

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS,  
TRANSPORTE, VIVIENDA  
Y DESARROLLO URBANOGOBIERNO DE  
**EL SALVADOR**  
UNIDOS CRECEMOS TODOS

**REF. No. MOP-DACGER-066/2014.**  
**EVALUACIÓN TÉCNICA**  
**HUNDIMIENTO EN CALLE PRINCIPAL Y SENDA VEHICULAR No.10,**  
**CONDOMINIO RESIDENCIAL BRISAS DE SAN FRANCISCO”, MUNICIPIO DE SAN**  
**SALVADOR.**

## 1. DATOS GENERALES.

1.1. **Fecha de inspección:** Sábado 25 de octubre de 2014.

1.2. **Participantes:**

- Ing. Jonathan Alvarado (Unidad Técnica de Subdirección Drenajes DACGER).
- Ing. William Guzmán (Unidad Técnica de Subdirección de Puentes y Obras de Paso DACGER)
- Msc. Emilio Ventura (Director DACGER).

1.3. **Objetivo de visita:**

Evaluar hundimiento producido sobre calle principal de Condominio Residencial Brisas de San Francisco a la altura de Senda Vehicular No.10.

1.4. **Ubicación geográfica:**

Punto ubicado sobre Calle principal y Senda vehicular No.10, Condominio Residencial Brisas de San Francisco. Coordenadas geográficas: 13.690856° Latitud, -89.217989° Longitud (ver Figura 1).

## 2. OBSERVACIONES.

- La oquedad se produjo a un costado de la senda No. 10 del Condominio Residencial Brisas de San Francisco, sitio donde colapsó un tramo de colector primario de aguas negras de 36” de diámetro, competencia de ANDA, desconociéndose las causas del colapso del tramo de colector (ver Figura 2).

Según lo manifestado por habitantes del lugar, la formación de la oquedad inicio en la madrugada del día viernes 23 de octubre, evidenciándose por estruendos y sonidos de pequeños derrumbes bajo el pavimento.

Los residentes manifiestan que nunca se llegó a producir encharcamiento de agua, sino que esta fluía al costado de la estructura de la bóveda expuesta pareciendo existir un hueco por donde el agua drenaba (ver **Figura 3** y **Figura 4**).

- Desde el día viernes, trabajadores de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA, se abocaron al sitio para realizar la reparación del colector, deshabilitando el tramo de colector dañado, por lo que al momento de la inspección no fue posible verificar las condiciones de la estructura de la bóveda, no pudiéndose observar indicios de la existencia de huecos entre la pared de la bóveda y el suelo, según lo manifestado por residentes del sector (ver **Figura 4**).
- La Bóveda posee una longitud aproximada de 550 metros, construida sobre la quebrada Arenal Monserrat, iniciando a 50 m. al oriente de la Avenida Las Amapolas y finalizando sobre la 49ª. Avenida Sur, siendo de estructura parabólica de siete metros de claro, construida con placas de concreto reforzado de 19.5 cm de espesor y de 1m de ancho<sup>1</sup>. Las imágenes de la estructura recopiladas en el estudio “Servicio de Consultoría para el apoyo en el diagnóstico y la elaboración de un programa de reducción de vulnerabilidad en quebradas y ríos del AMSS – Informe final componente Hidrología e Hidráulica”<sup>2</sup>, muestran una transición inadecuada entre sistema constructivo del arco de la bóveda compuesto por placas de concreto armado y los muros laterales de mampostería de piedra, superficie susceptible a pérdida de mortero por intemperismo o formación de grietas durante movimientos sísmicos, que pueden producir superficies que pueden provocar la pérdida paulatina de finos en el relleno, produciendo oquedades que se ven acrecentadas durante avenidas máximas donde la bóveda trabaja a máxima capacidad (ver **Figura 6**).
- Entre las Sendas No.10 y No.11, aproximadamente a 15m. del sector dañado, se identificó un pozo de visita o respiradero de la bóveda, el cual puede servir como punto de acceso más inmediato a la estructura a fin de realizar una inspección visual dentro de la estructura, en las inmediaciones del sector donde se produjo el hundimiento. El respiradero presenta emanaciones de gases con concentraciones desconocidas (ver **Figura 7**).

<sup>1</sup> Sentencia definitiva No. 204-SMQM-07 de Cámara 3ª de lo Civil, 1ª sección del Centro, San Salvador, 11 de febrero de 2008.

<sup>2</sup> CCAS S.A. de C.V. Programa de reducción de vulnerabilidad en quebradas y ríos del AMSS 2010-2013. Junio de 2010.



## 2.1. INVESTIGACIÓN ANTECEDENTES DE DAÑOS.

- Según lo manifestado por residentes, el sector aledaño a la Senda 10 de la residencial tiene antecedentes de problemas similares, tanto de daños del colector primario de aguas negras como de la estructura de la bóveda. Según se pudo constatar en un extracto de la sentencia definitiva No. 204-SMQM-07 de la cámara tercero de lo civil, fechada 11 de febrero de 2008<sup>3</sup>, en el mes de mayo del año 2000 el sector inspeccionado presentó daños en 25 metros de la estructura de la bóveda, el cual fue reparado. Los daños fueron atribuidos al exceso de presión hidrostática producido por el colapso del colector primario de aguas negras que pasa a través de la residencial.
- Los registros digitales del periódico El Diario de Hoy muestran noticia de 01 de marzo de 2001, donde se manifiesta que se realizaron evacuaciones de alrededor de 30 familias de la Comunidad Nuevo Israel debido a la formación de una oquedad producto del colapso de un tramo de la bóveda del Condominio Brisas de San Francisco, daños asociados a los sismos de enero y febrero de 2001. Dicha noticia proporciona un indicio de daños en la estructura en sitios diferentes al sector inspeccionado, ya que la Comunidad Nuevo Israel se ubica al costado Norte de la Residencial entre la Avenida Las Amapolas y la Senda No. 6 (ver **Figura 5**).
- En noticia de 01 de marzo de 2001, se manifiesta que la bóveda de la Urbanización Residencial Brisas de San Francisco tiene indicios de no poseer capacidad hidráulica suficiente puesto que provoca el remanso de agua en su entrada provocando inundaciones en el sector Quiroa de la Comunidad Nuevo Israel. Además, a la salida de la bóveda, sobre la 49<sup>a</sup>. Avenida Sur existen antecedentes de que dicha estructura trabaja a máxima capacidad<sup>4</sup>.

## 3. CONCLUSIONES.

1. Debido a las condiciones encontradas en la zona al momento de la inspección y a los trabajos de rehabilitación que ANDA estaba efectuando no fue posible realizar una inspección dentro de la oquedad con el fin de identificar posibles huecos entre la estructura de la bóveda y el suelo que indicaran la existencia de otras zonas socavadas, sin embargo dada la pérdida masiva de material y la poca agua encharcada existe alta probabilidad que dichos huecos existan.
2. La falla del colector de aguas negras se puede atribuir a dos mecanismos:
  - Pérdida de sustentación de la tubería provocada por huecos formados bajo esta que pudieron producirse paulatinamente por filtraciones, grietas o daños existentes en la estructura de la bóveda, la cual trabaja a su máxima capacidad durante avenidas máximas. Pudiendo haber

<sup>3</sup> Fuente: Extracto digital publicado en sv.vlex.com. URL: <http://sv.vlex.com/vid/-416566190>

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.elsalvador.com/noticias/2001/3/1/NACIONAL/nacio13.html>

contribuido al daño del colector el sismo registrado el 13 de octubre de 2014, provocando fugas en el mismo aumentando los procesos de socavación. La pérdida masiva de material pudo producirse por lavado a través de huecos en el terreno conectados a grietas o daños en la estructura de la bóveda o a través de huecos en el terreno que transcurren junto a la estructura o bajo esta.

- Filtraciones en el colector de aguas negras que fueron formando de manera progresiva oquedades bajo la tubería que provocaron la pérdida de sustentación bajo la misma, situación agravada por el sismo registrado el 13 de octubre de 2014. Bajo este escenario deben haber existido huecos que permitieran la filtración y lavado de material para provocar la pérdida masiva de suelo. Dichos huecos pueden transcurrir junto o debajo de la estructura o en el peor de los casos a través de daños en la misma.

Independientemente del mecanismo que pudiera producir la falla del colector y la oquedad, la pérdida masiva de suelo es atribuida a la existencia de huecos en el subsuelo que pueden transcurrir paralelamente a las paredes de la bóveda o bajo la estructura, o en su defecto, tener conexiones con grietas o daños en la estructura.

3. La bóveda del Condominio Residencial Brisas de San Francisco presenta antecedentes de daños, los cuales pueden haberse presentado en al menos dos puntos diferentes a lo largo de su alineamiento, lo que evidencia que la estructura puede tener daños de orígenes diversos debiendo realizarse un diagnóstico de daños a lo largo de su alineamiento para identificar sectores críticos de intervención.

