:15 horas, SEDAPAL supervisa y autoriza a ACCIONA AGUA el inicio de trabajos (Figura 9).

Figura 9 - SEDAPAL AUTORIZA INICIO DE TRABAJOS DE ACCIONA



Fuente: Facebook Gotita (SEDAPAL)

La (Figura 10) muestra que el 02-Ene-2019, a las 17:15 horas, se han unido los dos forados (hundimientos), observados en el pavimento frente a la Estación Pirámide del Sol.

[Handwritten signatures and marks in blue ink on the left margin]

Figura 10 - UNIÓN DE FORADOS FRENTE ESTACIÓN PIRÁMIDE DEL SOL



Fuente: SEDAPAL, 2019

La (Figura 11) muestra una toma del 03-Ene-2019, en la que se observa una excavación profunda sobre los colectores La Huayrona y Canto Grande, en cuyo borde colinda con la estación Pirámide del Sol.

Figura 11 - EXCAVACIÓN SOBRE COLECTORES



Fuente: SEDAPAL, 2019.

En la toma (Figura 12) del 03-Ene-2019, se observan trabajos de excavación profunda sin entibados. Nótese que ambas excavadoras tienen llantas neumáticas. La excavadora naranja, en posición inclinada presenta el riesgo de deslizarse hacia el fondo de la excavación, por su gran peso.

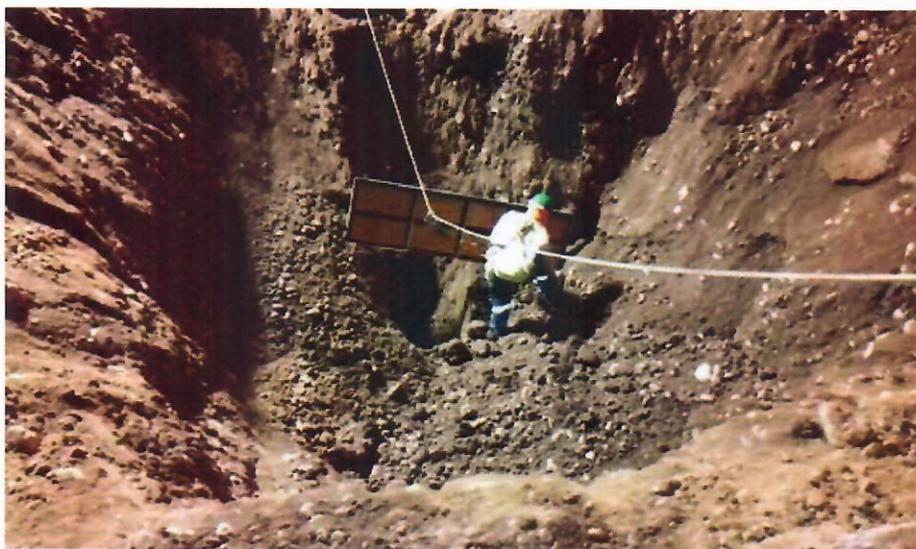
Figura 12 - TRABAJO DE EXCAVADORAS



Fuente: SEDAPAL, 2019

La (Figura 13) muestra una toma de la excavación sobre el Colector Canto Grande, del 03-Ene-2019, en la cual se observa a un obrero de la empresa ACCIONA descendiendo al fondo de la excavación, con un panel de madera triplay.

Figura 13 - OBRERO DE ACCIONA



Fuente: GyM

Otra toma (Figura 14) de la excavación muestra al obrero de la empresa ACCIONA, haciendo espacio para colocar el panel de madera en el fondo.

Figura 14 - OBRERO DE ACCIONA



Fuente: GyM

El mismo día 03-Ene-2019, el mismo obrero de ACCIONA colocando un panel de madera sobre el fondo de la excavación profunda (Figura 15).

Figura 15 - OBRERO DE ACCIONA COLOCANDO PANEL EN LA EXCAVACIÓN

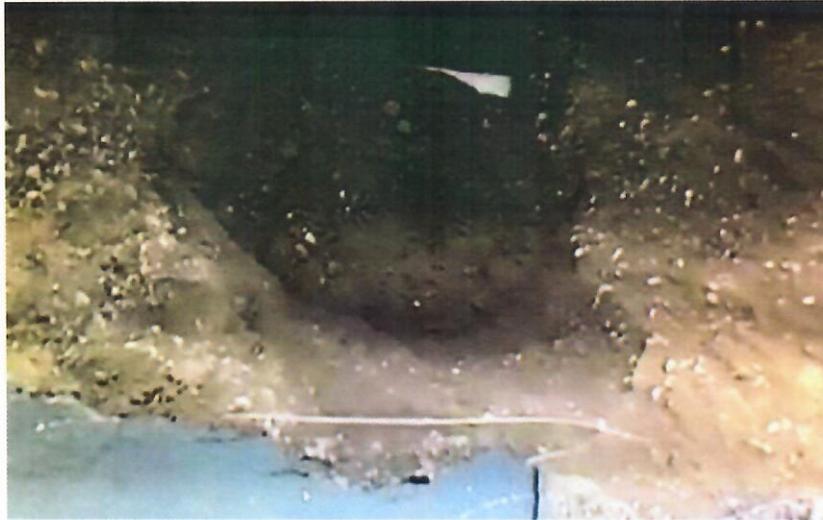


Fuente: GyM

En la (Figura 16) se puede observar que ese mismo día 03-Ene-2019, el panel de madera colocado por ACCIONA aparece cubierto por material conglomerado que ingresa en el colector por un gran forado.

Handwritten signatures and marks in blue ink, including a large scribble at the top, a signature 'J S Y', and other illegible marks.

Figura 16 - PANEL COLOCADO POR ACCIONA CUBIERTO POR MATERIAL



Fuente: SEDAPAL

La toma de la (Figura 17), muestra que el material encima del panel de madera, colocado por ACCIONA, sigue ingresando en el colector por un gran forado. Se cuenta con un video proporcionado por GyM, donde se aprecia la secuencia. (Ver Anexo A)

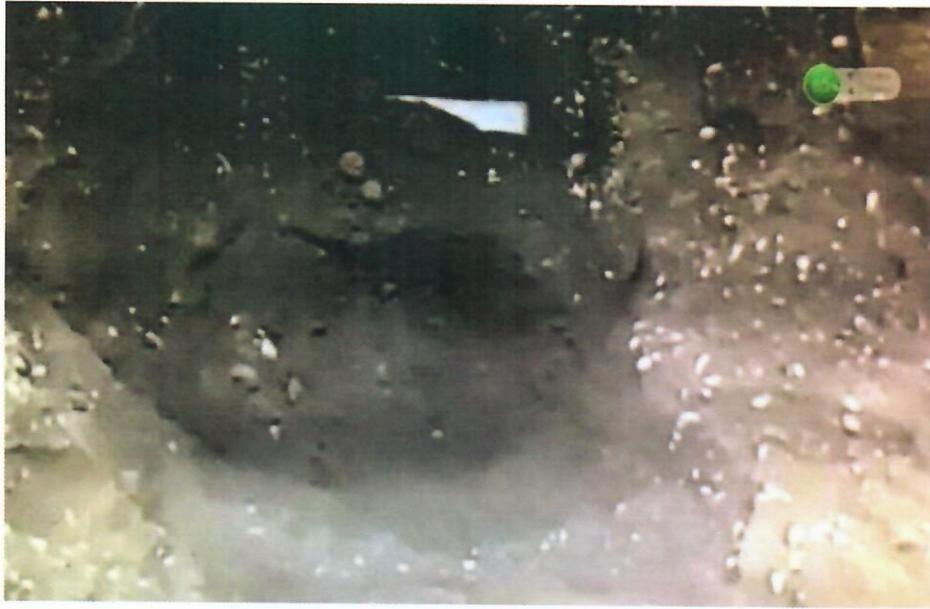
Figura 17 - INGRESO DE MATERIAL POR UN GRAN FORADO



Fuente: SEDAPAL

En la toma de la (Figura 18) se observa la formación de un cono de succión por el cual sigue ingresando material en el colector.

Figura 18 - INGRESO DE MATERIAL POR UN GRAN FORADO



Fuente: SEDAPAL

La toma de la (Figura 19) muestra que el cono de succión por cual sigue ingresando material al colector, aumentó de tamaño. 03-Ene-2019.

Figura 19 - CONO DE SUCCIÓN, INGRESO MATERIAL AL COLECTOR



Fuente: SEDAPAL

La (Figura 20) permite observar los trabajos que realizó ACCIONA, el 04-Feb-2019, para cambiar tubos de concreto de 600 mm, colapsados el 28-Dic-2018 en el colector La Huayrona. Nótese el aniego en la zanja

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature at the top, 'J.S.' below it, and 'A' and 'C.A.' at the bottom.

Figura 20 - TRABAJOS DE CAMBIO DE TUBERÍAS EN LA HUAYRONA



Fuente: AATE

La (Figura 21) muestra el estado en que ACCIONA dejó la zona de emergencia.

Figura 21 - DESLIZAMIENTOS LATERALES POR FALTA DE ENTIBADOS



Fuente: GyM

Una toma del día 04-Ene-2019 (Figura 22) muestra el panel de madera en posición vertical aparentemente apoyado en el fondo del colector.

Figura 22 - APARENTE UBICACIÓN DEL PANEL DENTRO DEL FORADO



Fuente: Empresa HM

La (Figura 23), del 04-Ene-2019, muestra el estado en que ACCIONA dejó la zona de emergencia. Nótese que en la figura se aprecia la zapata de las escaleras de la estación Pirámide del Sol.

Figura 23 - DESLIZAMIENTOS LATERALES HACEN NOTAR CIMENTACIONES DE LAS ESCALERAS DE LA ESTACIÓN



Fuente: Empresa HM

En la (Figura 24), tomada el 04-Ene-2019, luego de que ACCIONA dejó la zona de emergencia, se aprecia la condición en que quedó dicha zona de emergencia, con desprendimientos del suelo lateral, al no utilizar entibados.

[Handwritten signatures and initials in blue ink]

Figura 24 - DESPRENDIMIENTO DE SUELO LATERAL



Fuente: Empresa HM

En la (Figura 25), tomada el 04-Ene-2019, se muestra la excavación profunda con deslizamientos laterales.

Figura 25 - DESLIZAMIENTO LATERALES POR FALTA ENTIBADOS



Fuente: HM

La (Figura 26), del 04-Ene-2019, muestra otra toma del estado en que quedó la zona de emergencia a la salida de ACCIONA. Nótese la excavación profunda y los deslizamientos laterales a consecuencia de no haber utilizado sistema de entibados.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature at the top and several smaller ones below.

Figura 26 - DESLIZAMIENTO LATERALES POR FALTA ENTIBADOS



Fuente: HM

El 05-Ene-2019, la AATE paralizó los trabajos de excavación y ordenó colocar puntales, para evitar hundimientos que afecten la estructura de la escalera de la Estación Pirámide del Sol (Figura 27). Información verbal recibida por La Comisión en visita 20.01.2019 por funcionario de la AATE.

Figura 27 - AATE PARALIZA LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN



El 06-Ene-2019, SEDAPAL reinició los trabajos y reemplazó a la empresa ACCIONA por la empresa HM. La nueva empresa colocó entibados. (Figura 28).

Figura 28 - EMPRESA HM REINICIA TRABAJOS



Fuente: GyM

El 07-Ene-2019, la zona del forado fue entibada (Figura 29). La tubería presenta una abertura sobre el lomo. El cono de suelo color marrón indica el material húmedo que está ingresando al colector.

Figura 29 - ZONA DE FORADO ENTIBADA



Fuente: GyM

En la (Figura 30), del 08-Ene-2019, se puede observar un cajón de entibados sobre el colector. Se evidencia el nivel del represamiento por mayor atoro. No se observan acciones ni procedimientos técnicos para reparar el colector.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature at the top, a smaller one below it, and the initials 'H' and 'C/h' at the bottom.

Figura 30 - CAJÓN DE ENTIBADOS SOBRE EL COLECTOR



Fuente: GyM

En la (Figura 31), del 09-Ene-2019, se nota ya la presencia de 02 cajones de entibado y el incremento del atoro y del represamiento, evidenciados por el incremento del nivel del agua (principio de vasos comunicantes). No se observan acciones ni procedimientos técnicos para reparar el colector.

Figura 31 - SE INCREMENTA EL REPRESAMIENTO



Fuente: AATE

Una toma del 10-Ene-2019 muestra (Figura 32). Se incrementa el atoro y continúa creciendo el represamiento. No se observan acciones ni procedimientos técnicos para reparar el colector.

Figura 32 - CONTINÚA EL REPRESAMIENTO



Fuente: AATE

Otra toma del 11-Ene-2019 muestra que las aguas siguen represándose y que continúa subiendo el nivel hidrostático. Se aprecia ya 03 cajones de entibados (Figura 33). No se observan acciones ni procedimientos técnicos para reparar el colector.

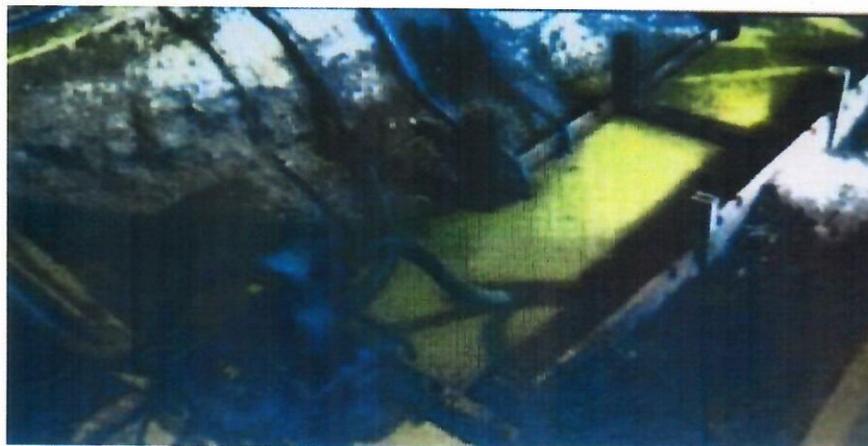
Figura 33 - TRES CAJONES ENTIBADOS Y EL REPRESAMIENTO SIGUE AUMENTANDO



Fuente: AATE

En toma del 12-Ene-2019 se nota que las aguas siguen represándose y que continúa subiendo el nivel hidrostático. Hay ya 04 cajones de entibados (Figura 34). No se observan acciones ni procedimientos técnicos para reparar el colector.