#### 4. RECOMENDACIONES.

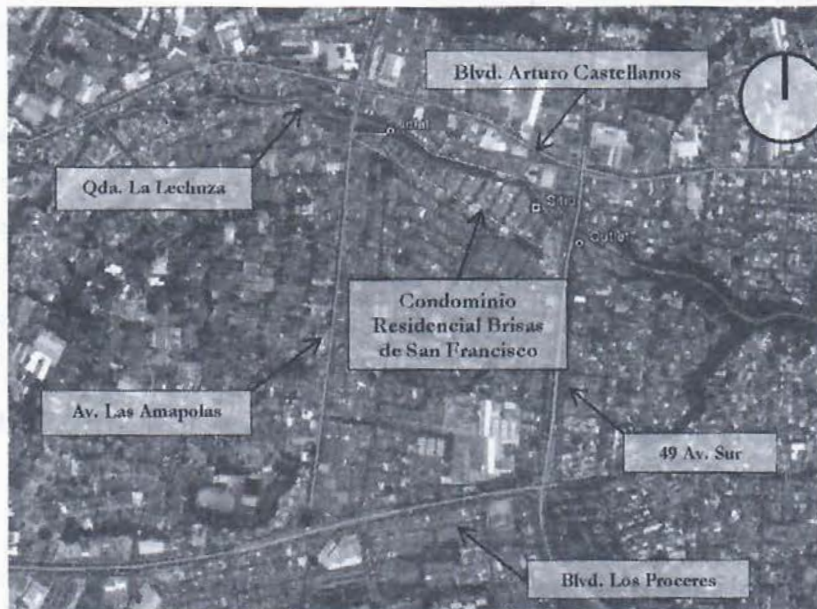
1. Realizar una inspección preliminar de verificación de condiciones de acceso dentro de la bóveda en los sectores aledaños al pozo de inspección existente, verificándose las condiciones de la cama hidráulica, actividad que se deberá realizarse utilizando equipo de descenso vertical sin desconexión, para verificar si existen condiciones seguras de acceso hacia el sitio, así como verificar las condiciones de caudal dominante en el sector.

Dada la profundidad de descenso y la alta emanación de gases la inspección debe realizarse con equipo de respiración autónoma, acompañada de lámparas portátiles de gran capacidad - reflector lámpara de 120v como mínimo - que proporcionen una visión clara de las condiciones del sitio (ver Figura 8).

2. Establecidas las condiciones de seguridad para el acceso a la bóveda, se recomienda realizar de manera urgente una inspección dentro de la bóveda en las inmediaciones del hundimiento presentado, con el fin de identificar posibles daños en la estructura que pudieran haber servido como paso de material que contribuyeran a la pérdida masiva de suelo. Para realizar esta actividad

- se recomienda la configuración de sistema de iluminación industrial a lo largo del tramo recorrido, con el fin de brindar un panorama claro de las condiciones de la estructura. Todo trabajo dentro de la estructura deberá realizarse con equipo de respiración autónoma (ver Figura 8).
3. Dados los antecedentes de daños en la bóveda, se recomienda realizar a corto plazo y en condición de caudal mínimo inspección interna a lo largo del alineamiento de la bóveda con el fin de identificar daños existentes o sectores críticos por socavación dentro de la estructura. Para la ejecución de dichas labores se deberá equipar al menos a tres personas con equipo de seguridad básico, equipo de respiración autónoma y contar con equipo de iluminación adecuado al interior de la bóveda.  
  
Previo a realizar la inspección interna a la bóveda, se deben realizar las coordinaciones respectivas con el Cuerpo de Bomberos y/o Comandos de Salvamento, por cualquier inconveniente o emergencia que se presente, durante la realización de la inspección.
  4. Con el fin de verificar la existencia de probables puntos con oquedades en las inmediaciones del sector donde se produjo el hundimiento, se recomienda realizar una prospección geofísica de oquedades, mediante la utilización de equipo de Resistividad Eléctrica o Georadar. Lo que permitirá identificar puntos con posibles oquedades que luego pudieran ser verificados mediante otros métodos directos de prospección.
  5. Dado que los daños descritos se encuentran dentro de un Condominio (propiedad privada) para cualquier intervención de obras al interior del mismo se deberán realizar las gestiones con los condómines como las consultas necesarias con la Gerencia Legal de este ministerio.

## 5. FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS.



**Figura 1.** Esquema de ubicación de Condominio Residencial Brisas de San Francisco y bóveda sobre quebrada Arenal Monserrat.



**Figura 2.** Esquema de ubicación de Hundimiento Calle principal y Senda No.10, Condominio Residencial Brisas de San Francisco.

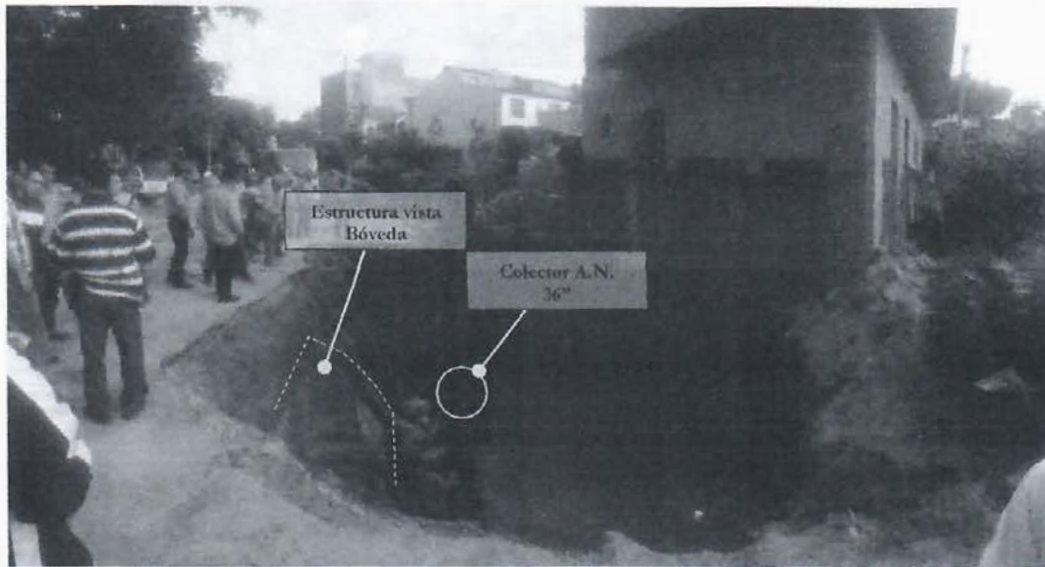


Figura 3. Vista general de hundimiento contiguo a Senda No.10. Fuente: Fotografía tomada el 25 de Octubre de 2014.

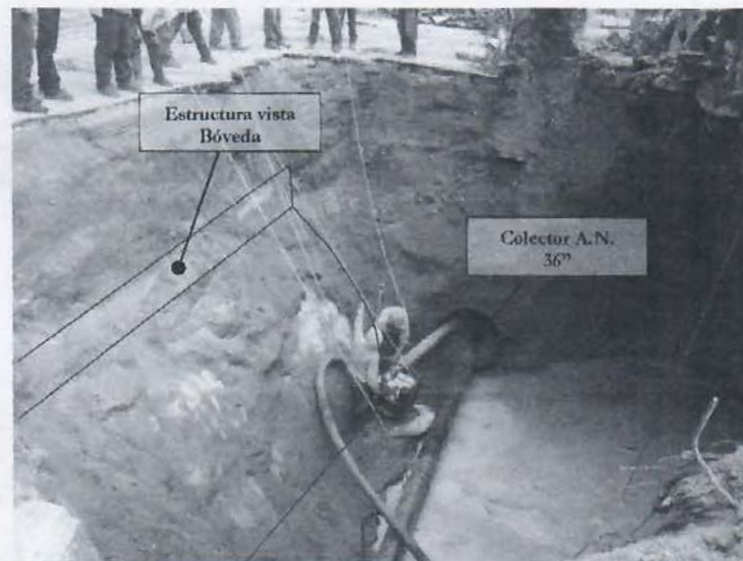


Figura 4. Vista general de estructura de bóveda expuesta por hundimiento contiguo a a Senda No.10. Fuente: Fotografía tomada el 25 de octubre de 2014.