Figura 34 - CUATRO CAJONES ENTIBADOS Y NIVEL HIDROSTÁTICO INCREMENTANDO NOTABLEMENTE



Fuente: ODEBRECHT

En la toma del 13-Ene-2019, a las 3:00 a.m., se nota que sigue creciendo el represamiento y que se sigue levantando el nivel de las aguas y que no ha podido ser controlado (Figura 35).

El proceso descrito hasta el momento indica que la inundación era ya inevitable y que SEDAPAL pudo haber alertado a los vecinos de lo que podría ocurrir y que finalmente ocurrió, con horas y hasta con un día de antelación a la ocurrencia del aniego.

Figura 35 - REPRESAMIENTO LEVANTA EL NIVEL DEL AGUA



Fuente: SEDAPAL

En toma del 13-Ene-2019, a las 5:19 a.m., ya las aguas comenzaron a aflorar en el buzón más bajo ubicado en Tusilagos y Próceres de la Independencia (Figura 36). El aniego no había podido ser controlarlo.

Handwritten notes in blue ink on the left side of the page, including a large signature at the top, the number '157', and several other illegible scribbles and initials.

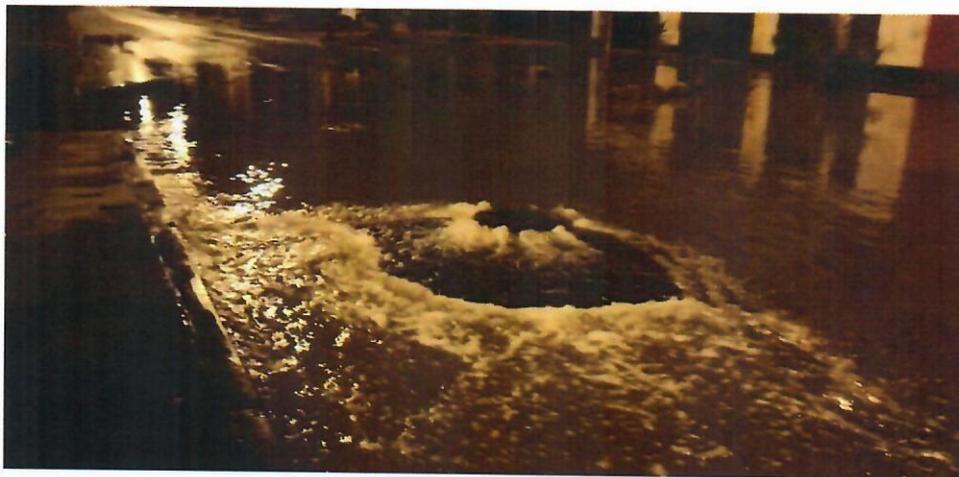
Figura 36 - NIVEL HIDROSTÁTICO DEL AGUA COMIENZA A AFLORAR



Fuente: SEDAPAL

La (Figura 37) corresponde al mismo buzón a través del cual las aguas residuales comenzaron a aflorar en horas de la madrugada del 13-Ene-2019.

Figura 37 - AFLORAMIENTO AGUAS RESIDUALES, 13-ENE-2019



Fuente: INFORME DE SEDAPAL

El 13-Ene-2019, antes del aniego, se rompió la tubería dentro del 4to cajón, para que, a través de esta abertura, el agua estancada se escurra y baje el nivel. (La Figura 38) corresponde a lo que ocurrió. La medida no funcionó y se produjo el aniego (Figura 39).

Figura 38 - NIVEL DEL REPRESAMIENTO EL 13-ENE-2019



Fuente: ODEBRECHT

En la (Figura 39), del 13-Ene-2019, se observa la altura a la cual llegó el agua en la zona más baja del entorno al punto el atoro; esa zona era una hondonada. Por ello el agua la cubrió; en algunas viviendas de la zona el agua llegó a superar el 1.70 m de altura.

Figura 39 - ALTURA DEL ANIEGO EL MISMO DIA 13-ENE-2019



Fuente: Diario La República.

La foto del 13-Ene-2019, aportada por SEDAPAL, muestra un pedazo de tubería arrancado con excavadora, para evitar el aniego; el plan no funcionó. (Figura 40).

Figura 40 - UN PEDAZO DEL COLECTOR ARRANCADO CON EXCAVADORA



Fuente: SEDAPAL

7.3 DE LA INSPECCIÓN OCULAR

En las Inspecciones realizadas los días 14, 15 y 20 de enero 2019 se observó:

Que el punto de atoro está ubicado en el lado derecho del extremo Este de la estación Pirámide del Sol, sobre el colector primario Canto Grande, que se encuentra a 9 m de profundidad, en la Avenida Los Próceres de la Independencia, en la vía sur que conduce hacia Jicamarca.

Que se realizaban trabajos de excavación y mediante bombeo se trasvasaba las aguas residuales a un buzón del mismo colector aguas abajo.

Que, a unos 4.00 metros del atoro, aguas abajo, se notaba que la zapata de la escalera de la Estación Pirámide del Sol había quedado expuesta, debido al deslizamiento del suelo, como consecuencia de haberse realizado una excavación profunda sin haberse entibado previamente. Se tomó conocimiento que la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico ordenó paralizar la excavación y pidió que se coloquen puntales metálicos debajo de la viga de la escalera para evitar asentamientos (Hacer la referencia a la carta).

Las fotos de la (Figura 41 y de la Figura 42), corresponden a la Inspección Ocular del 20-Ene-2019, realizada por los Ingenieros Carlos Herrera Descalzi, Decano Nacional CIP y Carlos Ormeño Grados. La foto de la (Figura 42), muestra también la conversación de los anteriores con un Ingeniero de la AATE.

<p>Figura 41 - INSPECCIÓN OCULAR DEL CIP</p>	<p>Figura 42 - INSPECCIÓN OCULAR, DECANO CIP E ING. DE LA AATE</p>
	
<p>Fuente: CIP</p>	<p>Fuente: CIP</p>

Al sur, a unos 4.50 metros del punto de atoro, se encuentra el colector secundario de CSN DN 600 mm, denominado La Huayrona. Se observó que aguas arriba, a unos 100 m, en el lugar del hundimiento que había aparecido el 28-Dic-2018, se estaban ejecutando trabajos de reparación y cambio de tuberías.

En la (Figura 43) se observa el hundimiento del pavimento producido sobre el colector la Huayrona cerca al atoro. Toma realizada durante la inspección ocular del 15-Ene-2019.

Figura 43 - HUNDIMIENTOS SOBRE COLECTOR LA HUAYRONA



Fuente: CIP

En la (Figura 44) se observa el pedazo de tubería extraída. La foto fue obtenida durante la inspección ocular del 14 de enero.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'SJJ', 'A', and 'CIP'.

Figura 44 - PEDAZO DE TUBERÍA EXTRAÍDA DEL COLECTOR



Fuente: CIP

En la (Figura 45), se puede observar un pedazo del tubo de HDPE de 1500 mm, que indicaría haber sido destrozado por un golpe mecánico. Foto tomada durante la inspección ocular del 14-Ene-2019.

Figura 45 - PEDAZO DE TUBERÍA DE HDPE 1500 MM



Fuente: CIP

La (Figura 46), es una foto del pedazo de tubería de HDPE de 1500 mm que cortó SEDAPAL para abrir una ventana y ver hasta dónde estaba el atoro. Al comparar la regularidad de los bordes de las partes mostradas por la (Figura 46 y por la Figura 45), se nota que fueron extraídas con métodos diferentes.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature at the top and several smaller ones below it.

Figura 46 - TROZO DE TUBERÍA HDPE 1500 MM



Fuente: CIP

En la (Figura 47) se pueden observar los tubos de 600 mm que iban a reemplazar a los de CSN en los tramos colapsados del colector la Huayrona. La toma se realizó durante la inspección ocular del 15-Ene-2019.

Figura 47 - TUBOS PARA COLOCAR EN TRAMOS DEL COLECTOR LA HUAYRONA



Fuente: CIP

La toma de la (Figura 48), realizada durante la inspección ocular del 15-Ene-2019, muestra un notable hundimiento del pavimento en colector la Huayrona. La mejor explicación es que ocurrió por efecto del lavado de finos.

[Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature at the top, the number '117', and other initials below.]

Figura 48 - HUNDIMIENTO SOBRE LA HUAYRONA



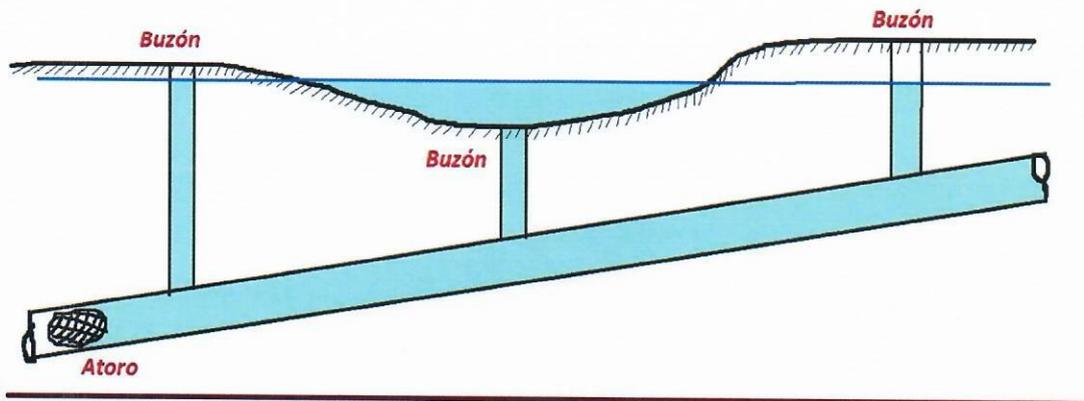
Fuente: CIP

8 ANÁLISIS DE LOS HECHOS

- Acerca de la causal del aniego

Lo fáctico es que el aniego se produjo cuando las aguas residuales dejaron de circular dentro del colector Canto Grande, por algún motivo. Entonces, se produjo un represamiento del flujo. El represamiento comenzó a elevar su nivel (el nivel del agua dentro de la tubería), conforme llegaba más flujo. Cuando el nivel del represamiento sobrepasó el nivel del buzón más bajo del sistema de alcantarillado, las aguas comenzaron a aflorar a la superficie, en una zona donde había una concavidad en el terreno, producto de antiguas excavaciones para extraer arcilla. La forma geométrica del suelo vecino al buzón por donde afloraron las aguas servidas produjo su almacenamiento, como si fuese el llenado de un lago, produciéndose un aniego que inundó las viviendas a su alrededor. (Ver Figura 49)

Figura 49 – GRÁFICO DEL ANIEGO CAUSADO POR EL ATORO (Principio de vasos comunicantes)



Fuente: Elaboración propia

• **Acerca de la causal del represamiento**

El represamiento fue producido por un atoro. Este fue originado por el ingreso primero paulatino y luego rápido de una gran cantidad de material conglomerado, que fue ingresando en colector Canto Grande a través de un forado. La evidencia de este hecho se observó en el vídeo entregado por SEDAPAL, en su *Informe de Acciones de Operación y Mantenimiento del Colector Canto Grande, entre los días 02.-Ene-2019 al 13-Ene-2019* en la zona de colapso de la Estación Pirámide del Sol. En el vídeo se observa la formación de un cono de succión, que se puede explicar por un forado en la tubería. (Ver Anexo 9)

En el mismo vídeo se observa el desplazamiento de un conglomerado de finos y gruesos, cuya explicación es que tenían como destino el interior de la tubería. Los finos fueron arrastrados por la corriente de agua y los gruesos fueron decantando en la proximidad, acumulándose progresivamente, hasta colmatar la sección recta de la tubería e impedir el flujo de agua, atorando el colector.

Constructivamente, el tubo se rodea de un suelo selecto y el relleno está conformado por finos y gruesos. El relleno debe estar debidamente compactado, para que pueda transmitir uniformemente la presión externa, en toda la superficie del tubo, evitando la generación de fuerzas laterales. La magnitud de la presión externa está es función de la altura y grado de compactación del suelo. Todos los esfuerzos actúan externamente, comprimiendo al tubo.

Se entiende por lavado de finos al fenómeno de arrastre hacia las profundidades de los granos más finos que componen el suelo, provocado por una corriente de agua.

Si tiene lugar un proceso de lavado de finos, entonces se produce un desbalance de presiones sobre la circunferencia de la tubería, afectando al sistema debido a la generación de fuerzas y consiguientes esfuerzos laterales y de aplastamiento. La reacción del tubo ante estos esfuerzos externos, debido a la naturaleza elástica de sus paredes produce aplastamiento. Los tubos en laboratorio se someten a pruebas antes de entrar a la fase industrial. Estas pruebas indican que, cuando existe desbalance de presiones, el tubo sufre deformaciones por aplastamiento y sus paredes adquieren una forma de corazón, pero no se desgarran.

Las juntas de espiga y campana, como es el caso del colector Canto Grande, pueden sufrir deformaciones que generen aberturas entre la espiga y la campana del tubo, originando una ventana por donde podría ingresar material; pero, en este caso, la abertura difícilmente sería de magnitud tal que permitiese el ingreso violento de un conglomerado de finos y gruesos como se muestra en el video proporcionado por SEDAPAL. Dicho vídeo muestra que la gran cantidad de material que ingresa en el colector solo podría explicarse a través de la presencia de forado en el tubo. Según pruebas de laboratorio, el forado sí se podría producir en el tubo, en caso que éste recibiera el impacto de un cuerpo sólido, cortante, como podría ser la uña de una excavadora. La Figura 45 es la muestra de lo que resultaría de tal impacto.

En el vídeo del 02-Ene-2019, en la inspección televisiva en el interior del colector Canto Grande, realizada por SEDAPAL desde un buzón aguas abajo mirando hacia la zona donde se produjo el forado, se observa un flujo de agua que no evidencia la existencia de atoro, ni forado por el cual estuvieran ingresando piedras grandes que provocarían un atoro. (Ver Anexo B)

El flujo tampoco muestra arrastre de finos. No se observa ni desprendimiento de la parte superior del colector, ni presencia de conglomerado, ni que esté arrastrando finos.