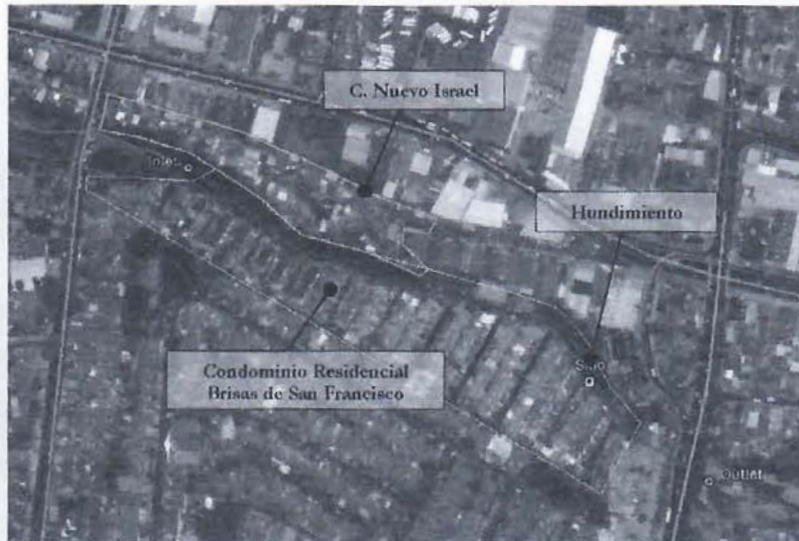


Figura 5. Esquema general de ubicación de Comunidad Nuevo Israel y sector inspeccionado.



Figura 6. Vista general sección de entrada de bóveda de Condominio Residencial Brisas de San Francisco, sobre Avenida Las Amapolas. Fuente: Informe Componente Hidrología-Hidráulica. Programa de reducción de vulnerabilidad en quebradas y ríos del AMSS 2010-2013. Junio 2010.





**Figura 7.** Vista general de hundimiento y ubicación de pozo de visita de bóveda. Fuente: Fotografía tomada el 25 de octubre de 2014.



**Figura 8.** Vista general de equipo de respiración autónoma, duración media de uso 30 minutos.



**Figura 9.** Ejemplo de reflector - lámparas portátil, recomendada para trabajos de inspección en bóveda.

## 6. TECNICOS RESPONSABLES.




Ing. William Guzmán  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso



Ing. Jonathan J. Alvarado  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Revisó:



Inga. Claribel Tejeda  
Subdirectora de Drenajes

Vo. Bo:



Msc. Emilio Ventura  
Director DACGER



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS,  
TRANSPORTE, VIVIENDA  
Y DESARROLLO URBANOGOBIERNO DE  
EL SALVADOR  
UNIDOS CRECEMOS TODOS

REF. No. MOP-DACGER-067/2014.

## EVALUACIÓN PRELIMINAR

DAÑO EN BÓVEDA SOBRE QUEBRADA ARENAL MONSERRAT, CONDOMINIO  
RESIDENCIAL BRISAS DE SAN FRANCISCO, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR.**1. DATOS GENERALES.****1.1. Fecha de inspección:** Viernes 31 de octubre de 2014.**1.2. Participantes:**

- Ings. William Guzmán y Deyman Pastora, Técnicos de Subdirección de Puentes y Obras de Paso, DACGER.
- Inga. Claribel Tejeda e Ings. Jonathan Alvarado, Jaime Rodríguez y Héctor González, Subdirectora y Técnicos de Subdirección Drenajes, DACGER.

**1.3. Objetivo de visita:**

Evaluar los daños presentados en tramo de bóveda existente bajo calle principal de Condominio Residencial Brisas de San Francisco a la altura de Senda Vehicular No.10, sobre quebrada Arenal Monserrat.

**1.4. Ubicación geográfica:**

Punto ubicado sobre Calle principal y Senda vehicular No.10, Condominio Residencial Brisas de San Francisco. Coordenadas geográficas: 13.690856° Latitud, -89.217989° Longitud (ver Figura 1). Mismo sitio donde se produjo hundimiento reportado 25 de octubre de 2014, según informe Ref. MOP-DACGER-066/2014.

**2. OBSERVACIONES.**

- Se identificó un tramo de aproximadamente 20 metros de estructura de Bóveda colapsada, sector donde previamente se había formado una oquedad que produjo el colapso de un colector primario de aguas negras. El daño se ha producido justo en la transición de dos sistemas constructivos, el primer sistema constituido por bóveda de arco de placas de concreto de 7

metros de altura ( ver **Figura 3**) y el segundo constituido por paredes de bloque prefabricado de concreto y arco de losa aligerada (vigüeta-bovedilla, ver **Figura 4**).

- Para verificar las condiciones del tramo dañado en el interior de la estructura, se ingreso a través de pozo de visita cercano utilizando equipo de descenso vertical. Los daños en la cama hidráulica de la estructura no permitieron realizar un recorrido a pie por lo que la evaluación visual se realizó desde el punto de acceso mediante suspensión (ver **Figura 5**).
- Mediante evaluación visual interna de la bóveda, realizada como se describe en el ítem anterior, se identificó una amplia zona con pérdida de cama hidráulica, tramo dañado que se extiende aguas arriba y aguas abajo del sector colapsado. Presentándose en el punto de colapso socavaciones de gran magnitud concentradas a lo largo de la pared derecha de la bóveda (ver **Figura 4**)
- La bóveda presenta un tramo de aproximadamente 30 metros cuyo sistema constructivo lo conforman paredes de bloque de concreto y arco de losa aligerada (vigüeta-bovedilla), mientras que aguas arriba y aguas abajo de dicho sector se presentan sistemas constructivos diferentes compuestos por Arco de placas de concreto.
- Se pudo constatar que un sector de muro de bloque (sistema constructivo 2) y de la base de arco de concreto (sistema constructivo 1) presentaba un colapso atribuido a la socavación producida en el cauce por la pérdida de cama hidráulica.
- A lo largo de los paneles de concreto colapsados se observaron indicios de agrietamientos preexistentes que no pueden ser atribuidos al mecanismo de falla actual, por lo que se presume que la bóveda ya presentaba daños estructurales en el sector que producían filtraciones y la formación de oquedades en los terrenos aledaños. Este mecanismo se sumó a los daños producidos por socavación en las bases.

### 3. CONCLUSIONES.

1. La evidencia de daños estructurales existentes en arco de concreto, con la formación de agrietamientos y huecos en las planchas de concreto, así como la socavación en las bases corroboran la información proporcionada por los habitantes de la residencial Brisas de San Francisco, donde se observaba que el flujo de aguas negras drenaba hacia huecos en el terreno.
2. La pérdida total de la cama hidráulica de la bóveda en el sector dañado y las socavaciones en la base de los muros y cimentaciones de la estructura, son los factores que más incidieron en el mecanismo de colapso actual de la bóveda. Sin embargo, los daños previos observados en las paredes de la estructura pudieron contribuir a la pérdida acelerada de suelo en los terrenos aledaños.

3. En el sector dañado se presenta un cambio de alineamiento que concentra las velocidades de flujo en dicho sector, además de presentarse una transición de sistemas constructivos, desconociéndose la calidad ni los métodos utilizados para el empalme de ambas estructuras. En tal sentido por las condiciones constructivas y las condiciones de sitio, el tramo dañado constituye un sector crítico en el comportamiento hidráulico de la bóveda, contribuyendo al historial de daños en el sector.
4. Dadas las evidencias de posibles daños previos en las placas de concreto de la bóveda, no se descarta que puedan existir otros sectores con daños estructurales similares.
5. Dada la existencia de otros puntos de cambio de alineamiento de la bóveda y la falta de capacidad hidráulica que presenta la estructura, se deben esperar la existencia de daños por socavación en la cama hidráulica que puedan inducir a mecanismos de falla similares al observado en el sector inspeccionado.
6. Existe un tramo de longitud no cuantificada, aguas arriba y aguas abajo del sector colapsado que presenta daños por socavación severos que requieren una reparación a corto plazo.
7. De ocurrir avenidas de moderada magnitud como la presentada el 30 de octubre, las afectaciones a los terrenos aledaños puede extenderse hacia aguas arriba y aguas abajo del punto inspeccionado pudiendo llegar a afectar las viviendas aledañas a las sendas 10 y 11.
8. Los daños en la cama hidráulica de la bóveda y el desconocimiento de la profundidad de dichas socavaciones imposibilita el acceso a pie, por lo que una inspección de detalle no puede realizarse sin antes efectuar labores provisionales de desvío parcial de caudal.

#### 4. RECOMENDACIONES.

1. Remoción de planchas de concreto colapsadas que aún se encuentran conectadas al arco, con el fin de disminuir las fuerzas ejercidas al sector de bóveda aún en pie y minimizar los vórtices que puedan generarse en el flujo que potencien los efectos de socavación en la franja de terreno expuesta.

Como medida provisional se recomienda que los paneles removidos sean colocados como pantallas de protección en la franja de suelo visto, con el fin de proporcionar una protección mínima ante socavación durante avenidas medias, conformándose anclajes adecuados a la estructura existente.

Dadas las condiciones de socavación se deberá volcar roca o escombros de demolición de suficiente peso en las inmediaciones de la pantalla a conformar, con el fin de rellenar una parte del hueco de socavación que permita brindar mayor sustento a las obras provisionales.