Por otro lado, en las filmaciones del día 03-Ene-2019 entregadas por SEDAPAL, se nota un cono de flujo de materiales, que se va hundiendo, absorbido por la tubería, sin que se pueda divisar el forado. Adicionalmente HM reportó, el día 04-Ene-2019, que el forado ya existía cuando llegó al sitio donde se producía la intervención. (Ver Anexo 10)

La causal no pudo haberse producido durante el proceso de construcción por cuanto, en el caso que las obras de saneamiento están mal construidas y/o tengan vicios ocultos, la experiencia indica que las fallas se presentan a los pocos meses de entrar en funcionamiento. En el caso del colector Canto Grande, el atoro ocurrió cuando la obra llevaba 67 meses en funcionamiento y, además, la obra cuenta con el Acta de Tránsito y Conformidad de Obra Ejecutadas, suscrita por SEDAPAL el 03-May-2013. El análisis muestral post

aniego, realizado por el CISMID², concluye que el suelo presenta valores que lo caracterizan como suelo rígido, lo cual confirma la compactación del suelo utilizado como relleno. (Ver Anexo 16)

Al revisar los protocolos de prueba según documentación proporcionada por Odebrecht y GyM, estos revelan que la obra cumplió satisfactoriamente con las pruebas de campo (compactación, nivelación y hermeticidad de las pruebas hidráulicas). En el Acta de Transferencia y Conformidad de Obras Ejecutadas que suscribe SEDAPAL, expresa su total conformidad. (Ver Anexo 6)

Los hundimientos en la carpeta asfáltica ocurren cuando el contacto que debe tener con el suelo desaparece por algún motivo. Cuando el suelo pierde los finos, genera vacíos. Esos vacíos en las capas inferiores producen hundimiento y, por efecto de cascada, se hunden las capas inmediatamente superiores, hasta llegar al pavimento. Es así como se han producido los hundimientos. (Ver figura 2)

Al haberse observado que, por un lado, el 02-Ene-2019 no existía el forado en el colector y que según Informe de SEDAPAL del día 03-Ene-2019 (Ver Anexo 9 pág.7) se evidenció *“el ingreso del material de relleno por una abertura en la tubería”* y, por otro lado, habiendo informado la empresa HM que el 04-Ene-2019 encontró la existencia de un forado, entonces la conclusión lógica es que dicho forado se produjo entre el día 02-Ene-2019 y el día 04-Ene-2019. Siendo la aparición del forado un asunto tan importante, tendría que haber sido fotografiado y filmado; más aun existiendo los medios para ello. No obstante, cuando solicitamos la documentación correspondiente a SEDAPAL (incluidos fotos y video), la respuesta fue que no contaban con ellos (Carta 305, del 21-Feb-2019) (Ver Anexo 17) asimismo, según el Informe 025-2019-ERPrim manifiesta *“hasta ahora el ERPrim no ha identificado la necesidad de almacenar esta data de video”*.

El día 04-Ene-2019 el forado ya existía. Se trataba de un forado en la parte superior del tubo; por la naturaleza elástica de sus paredes, este forado no pudo ser causado por desplazamiento lateral o por aplastamiento, siendo su existencia solo posible como consecuencia de una acción externa, que desgarró la pared por impacto de un objeto duro y cortante. En fotos del día 03-Ene-2019 se aprecia la existencia de una máquina excavadora con una pala que hubiera podido, en caso de impacto, haber producido el forado. La excavadora se desplazaba sobre neumáticos y no sobre orugas, por lo cual su estabilidad para apegarse al terreno, en pendientes, era menor, y bien pudo en situación de tener que clavar su pala en el piso -para aumentar su estabilidad- haber producido el forado. Sea por esta vía o por excavación, pudo haber producido el accidente. Pero, ante falta de testimonio gráfico o verbal

² CISMID significa: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.

que la confirme, esta posibilidad no tiene más valor que el de ser una hipótesis que coincide con los hechos. Se intentó conocer el análisis de la parte desgarrada de la pared donde estaba el forado, pero este análisis aparentemente nunca se hizo.

Durante todo el tiempo transcurrido entre el 02-Ene-2019 y el 04-Ene-2019, hubo personal de SEDAPAL y ACCIONA en la zona y, a partir del 04-Ene-2019, personal de HM. Preguntados, por escrito, específicamente sobre las ocurrencias de esos días, ni SEDAPAL ni ACCIONA ni HM respondieron concretamente; (Ver Anexo 18, Anexo 19 y Anexo 20).

Las respuestas recibidas no contienen el testimonio que verificaría la hipótesis de un accidente causado por la pala de una excavadora. La razón, explicada por esa vía, sería totalmente compatible con los hechos observados. Pero, para desechar esta posibilidad o una similar se necesita encontrar una hipótesis que sustente razonablemente bien la forma en que se produjo el forado en la tubería.

ACCIONA no respondió directamente sobre lo consultado, sino que mediante Carta 030-2019 del 27-Mar-2019 (Ver Anexo 18) indicó que las respuestas a las preguntas que le hizo la Comisión el 13-Mar-2019, fueron remitidas a SEDAPAL, en el marco de sus obligaciones contractuales.

El marco legal que rigen los Servicios de Saneamiento, obliga a SEDAPAL a supervisar y aprobar todos los proyectos, así como a supervisar y recepcionar todas las obras de saneamiento que se ejecuten dentro del ámbito de su responsabilidad, y después encargarse de su operación y mantenimiento.

Los documentos presentados por las empresas Odebrecht y GyM (Ver Anexo 4) prueban que -terminada la obra- presentaron -para su aprobación- el respectivo expediente de replanteo y, luego de encontrarlo conforme, SEDAPAL procedió con suscribir la respectiva Acta de Recepción y Conformidad de Obras Ejecutadas el 03 de mayo del 2013; en ella SEDAPAL expresa "Su conformidad a la totalidad de los trabajos".

Al constatarse la existencia del forado en el colector, independiente de como este haya sido originado, el vacío creado tuvo como su primera consecuencia el deslizamiento de material hacia el vacío, lo que fue formando un cono que, en su parte superior, llegó a situarse debajo de la zapata de la escalera de la Estación Pirámide del Sol, convirtiéndose en riesgo para la estabilidad de las estructuras de esta.

La reacción inmediata fue evitar mayor daño a dicha estructuras y por eso se convocó a HM, que contaba con los entibados con los que no contaba ACCIONA, dicho en el informe presentado por SEDAPAL (ver Anexo 9). Mientras HM planeaba y ejecutaba su intervención, se fue conformando el atoro. SEDAPAL estimó que podría superarlo mediante chorros de agua a presión, inyectados por equipo de hidrojet. Entonces dedicó sus esfuerzos a esta solución, para lo cual necesitó primeramente llegar al punto del atoro.

SEDAPAL reporta en su informe (ver Anexo 9) que durante los días 4 y 5 estuvo evaluando con HM las condiciones técnico-económicas para la intervención de la última. Durante este periodo, confiando en que podría resolver el problema del atoro, no realizó ninguna acción operativa para reparar el colector ni para impedir el flujo de material hacia la tubería, a través del forado. Cuando finalmente se hizo la intervención con los hidrojets estos no pudieron superar el atoro, debido a la magnitud de este último (SEDAPAL mencionó un volumen estimado en 100 m³, a lo largo de unos 60 metros de tubería).

Las evidencias fotografías y videos entregados por SEDAPAL, HM, GyM revelan que, en la madrugada del 03-Ene-2019, comenzó a ingresar material conglomerado dentro del colector por un forado. Ese día SEDAPAL reportó que ACCIONA, empresa contratada para realizar los *Servicios de Mantenimiento en la Red de Colectores Primarios*, como es el caso del colector Canto Grande, se retiraba de la emergencia y en su reemplazo había convocado a HM, empresa que a la luz de los resultados, no pudo impedir la producción del aniego.

En el informe de SEDAPAL (Anexo 9) y en la respuesta a la pregunta 29 formulada por la Comisión (Anexo 20), se evidencia que los días 04 y 05-Ene-2019 no se realizó ninguna acción operativa para reparar el colector Canto Grande; al respecto, HM, respondiendo la pregunta 14 de la Comisión (Anexo 19), manifiesta que el 04-Ene-2019 mientras realizaban la evaluación y levantamiento topográfico en la zona de emergencia observaba que la sección del forado se incrementaba considerablemente por el desprendimiento del talud en dirección al colector.

Los registros fotográficos indican que HM inició los trabajos el 06-Mar-2019 y muestran la manera en que fue produciéndose el atoro y también la forma como fue aumentando gradualmente el nivel del represamiento desde el 07-Ene-2019 hasta el 13-Ene-2019, en que sobrepasó el nivel de los buzones cuya tapa tenía la menor cota (los que se encontraban en zonas más bajas del terreno) y se produjo el aniego.

Luego del aniego SEDAPAL procedió a racionalizar el servicio de agua potable y a trasvasar las aguas del punto de atoro al siguiente buzón del mismo colector aguas abajo; de haberse procedido así suficientemente antes del 13-Ene-2019, se hubiera evitado el aniego. Al menos, horas antes del aniego, cuando se sabía que éste no se podría contener, se pudo haber prevenido a la población afectada acerca de lo que iba a ocurrir.

Llama la atención que ACCIONA, que en el papel es una empresa altamente calificada y por tal razón fue contratada por SEDAPAL para el Servicio de Mantenimiento de la Red de Colectores Primarios, haya sido retirada de la emergencia, cuando podía haber alquilado los entibados, a costo de SEDAPAL. La intervención de HM, bajo la supervisión de SEDAPAL, a la luz de los hechos aparentemente no fue suficientemente eficiente y finalmente no

podieron controlar el represamiento que derivó en el aniego. (Ver Anexo21 y Anexo 22)

Al tener que intervenir el colector Canto Grande, tras el hundimiento del pavimento frente a la estación Pirámide del Sol, era absolutamente claro que: (i) que la profundidad del colector era grande, (ii) estaba muy próxima a la estación del Tren Eléctrico.

Estas dos condiciones indicaban que la excavación debería realizarse utilizando sistemas de entibados que eviten el deslizamiento lateral del suelo hacia la zanja. Al no colocar entibados ocurrió deslizamiento lateral que fue dejando sin el suelo donde se apoya la cimentación de las escaleras del Tren Eléctrico. Hasta colocar los entibados se perdió mucho tiempo, al buscar una empresa que sustituya a Acciona. La celeridad del hundimiento con arrastre del conglomerado grueso que se observa en los videos, sumado al gran diámetro del colector, hacían presumir que, si se producía un atoro, éste sería de magnitud y daba pie a preguntarse si la capacidad de los hidrojets sería suficiente. Las deficiencias indicadas contribuyeron a que el aniego no pudiese evitarse.

- **Acerca de la tubería HDPE 1500 mm utilizada en la obra**³.

El Expediente Técnico elaborado por EcoProjet para todas las obras de saneamiento en las interferencias del Tren eléctrico, especifica que las tuberías debían cumplir con la Norma Técnica Peruana Técnica ISO 21138-3:2010. El proyecto comprendía diversos tramos con diferentes diámetros de tuberías, hasta un máximo diámetro de 1500 mm. Al revisar esa Norma, se observó que ésta abarca solamente hasta diámetros de 1200 mm; no considera tuberías corrugadas de HDPE de 1500 mm; por tanto, no es aplicable a la tubería HDPE de 1500 mm, lo que no significa que incumpla con la norma.

Los hechos evidencian que en el proceso de ejecución de las obras, SEDAPAL autorizó el uso de la tubería corrugada de HDPE 1500 mm que cumple con la Norma Técnica ASTM-AASHO M 294; así se desprende de la documentación proporcionada por ADS -carta N° 1820-2012-EGP-N del 25.07.2012 (ver Anexo 3) suscrita por el entonces Jefe de Equipo de Gestión de Proyectos Norte, Pedro Agüero Sánchez-, que indica que "[...] se han hecho comparaciones con ambas normas ... y los ensayos se encuentran conformes". Al finalizar la obra, en el Acta de Transferencia y Conformidad de Obras Ejecutadas, Sedapal declara recibir la obra "sin ningún tipo de observaciones a la calidad, equipos e idoneidad de los trabajos ejecutados". (Ver Anexo 6).

³ https://twitter.com/ADS__Inc/status/984145924011315200

La tubería corrugada HDPE DN 1500 mm está considerada en el proyecto de obra; la Comisión Especial analizó el Expediente Técnico de Obra "Reubicación de Interferencias del Tren Eléctrico en la Línea 1: Tramo 2 Av. Grau-San Juan de Lurigancho" (ver Anexo 1) elaborado por EcoProjet, enviado por SEDAPAL con carta 306-2019-GG del 21-Feb-2019, en cuyo contenido (Págs. 5, 6, 32 y 37) indican la ubicación, cantidad, Norma Técnica y dimensiones, respectivamente, que deben cumplir las tuberías comprendidas en el proyecto; fundamentalmente la Norma técnica Peruana Técnica ISO 21138-3:2010. De otro modo, la empresa EcoProjet ha enviado con Carta VMB 2019-127, copia de la Carta 665-2012-EGP-C del 22-Jun-2012 (Anexo 2), firmada por Juan Irikura Kawai, en la cual SEDAPAL expresa su conformidad al proyecto y hace referencia de todas las tuberías consideradas en el proyecto; incluyendo, el Tramo II Estación Pirámide del Sol que considera la instalación de la tubería corrugada de HDPE DN 1500 mm. Del análisis de los documentos y Normas Técnicas, se encontró que, tanto SEDAPAL como EcoProjet, en su oportunidad, no se percataron que la NTP ISO 21138-3:2010 no comprende la tubería de HDPE de 1500 mm y, por tanto, no está obligada a cumplirla. Sin embargo, dicha tubería sí está comprendida dentro de la Norma Técnica ASTM-AASHTO M 294.

Circunstancialmente se había presentado un hecho controvertido que, para poder ser resuelto, obligó al proveedor de la tubería TMD a que realizar diversas gestiones ante SEDAPAL, que finalizaron con la aceptación suscrita por el Jefe del Equipo de Gestión de Proyectos Norte, Ing. Pedro Agüero Sánchez, mediante carta 1820-2012-EGP-N del 25-Jul-2012, a través de la cual comunica que se *han realizado las comparaciones de los resultados entre las Normas Técnicas ASTM-AASHTO M 294 y la NTP ISO 21138-3:2010 y los ensayos se encuentran conformes*. Esta aprobación fue tácitamente corroborada al término de la Obra, al momento en que SEDAPAL suscribió el Acta de Recepción y Conformidad de Obras Ejecutadas, con fecha 03 de mayo del 2013

Respecto a la tubería corrugada HDPE 1500 MM, se recibió abundante información, tanto de las empresas que las fabrican y distribuyen como de SEDAPAL. La información recibida de ambas partes es discrepante en cuanto al cumplimiento de las Normas técnicas y su aprobación.