2. Realizar una inspección de detalle dentro de la bóveda, aguas arriba y aguas abajo del punto inspeccionado, en época de verano, con el fin de identificar posibles daños en la estructura de arco o daños por socavación en la cama hidráulica que permitan establecer puntos críticos de intervención futura.

Para la ejecución de dichas labores se deberá equipar al menos a tres personas con equipo de seguridad básico, equipo de respiración autónoma y contar con equipo de iluminación adecuado al interior de la bóveda.

Previo a realizar la inspección interna a la bóveda, se deben realizar las coordinaciones respectivas con el Cuerpo de Bomberos y/o Comandos de Salvamento, por cualquier inconveniente o emergencia que se presente, durante la realización de la inspección.

3. Dado que aún existe la posibilidad que se presenten lluvias de moderada magnitud, se debe realizar un monitoreo constante del sector, con el fin de poder alertar a los habitantes de las viviendas alcañanas al sector dañado, especialmente a las viviendas de esquina en las sendas 10 y 11.
4. Dado que los daños descritos se encuentran dentro de un Condominio (propiedad privada) para cualquier intervención de obras al interior del mismo se deberán realizar las gestiones con los condóminos como las consultas necesarias con la Gerencia Legal de este ministerio.

## 5. FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS.

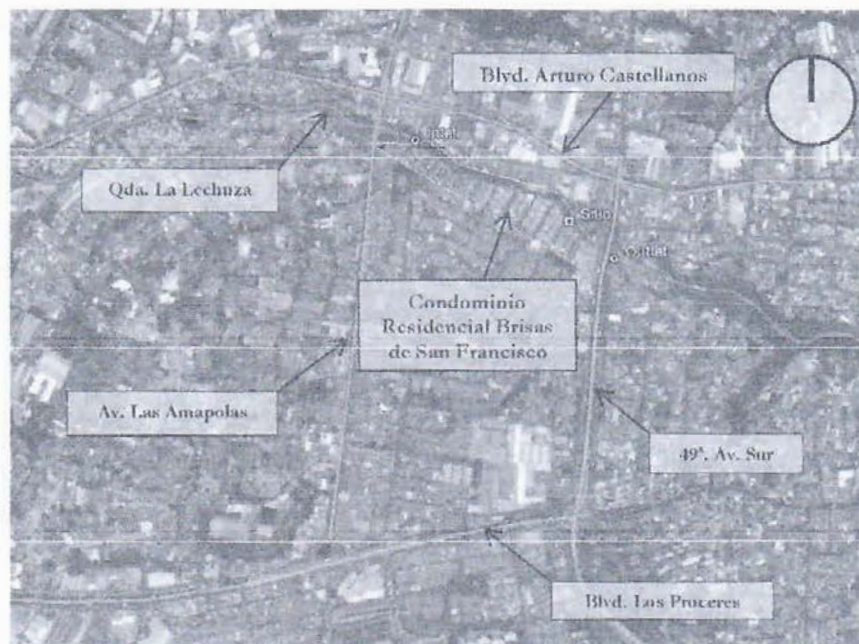


Figura 1. Esquema de ubicación de Condominio Residencial Brisas de San Francisco y bóveda sobre quebrada Arenal Monserrat.



Figura 2. Esquema de ubicación de área en daño en bóveda sobre Calle principal y Senda No.10, Condominio Residencial Brisas de San Francisco.

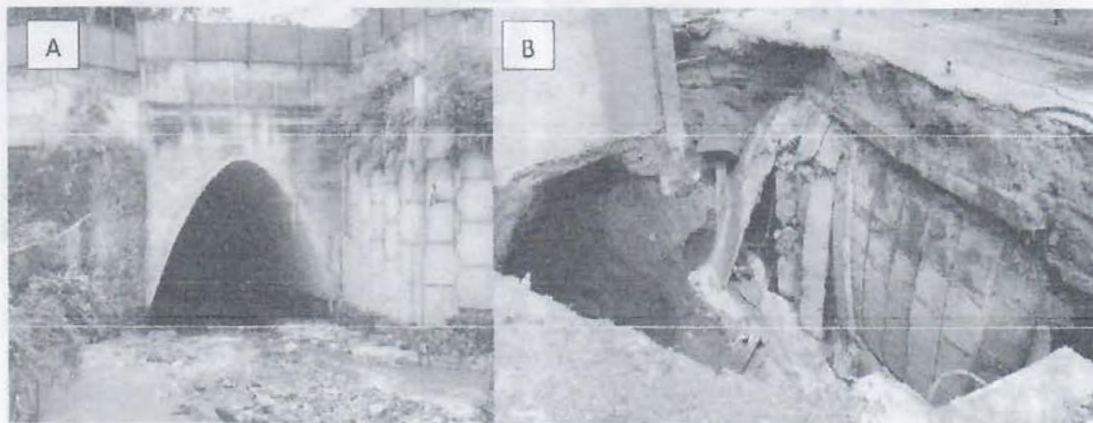


Figura 3. Sistema constructivo Losas de concreto reforzado, arco parabólico (Sistema constructivo #1). (A) Vista general de sistema en la entrada de Bóveda. Fuente: Informe Componente Hidrología-Hidráulica. Programa de reducción de vulnerabilidad en quebradas y ríos del AMSS 2010-2013, Junio 2010 (B) Sector de Losetas dañadas sobre sistema de arcos de concreto reforzado. Fuente: Fotografía tomada el 31 de octubre de 2014.

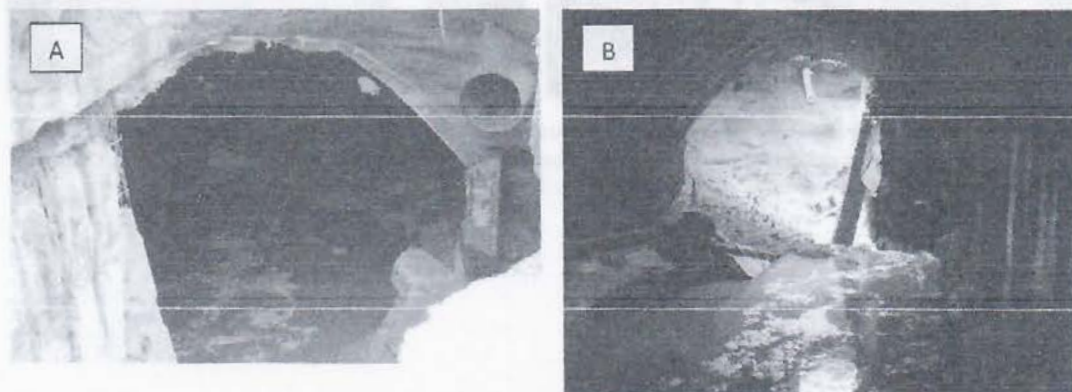
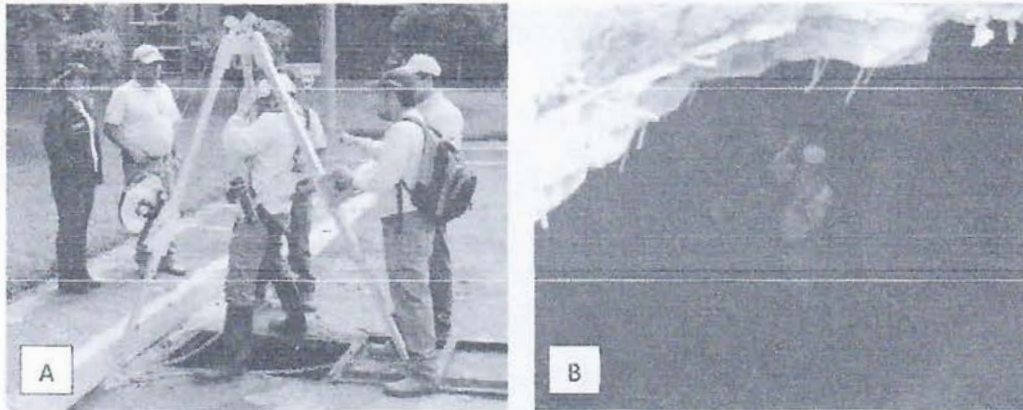
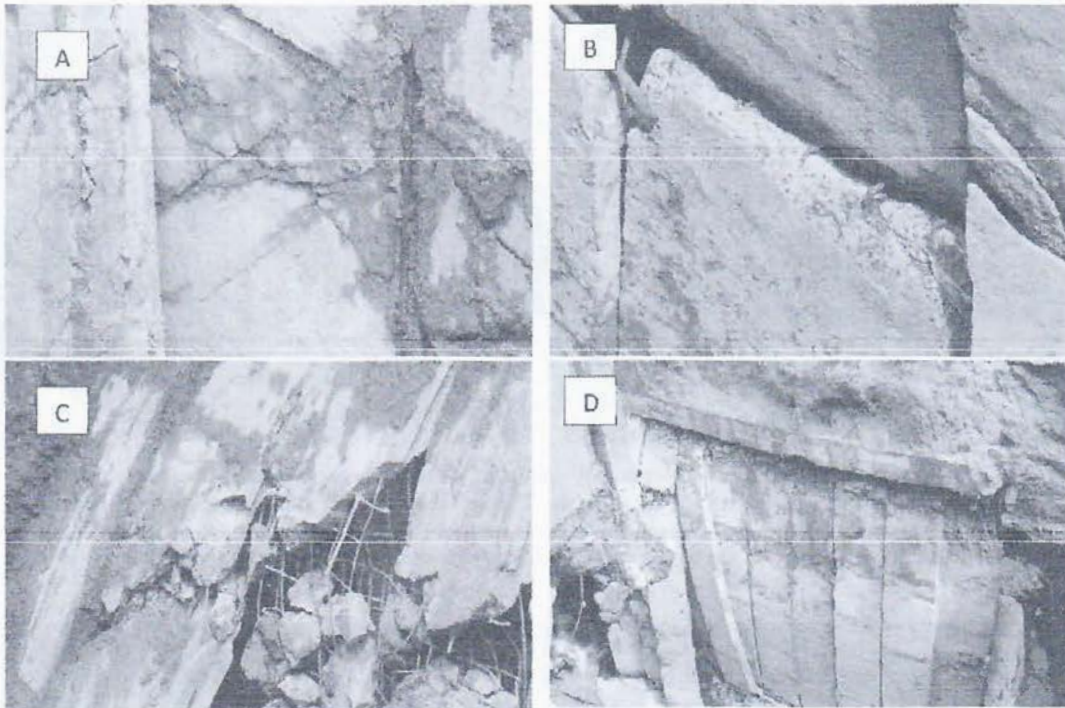


Figura 4. Vista general de sector de bóveda dañada, tramo sistema constructivo de paredes de bloque y losa aligerada. (A) Vista de daño desde senda 10, (B) vista de daños desde aguas abajo de tramo colapsado. Fuente: Fotografías tomadas el 31 de octubre de 2014.



**Figura 5.** Proceso de inspección por descenso vertical y suspensión. (A) Pozo de visita frente a senda vehicular No.11, (B) Proceso de inspección visual por suspensión. Fuente: Fotografías tomadas el 25 de octubre de 2014.



**Figura 6.** Vista de sectores dañados en tramo compuesto por losetas de concreto reforzado. (A-B) Señales de oxidación, pulido de agregados indicios de daños antiguos; (B,C) Sectores de grietas y daños 31 de octubre de 2014. Fuente: Fotografías tomadas el 31 de octubre de 2014.



6. TECNICOS RESPONSABLES.

Ing. William Guzmán  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Inga. Claribel Tejada  
Subdirectora  
Subdirección de Drenajes

Ing. Jonathan J. Alvarado  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Ing. Jaime Rodríguez  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Inga. Héctor González  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Ing. Deyman Pastora  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Vo. Bo:

Msc. Emilio Ventura  
Director DACGER





**REF. No. MOP-DACGER-062/2016.**  
**INFORME "INSPECCIÓN INTERNA DE TRAMO PARCIAL DE BÓVEDA EN CONDOMINIO  
RESIDENCIAL BRISAS DE SAN FRANCISCO, SAN SALVADOR"**

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 8 de Noviembre de 2016

**PARTICIPANTES EN LA VISITA:**

Ing. Brenda Calero	DACGER-MOP-SPOP
Ing. Juan Carlos Garcia	DACGER-MOP-SPOP
Ing. Deyman Pastora	DACGER-MOP-SPOP
Ing. Héctor Gonzales	DACGER-MOP-SD
Ing. Jaime Rodriguez	DACGER-MOP-SD
Ing. Alonso Alfaro	DACGER-MOP-SG

**OBJETIVO DE LA VISITA**

Realizar una inspección visual de las condiciones estructurales e hidráulicas de la Bóveda que pasa por debajo de la calle principal del condominio Brisas de San Francisco en el tramo comprendido entre las sendas No 7 y 10 realizando una inspección de mayor detalle en el sector de la bóveda que intercepta con la senda No 8 y la calle principal, en donde se ha dado perdida de material del suelo del relleno ubicado en el costado derecho de la bóveda donde además se encuentra ubicado el sistema de aguas negras de la senda.

**UBICACIÓN**

El tramo de bóveda inspeccionado se ubica entre Sendas vehiculares No. 7 y No.10, del Condominio Residencial Brisas de San Francisco, tramo en donde se encuentra el punto de perdida de material ubicado al final de la senda No. 8

Punto de perdida de material                      N 13°41'29.01"    W 89°13'7.39"





**Imagen 1** Ubicación de la zona de inspección.

## 1. ANTECEDENTES.

Debido a los problemas suscitados del colapso de un tramo de la bóveda en el sector de la senda No. 10 y la reciente pérdida de material de suelo que soportaba el sistema de aguas negras al final de la Senda vehicular No. 8 y que ha dejado al descubierto parte del costado derecho de la bóveda, la Comisión Nacional de Cárcavas determinó la necesidad de realizar una revisión interna de la bóveda, para poder tener un mejor diagnóstico de las condiciones de la bóveda para que personal de ANDA pueda realizar los trabajos necesarios de rehabilitación del sistema de aguas negras que conecta de la senda No 8 hacia el colector principal que actualmente se encuentra sin soporte por la pérdida de material que se ha dado en el sector, por lo que se le solicitó a personal de la DACGER que realizara la inspección al interior de la bóveda para determinar las condiciones de esta en el tramo antes mencionado, para la cual se coordinó con personal de Bomberos y de la alcaldía de San Salvador dicha inspección.

Previo a la inspección que se realizó en el lugar es importante conocer que en octubre del 2014 se produjo el colapso de parte de la bóveda en el sector de la senda No 10 (ver informe anexo **Ref. No. MOP-DACGER-067/2014**; ver **Fotografía N°1**), previo a este colapso se había dado un hundimiento y pérdida del material del relleno del costado derecho de la bóveda dándose el colapso del colector primario de aguas negras de 36" que pasa al costado derecho de esta (ver informe anexo Ref. No. MOP-DACGER-066/2014), situación que es similar a la que se ha dado recientemente al final de la senda No 8 aunque en este último caso aún no se ha dado el colapso del colector primario (ver **Fotografía N°2**).

Por lo anterior Técnicos de ANDA solicitaron a la Comisión Nacional de Cárcavas que previamente a que ellos realizaran el relleno del hundimiento que se produjo en la senda No 8 se debía realizar la inspección de la parte interna de la bóveda para asegurarse de que no sucediera lo mismo que paso en el hundimiento de la senda No 10.

La Comisión Nacional de Cárcavas recomendó a ANDA que realizara el desvío del flujo de aguas negras que pasa por el colector principal de 36" para así disminuir el peso que soporta este sistema, mientras se realizan las obras necesarias en ese punto, desvió que ya se había ejecutado, para lo cual desviaron el flujo en la incorporación del Arenal San Felipe al Arenal Monserrat por medio de un sistema de compuerta del mismo sistema, por lo que se incorporó este flujo al del Arenal Monserrat.



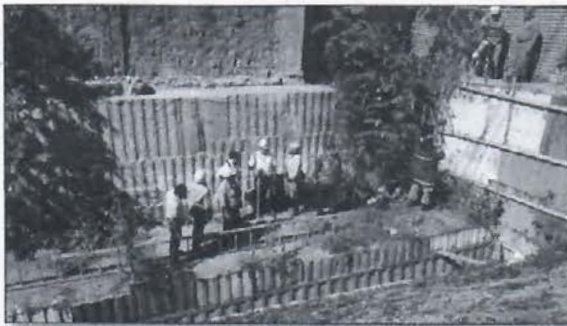
**Fotografía N°1.** Colapso de boveda en intercepcion de calle principal y senda No 10 en Brisas de San Francisco a) foto de colapso sin obras de mitigacion b) foto de colapso con obras de mitigacion.



**Fotografía N°2.** Hundimientos por perdida de relleno en sistema de aguas negras a) hundimiento previo a colapso de boveda en senda No 10 b) hundimiento actual en senda No 8.

Dadas las condiciones de la bóveda se optó por hacer el ingreso en el punto del colapso de esta, ya que no existen pozos de inspección que permitan acceder directamente a la bóveda y si se ingresaba desde la entrada de la misma el recorrido era mayor (aprox. 320 m) que la que se realizó por medio de este punto (aprox. 120 m) ya que se podía llegar de forma más inmediata al punto de interés que era el sector de la senda No. 8. Para el ingreso se contó con la ayuda de los cuerpos de bomberos y del equipo de protección civil municipal de san salvador (ver **Fotografía N°3**).