Ante esta situación, se acudió a una fuente de información imparcial, respecto a si la referida tubería resultaba o no apropiada para el colector Canto Grande.

Se tomó conocimiento que en México se vienen ejecutando muchas obras de alcantarillado que utilizan tubería corrugada HDPE desde 100 mm hasta 2400 mm. Para conocer sobre su comportamiento en los sistemas de alcantarillado donde fueron instaladas, se contactó telefónicamente, el 04 de abril del 2019, con el Ingeniero Maximiliano Olivares Padilla de la Gerencia Técnica de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México (ANEAS), organización conformada por 123 Organismo de Agua Potable y Saneamiento de toda la República Mexicana

Al respecto, ante una cantidad de consultas que les formulamos, entre otros, nos informaron lo siguiente: (i) que las empresas que conforma la ANEAS, las vienen utilizando en los proyectos de alcantarillado desde hace más de 09 años; (ii) que durante todo ese tiempo no se ha reportado sobre algún atoro que fuera causado por el ingreso de material a través de un forado producido en la parte superior de la tubería; y (iii) que durante todo ese tiempo, solamente una vez, se reportó el colapso de un alcantarillado, que fue causado por el terremoto del año 2017

En consecuencia, se concluye que:

- ✓ La tubería corrugada de HDPE 1500 mm, por sus características y dimensiones, no está comprendida en la NTP ISO 21138-3:2010; sin embargo, sí lo está en la Norma Internacional ASTM-AASHTO.
- ✓ La tubería corrugada HDPE 1500 mm fue aprobada por SEDAPAL por cumplir con la Norma Técnica ASTM-AASHTO M 294.

Acerca de la influencia de estructura del Tren Eléctrico sobre el colector.

La empresa ODEBRECHT ha entregado a esta Comisión, mediante carta, el día 03 de abril de 2019 (ver Anexo 14), dos informes técnicos, ejecutados por terceros, ajenos a Odebrecht. El primero es el Informe 001-2019-JMI-ODB-0001, elaborado por la consultora José Molina Ingenieros EIRL, que describe el detalle de los cálculos realizados -por métodos numéricos- con la finalidad de verificar la capacidad de la tubería corrugada de PEAD DN 1500 mm del Colector Canto Grande, para resistir las presiones que el viaducto le transmite en el tramo colindante con la Estación Pirámide del Sol. Dicho informe, manifiesta que las deformaciones calculadas para la tubería se encuentran por debajo del límite del 5% señalado en las especificaciones de la tubería y por debajo de los límites sugeridos por Mayol (1981).

El segundo estudio entregado por Odebrecht es el Informe CON-1901-RL-001-0, elaborado por la empresa consultora Geo Company (ver Anexo 15), encargado también por Odebrecht. Este informe tuvo como objetivo evaluar la influencia del aumento de carga en una tubería de PEAD de 1537 mm de diámetro. Este informe utiliza una metodología de simulación bidimensional por análisis numérico, usando el software RS2 de Rocscience, para determinar el aumento de la tensión causado a la tubería del colector por la zapata de fundación. Concluye que la construcción del Tren Eléctrico no sería la causa del forado en la tubería, ya que, en todas las verificaciones realizadas relacionadas a la deflexión, aplastamiento y deformación de las paredes del tubo, se indica que el aumento de tensiones no causa daños a la tubería de PEAD.

De la posibilidad que ocurra un aniego de las mismas características

De acuerdo con el análisis de los hechos realizado por esta Comisión, no se ha encontrado que la causa del atoro que produjo el aniego, se haya debido al proceso de construcción o a la calidad de la tubería. Sí es evidente: (i) que el

atoro fue causado por un forado producido en la tubería, a través del cual ingresó gran cantidad de material en el colector Canto Grande; y que (ii) el forado se produjo durante la etapa de Operación y Mantenimiento del colector, a cargo de SEDAPAL.

Es poco probable que un aniego de las mismas características del ocurrido en frente a la estación Pirámide del Sol en el distrito de San Juan de Lurigancho como consecuencia del atoro del colector Canto Grande, pueda volver a ocurrir. Tendrían que concurrir la secuencia de hechos analizados por la Comisión:

- ✓ Que el buzón cuya tapa se encuentre a la menor altura desemboque en un área cóncava de terreno, sobre el cual haya construidas viviendas sin que exista una posibilidad de drenar rápidamente las aguas empozadas
- ✓ No elaborar un debido procedimiento de intervención concordante con la realidad de hechos y circunstancias.
- ✓ Permitir que la empresa de servicios encargada de atender la emergencia, realice una excavación profunda sin seguir el debido el procedimiento que las buenas prácticas de la Ingeniería y el sentido común recomienda; es decir, sin la protección, equipamiento y materiales adecuados (entibados).
- ✓ Permitir que la empresa de servicios que realice la excavación profunda, cuando *“observe un agujero en el centro del forado, que evidencia ingreso del material relleno por una abertura en la tubería”*, en lugar de reparar la tubería, abandone la zona de emergencia sin que la empresa prestadora del servicio de saneamiento, no se lo impida, mientras que el material siga ingresando masivamente en el colector conformando el atoro para que después derive en un gran aniego.
- ✓ Que la empresa prestadora del servicio de saneamiento, abandone las acciones de emergencia durante 02 días sin impedir que el material siga ingresando masivamente en el colector, mientras coordina la contratación de otra empresa para atender la emergencia.
- ✓ Que la nueva empresa de servicios, no tenga la experiencia debida para este tipo de eventos y no pueda controlar el atoro.
- ✓ Que la empresa prestadora del servicio de saneamiento se preocupe más en colocar cajones de entibados y no realice ninguna acción operativa para reparar el colector y permitir que el atoro se consolide durante 10 días.
- ✓ Que, cuando el nivel del represamiento siga subiendo, la empresa prestadora del servicio de saneamiento no proceda con restringir drásticamente el servicio de agua potable para reparar el colector con carácter de inmediatez.
- ✓ Que, la empresa prestadora del servicio de saneamiento, espere que ocurra el aniego para recién instalar un sistema de By Pass y trasvasar las aguas del buzón próximo al atoro aguas arriba hasta el siguiente buzón aguas abajo.

Acerca de la colaboración de las partes

Las partes involucradas en las etapas de diseño y construcción, cuando fueron requeridas por la Comisión Especial, se mostraron proclives a colaborar con información y documentos y acudieron con prontitud a los llamados formulados por la Comisión.

Las partes involucradas en la operación y mantenimiento, así como en las intervenciones luego de producidos los hundimientos de la carpeta asfáltica frente a la estación del tren, no respondieron con similar prontitud. Sedapal envió documentación recién después de tres requerimientos escritos de la Comisión y luego de una reunión con la Presidencia y Gerencia General de la empresa. En esta última reunión se solicitó gestiones una reunión con Acciona y HM y, después, en horario distinto, con la parte técnica de Sedapal.