De forma rápida la logística de inspección fue la de conformar un equipo de expertos en el área de estructuras, hidrología e hidráulica de la DACGER acompañados por una persona del cuerpo de bomberos para seguridad de las personas de la inspección, además porque se hizo uso del equipo de soporte de oxígeno autónomo del que disponen ellos. Para la inspección se realizó el marcado de un cadenamiento temporal cada 10 m teniendo como 0 + 00 el punto de colapso de la bóveda recorriendo hacia aguas arriba hasta llegar al sector de la senda No. 8 el cual se había establecido que estaba a unos 120 m desde el punto de inicio, pero para tener seguridad de este punto, se coordinó por medio de radios que al momento que el equipo de inspección se encontrara cerca del punto de interés, el equipo exterior vertió agua con cal en el tragante ubicado en la senda No. 8 con lo cual se pudo verificar de forma más exacta el punto de inspección de interés (ver **Fotografía N°4 y 5**). A lo largo del recorrido se fueron identificando además otros problemas de la bóveda que también se especifican en este informe.



**Fotografía N°3.** Equipo y logística para ingreso a bóveda en punto de colapso del sector de la senda No 10.



**Fotografía N°4.** Inicio y marcado de cadenamiento de tramo inspeccionado en bóveda.



**Fotografía N°5.** Punto de incorporación de tubería proveniente de tragante ubicado en senda No. 8 (aprox. estacionamiento 1+20).

## 2. OBSERVACIONES.

En la inspección realizada al interior se pudieron observar distintos daños en la bóveda, los cuales se han identificado según el estacionamiento temporal que se trazó el día de la inspección. Dentro de estos daños los más relevantes son:

- **Estacionamiento 0+00:** punto de colapso de la bóveda, en este sector se observa la pérdida de la cama hidráulica de la bóveda hacia aguas abajo de este punto, además de los daños estructurales de las costillas de la bóveda a causa del mismo colapso (ver **Fotografía N° 6**).



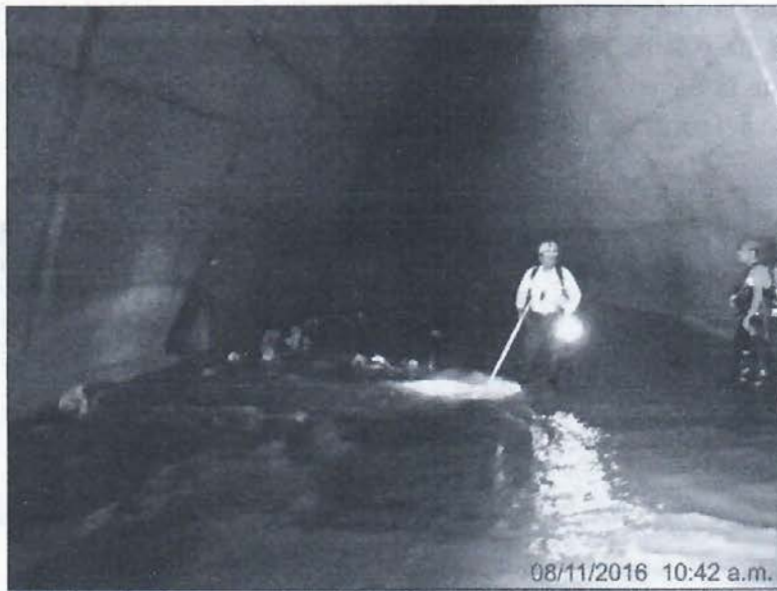
- **Estacionamiento 0 + 00 al 0 + 40:** en este tramo se observó la pérdida de cama hidráulica hacia la margen derecha de esta, con un ancho promedio de 3 m y una profundidad entre los 0.5 m a 1 m, con una caída de aproximadamente 2 metros en el punto de colapso (ver **Fotografía N° 7 y 8**).
- **Estacionamiento 0 + 10 al 0 + 20:** Se detectaron algunas grietas verticales, que posiblemente se han originado por asentamientos diferenciales y cargas laterales por sismo, adicionales a las cargas normales de retención. Así también se detectaron patrones de grietas en diagonal, pero que al observarlas en mayor detalle son juntas de colado, lo cual es una deficiencia constructiva debido a una falta de colado constante de la mezcla de concreto fresco y/o por la falta de un adecuado vibrado. (ver **Fotografía N° 9**).
- **Estacionamiento 0 + 40 al 0 + 60:** A partir del estacionamiento 0 + 40 hasta aproximadamente la estación 0 + 60 se da el desarrollo de una curva en el alineamiento de la bóveda. En este tramo también se detectaron grietas verticales y juntas de colado, además de irregularidades en la superficie interna de paredes y arco de la bóveda, debido a deficiencia en el moldeado empleado en el proceso de colado del concreto (ver **Fotografía N° 10 y 11**).



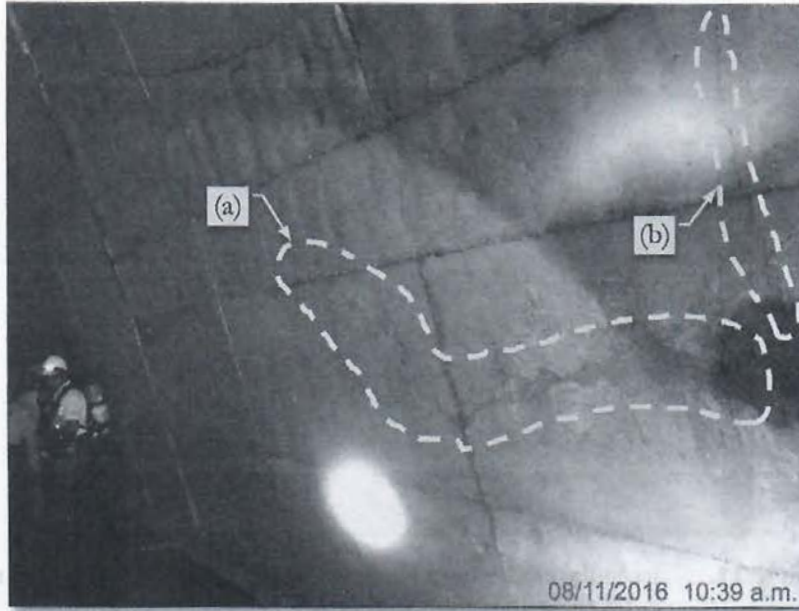
**Fotografía N°6.** Vista hacia aguas abajo de punto de colapso (estacionamiento 0+00).



**Fotografía N°7.** Pérdida de cama hidrualica en margen derecho de boveda (estacionamiento 0+00).



**Fotografía N°8.** Pérdida de cama hidrualica en margen derecho de boveda (estacionamiento 0+40).



**Fotografía N°9.** Junta de colado con apariencia de fisura (a) y grieta vertical (b) en costillas de bóveda en zona de juntas de colado, entre las estaciones 0+10 y 0+20.



**Fotografía N°10.** Curva para cambio de dirección del flujo en alineamiento de bóveda, entre las estaciones 0+40 y 0+60.



**Fotografía N°11.** Irregularidades en la superficie interna de paredes y arco de bóveda por deficiencia en el moldeado, entre estaciones 0+40 y 0+60.

- **Estacionamiento 0 + 70 al 0 + 90:** en este tramo se identificaron fisuras verticales y en diagonal en las costillas de la bóveda, principalmente hacia su margen izquierdo por la estación 0 + 70, posiblemente originadas por asentamientos diferenciales y cargas laterales de sismo, de forma similar a las descritas anteriormente (ver **Fotografía N°12**). Además en este tramo se pudo observar nuevamente la pérdida de cama hidráulica y socavación de los materiales de base hacia el centro de la misma, entre las estaciones 0 + 60 hasta la 0 + 80, con un ancho aproximado de 1.5 m y una profundidad de 0.4 m. En la estación 0 + 90 se pudo apreciar un cambio de sección de la bóveda (ver **Fotografía N°13**).