Se produjo la reunión con Acciona y HM, pero llegaron acompañados de Sedapal y ésta insistió en hacer previamente una presentación sobre la ocurrencia de los hechos; la presencia de Sedapal limitó notablemente las respuestas de Acciona y HM. A raíz de ello, se solicitó a Acciona y a HM nuevas reuniones, por separado; HM aceptó y colaboró mucho más abiertamente que en la ocasión anterior. Acciona indicó que prefería recibir un pliego escrito de preguntas que respondería por escrito. La Comisión especial formuló pliegos de preguntas a Acciona, HM y Sedapal; las respuestas tardaron cerca de tres semanas. HM respondió directamente y Acciona indicó que su respuesta fue remitida a Sedapal; esta última respondió finalmente, a nombre propio.

Sedapal no agotó esfuerzos ni mucho menos por tomar muestras que facilitasen esclarecer posteriormente lo ocurrido.

El presente informe se emite con el límite impuesto por la información recibida.

9 RECOMENDACIONES

- Que SEDAPAL considere el cambio y reemplazo progresivo de los colectores principales que lo necesiten en Lima y Callao, priorizando los que ya cumplieron su periodo de diseño, ciclo de vida útil y, su capacidad hidráulica por el crecimiento poblacional desmesurado.
- Que, en todos los proyectos de infraestructuras sanitarias, además del diseño hidráulico se incluya el análisis de riesgo y de vulnerabilidad del sistema.
- Que se elaboren los planes de contingencias ante cualquier evento causado por la naturaleza o por un factor humano.
- Que se cumpla con monitorear permanentemente a los colectores principales de Lima y Callao, para realizar el oportuno mantenimiento preventivo y correctivo.

- Que se cumpla con realizar permanentemente campañas de educación sanitaria en toda la población, empezando desde los colegios, sobre el buen uso del sistema de alcantarillado.

10 ANEXOS

Anexos Documentarios

- **Anexo 1:** Expediente Técnico de Obra “Reubicación de Interferencias del Tren Eléctrico en la línea 1: Tramo 2 Av. Grau – San Juan de Lurigancho” proporcionado por SEDAPAL mediante carta N° 310-2019-GG con fecha 21-02-2019.
- **Anexo 2:** Aprobación del Proyecto según carta N° 665-2012-EGP-N (SEDAPAL), entregada por GyM.
- **Anexo 3:** Carta N° 1820-2012-EGP-N del 25-Jul-2012, emitida por SEDAPAL y dirigida a TDM, encuentra conforme los ensayos comparativos entre las Normas técnicas ASTM-AASHTO M 294 y NTP-ISO 21138-3:2010, entregada por TDM.
- **Anexo 4:** Carta N° 185-2013-MTC/33.1 dirigida a SEDAPAL presentando la memoria descriptiva y los planos finales solicitando recepción y conformidad, proporcionada por GyM.
- **Anexo 5:** Plano planta general de reubicación y cortes, proporcionado por ODEBRECHT durante la reunión presencial en las instalaciones del CIP.
- **Anexo 6:** Acta de Transferencia y conformidad de obras ejecutadas, proporcionada por GyM.
- **Anexo 7:** Norma NTP-ISO 21138-3:2010, proporcionada por ECOPROJET.
- **Anexo 8:** Norma AASHTO 294 proporcionada por TDM.
- **Anexo 9:** Informe de Acciones de Operación y Mantenimiento en el Colector Canto Grande entre los días 02.01.2019 al 13.01.2019. en la Zona de Colapso Estación Pirámide del Sol proporcionado por SEDAPAL mediante carta N° 310-2019-GG con fecha 21-02-2019.
- **Anexo 10:** Propuesta técnica y Fotografías presentadas por HM SERVICIOS INDUSTRIALES SAC mediante carta N° 20-2019/HM
- **Anexo 11:** Línea de Tiempo proporcionada por GyM durante la reunión presencial en las instalaciones del CIP

- **Anexo 12:** Información técnica sobre la tubería HDPE 1500 proporcionada por el fabricante ADS en la presentación al CIP.
- **Anexo 13:** Carta enviada por GyM de fecha 08-Mar-2019, informando que después de producirse el atoro no ha recibido reclamo alguno por parte de SEDAPAL ni de la AATE sobre alguna deficiencia o vicio oculto que se hubiera encontrado en la obra.
- **Anexo 14:** Informe N° 001-2019-JMI-ODB-0001 suscrito por el Ing. José Carlos Molina Palomino, quien elaboró un estudio independiente de verificación de la capacidad de la tubería HDPE de 1500 mm instalada en la zona de la Estación Pirámide del Sol, bajo las influencias de las cargas de las estructuras de la línea del tren, remitido por ODEBRECHT mediante CNO-100-2019-LEGAL-GQ el 03-Abr-2019.
- **Anexo 15:** CNO-1901-RL-001-0 elaborado por GeoCompany, quien reevaluó, verificó y confirmó los resultados del Anexo 14, remitido por ODEBRECHT mediante CNO-100-2019-LEGAL-GQ el 03-Abr-2019.
- **Anexo 16:** Conclusiones CISMID - MVCS.
- **Anexo 17:** Carta N° 305-2019-GG (SEDAPAL)
- **Anexo 18:** Carta N° 030-2019/ACCIONA AGUA S.A – C.P.S N° 088-2017-SEDAPAL, entregada por ACCIONA.
- **Anexo 19:** Carta N° 27-2019/HM, entregada por HM SERVICIOS INDUSTRIALES.
- **Anexo 20:** Carta N° 0052-2019-ERPrim, entregada por SEDAPAL
- **Anexo 21:** Contrato N° 0088-2017-SEDAPAL “SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES PRIMARIOS”, proporcionado por SEDAPAL mediante carta N° 310-2019-GG con fecha 21-02-2019.
- **Anexo 22:** Términos de referencia incluidos en las bases del Concurso público 0096-2016-SEDAPAL, fuente Osce Seace.
- **Anexo 23:** Hojas de vida de los miembros de los miembros de la comisión,

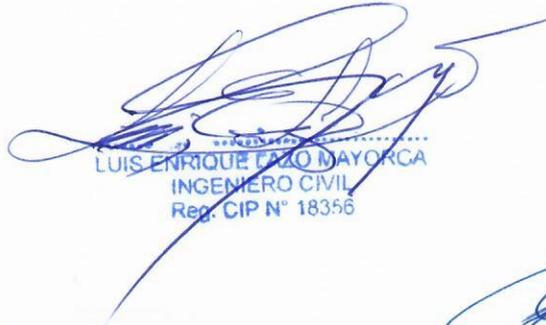
Anexos Digitales

- **Anexo A:** Videos proporcionados por la Empresa GyM y ODEBRECHT.

- **Anexo B:** Informe de Acciones de Operación y Mantenimiento en el Colector Canto Grande entre los días 02-Ene-2019 al 13-Ene-2019. en la Zona de Colapso Estación Pirámide del Sol proporcionado por SEDAPAL mediante carta N° 310-2019-GG con fecha 21-Feb-2019.
- **Anexo C:** Ensayo por aplastamiento de la tubería, proporcionado por ADS.



CE SAR ALEJ ANDRO FUENTES ORTIZ
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1754



LUIS ENRIQUE TAZO MAYORCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18356



José Alberto Martínez Del Rosario
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 53362



CARLOS ENRIQUE ORMEÑO GRADOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 19727



GUILLERMO DAVID HUACO CARDENAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 82401



JORGE GAMBOA SÁNCHEZ
INGENIERO SANITARIO
Reg. CIP N° 6810