**Fotografía N°12.** Fisuras en costilla de bóveda, margen izquierdo (estacionamiento 0+70).



**Fotografía N°13.** Cambio de sección en bóveda (estacionamiento 0 + 90)

- **Estacionamiento 1 + 00 al 1 + 60:** en la estación 1 + 00 se ubicó una caída de aproximadamente 1 m, la cual se encontró parcialmente destruida, principalmente hacia el centro del ancho de la cama hidráulica, y en donde se detectó el inicio del tramo más crítico de pérdida de cama hidráulica de la bóveda, ya que a partir de este punto hacia aguas arriba, se pudo apreciar que la losa de concreto de la cama hidráulica se ha perdido, quedando únicamente los bordes de la misma suspendidos de la parte lateral que se une a las paredes de la bóveda (ver **Fotografía N°14 y 15**), además de que se ha perdido todo el material de base de esta en todo el ancho de la bóveda, estimándose esta situación en un tramo longitudinal de bóveda de aproximada de 60 m, es decir hasta la estación 1+60, próximo a la intersección de la Calle Principal con la Senda No7 (ver **Fotografía N°16**). Por otra parte, dentro de este tramo, en la estación 1 + 20 se localiza la socavación recién producida en la intersección con la Senda No 8, donde desde el interior de la bóveda se detectó la pérdida completa tanto de cama hidráulica como de sus materiales de base, por lo que se estima que las fundaciones de las paredes próximas se encuentran expuestas (ver **Fotografía N°17**). Por tanto con la socavación producida desde fuera de la bóveda en el lugar antes mencionado, se observaría que el tramo de pared de bóveda se encuentra afectado tanto hacia afuera como hacia el interior de la bóveda. Por otra parte, hacia las paredes de la bóveda, se detectaron nuevamente juntas de colado, grietas verticales e imperfecciones superficiales por deficiencias en el moldeado (ver **Fotografía N°18**).



**Fotografía N°14.** Caida dañada de Cama Hidraulica de altura de 1 m (estacionamiento 1+00).



**Fotografía N°15.** Perdida de base de cama hidraulica (estacionamiento 1+00).



**Fotografía N°16.** Inicio de socavacion en tramo de sector de la senda No 7 (estacionamiento 1+60).



**Fotografía N°17.** Punto de interes en sector de la Senda No 8, donde las fundaciones de las paredes se estima se encuentran expuestas (estacionamiento 1+20).



**Fotografía N°18.** Presencia de grietas en paredes laterales, entre estaciones 1+00 y 1+60

- **Estacionamiento 1 + 60 al 1 + 90:** debido a que el objetivo principal de la inspección era el determinar las condiciones del sector de la Senda No 8 y por recomendaciones de bomberos de no permanecer mucho tiempo al interior por los gases que emana el flujo de aguas negras, la inspección no se extendió hacia aguas arriba, pero al realizar un reconocimiento rápido se observó que a unos 30 o 40 m hacia aguas arriba del estacionamiento 1 + 60 existe otra caída en la cama hidráulica, la cual también presenta daños similares a la observada en la estación 1+00, por lo se estima que después de dicha caída se han originado más daños al centro de la cama hidráulica (ver **Fotografía N°19**).





**Fotografía N°19.** Segunda caída de Cama Hidraulica encontrada (estacionamiento entre 1+60 y 1+90).

- Como se mencionó anteriormente, previamente se había establecido que el hundimiento que sucedió en la Senda No 8 se ubicada a unos 120 m a partir del punto de colapso de la bóveda, y que al momento de la inspección se corroboró con el vertido de agua con cal en el tragante de la misma senda, por lo que se pudo ver la caída de este vertido desde el interior como se muestran en las **Fotografías N° 5 y 16**.
- Al corroborarse el punto de interés, que se encuentra cercano al estacionamiento estimado 1 + 20, se observa que en ese punto se ha perdido la cama hidráulica por completo y además la socavación en ese punto tiene una profundidad de aproximadamente 1.2 m (ver **Fotografía N°20**).
- Además se observa que en la base de la estructura de la bóveda, existe una socavación que comunica con la parte exterior de esta, aunque no sea una socavación que se extienda por todo el tramo de la base que se ve expuesta desde el interior, si es existe una parte en donde esta base a perdido parte de su apoyo, y por esa razón es que se puede apreciar que parte del flujo que se observa desde el exterior se incorpora a la bóveda. En dicho punto y por ende existe un riesgo moderado de daños a la base por la falta de apoyo de la misma (ver **Fotografía N°21 y 22**).



**Fotografía N°20.** Socavacion en estacion 1 + 20 (sector de senda No 8).

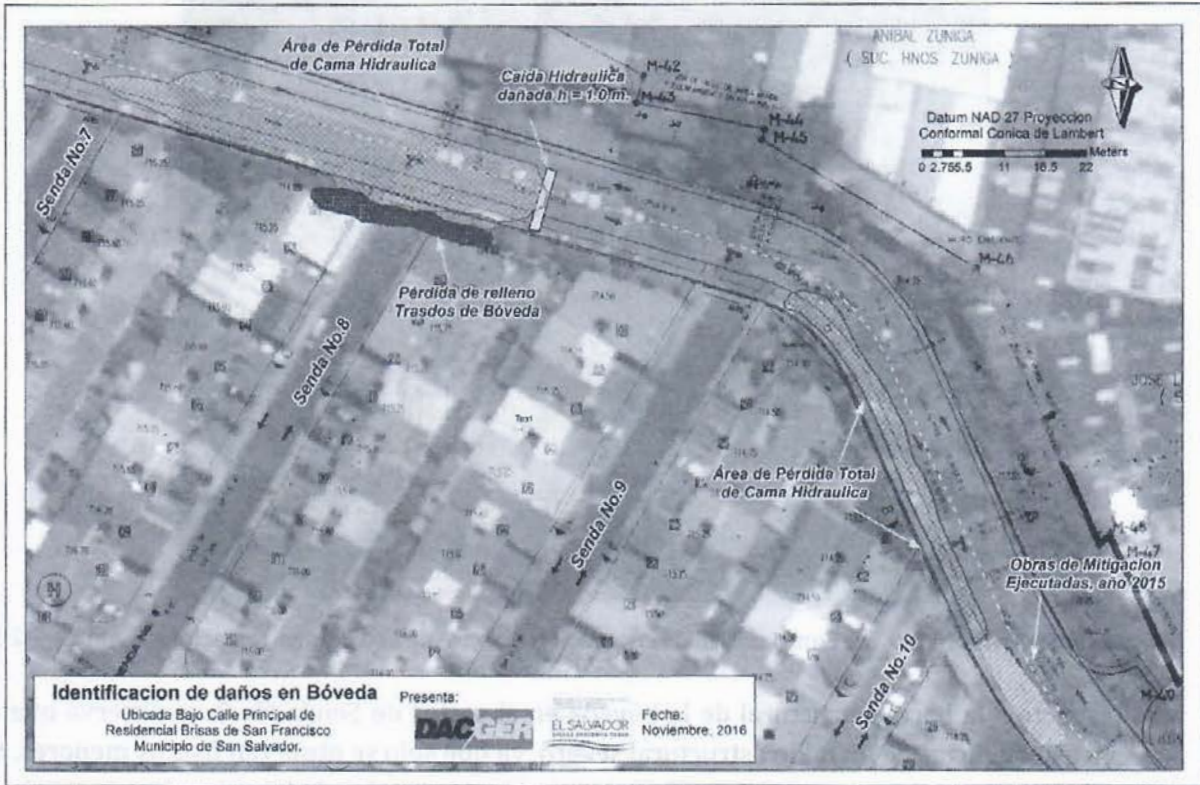


**Fotografía N°21.** Socavacion en base de estructura de boveda (estacionamiento 1 + 20).



**Fotografía N°22.** Punto critico de socavación de base de estructura (estacionamiento 1 + 20).

- Respecto a la parte estructural de la bóveda en el sector de Senda No 8, se observa que no existe evidencias de un daño estructural severo, ya que solo se observan fisuras menores. Sin embargo por la pérdida del relleno hacia la porción de pared de la bóveda y la socavación en la base de la misma puede conllevar a daños mayores.
- A través del recorrido que se realizó dentro de la bóveda y con las referencias externas que se tienen de los hundimientos, en la **Figura 1** se presenta un esquema aproximado de los tramos dañados de la bóveda para que se tenga una referencia de estas desde la parte de calle principal del condominio; además en la **Figura 2** se presenta un esquema de la problemática observada en el sector de la senda No 8.



**Figura 1.** Identificación de daños en tramo de boveda inspeccionado.

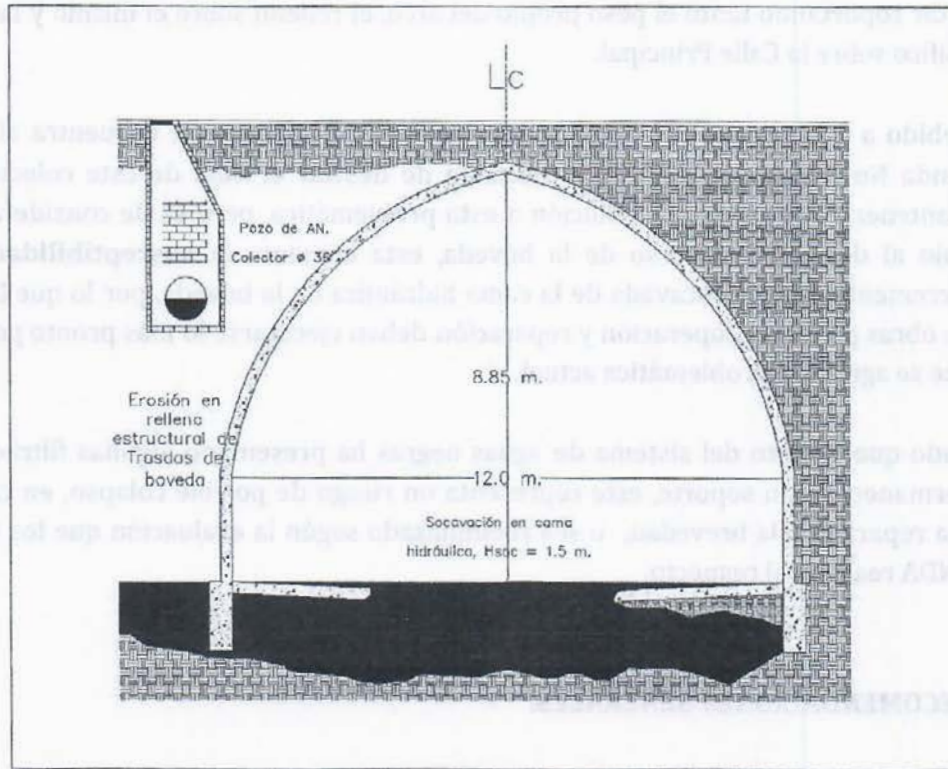


Figura 2. Esquema de problemática en sector de senda No 8.

### 3. DIAGNÓSTICO.

- El tramo de bóveda inspeccionado posee una **alta susceptibilidad** a presentar daños mayores en su estructura, principalmente por la pérdida de la cama hidráulica.
- Ante los problemas de socavación de la cama hidráulica, existe un **alto riesgo** a que se presenten nuevas zonas de hundimiento a lo largo de la bóveda por los siguientes factores:
  - i) Los antecedentes previos de daños en los sistemas de aguas negras, como el hundimiento ocurrido en la intersección con Calle Principal y Senda No 10 en el año 2014, y recientemente en este año en la intersección con Senda No 8. que conectan al colector principal de 36" que pasa paralelo al alineamiento de la bóveda.
  - ii) Por los problemas de socavación que existen en la cama hidráulica y en las fundaciones de los muros laterales de la bóveda.
- Ante la falta de relleno, donde se ha originado la socavación, los muros laterales de la bóveda no poseen apoyo lateral, el cual es fundamental para el adecuado funcionamiento estructural tanto de los muros como del arco superior de dicha bóveda al momento de

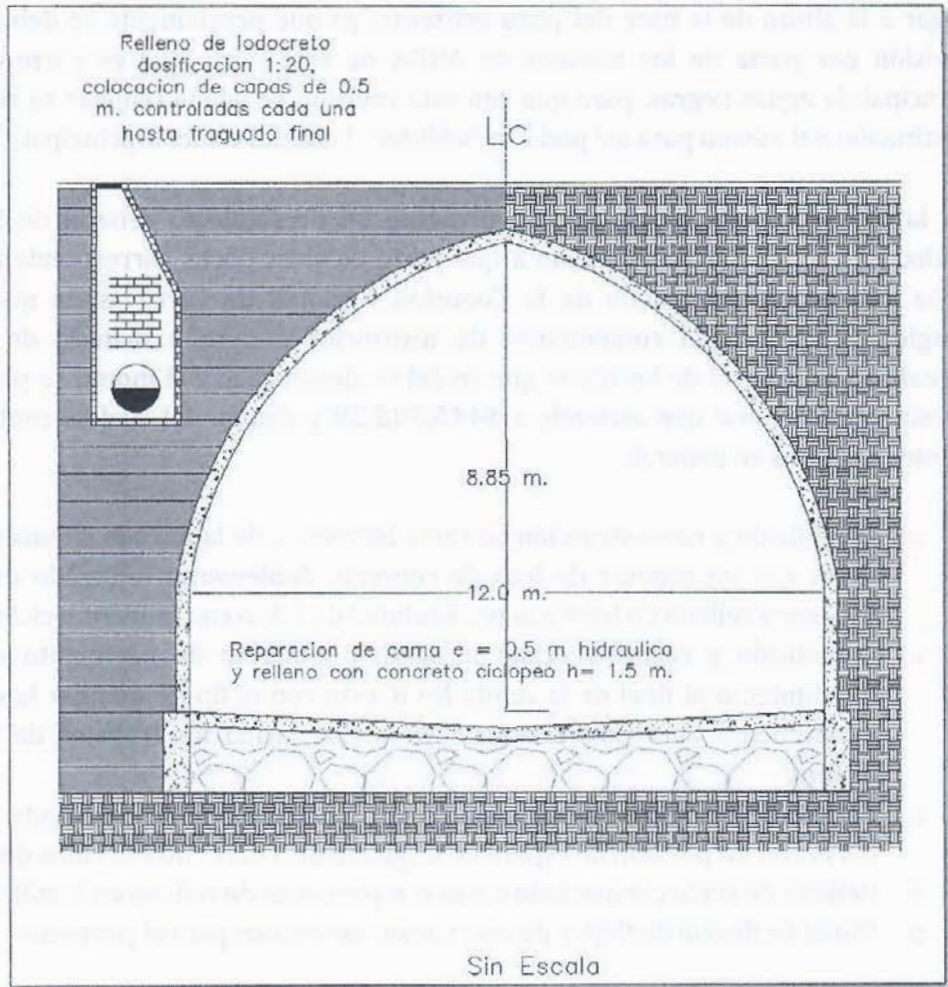
estar soportando tanto el peso propio del arco, el relleno sobre el mismo y las cargas de tráfico sobre la Calle Principal.

- Debido a que el pozo del sistema del colector principal que se encuentra al final de la senda No 8 está sin soporte, la decisión de desviar el flujo de este colector se debe mantener hasta que se dé solución a esta problemática, pero es de considerar que este flujo al desviarse al curso de la bóveda, esta aumento la **susceptibilidad** a que se incremente la zona socavada de la cama hidráulica de la bóveda, por lo que la ejecución de obras para la recuperación y reparación deben ejecutarse lo más pronto posible antes que se agrave la problemática actual.
- Dado que el pozo del sistema de aguas negras ha presentado algunas filtraciones y ha permanecido sin soporte, este representa un riesgo de posible colapso, en caso que no sea reparado a la brevedad, o sea reemplazado según la evaluación que los técnicos de ANDA realicen al respecto.

#### 4. RECOMENDACIONES GENERALES.

- Se mantiene la recomendación de mantener el desvío del flujo de los sistemas de aguas negras debido a que el pozo ubicado al final de la senda No 8 no posee base de soporte y podría dañar la estructura de la bóveda al colapsarse, pero esta recomendación no debe extenderse por mucho tiempo ya que genera socavación en la cama hidráulica de la bóveda.
- Lo más recomendable del caso es que se realice la reparación de la cama hidráulica a lo largo de toda la bóveda, pero dado el grado de emergencia que se tiene en el sector se recomienda realizar la reparación de 60 m de longitud de cama hidráulica, dentro del cual, se contempla el sector de la senda No 8 para así poder evitar un posible colapso de bóveda como sucedió al final de la senda No 10.
- Realizar a la brevedad en la socavación generada en la Senda No 8 un relleno contralado con suelo cemento fluido (lodocreto) a una proporción de 1:20, hasta alcanzar la fundación del pozo y tuberías de aguas negras del colector primario, para evitar que este colapse y dañe la bóveda. Dicho relleno se deberá realizar por etapas, siendo que en cada una de estas se verterá un colado de dicho material hasta un espesor de 50 centímetros, para luego darle un tiempo de fraguado de 4 a 7 días hasta que gane resistencia. Se sugiere el empleo de aditivos acelerantes de fraguado y de resistencia.

- El proceso de colado de capas de lodocreto se deben realizar en una primera etapa hasta llegar a la altura de la base del pozo existente, ya que previamente se debe realizar la revisión por parte de los técnicos de ANDA de este pozo, que es parte de colector principal de aguas negras, para que con esta revisión se pueda realizar su reparación o sustitución del mismo para así poder rehabilitar el uso del colector principal.
- En la parte final del documento se presenta un presupuesto general de las obras a realizarse en la zona, pero debido a que parte de estas obras corresponde a ANDA, se debe determinar por medio de la Comisión Nacional de Cárcavas de qué forma se desglosara este según competencia de instituciones pero a manera de tener una visualización general de las obras que se deben desarrollar y el monto se presenta este presupuesto general que asciende a **\$445,595.28** y dentro del cual se contemplan las siguientes obras en general:
  - o Demolición y reconstrucción de cama hidráulica de la bóveda en una longitud de 60 m con un espesor de losa de concreto doblemente reforzado de 0.5 m de espesor y relleno de base con profundidad de 1.5 m con lodocreto ciclope.
  - o Demolición y reconstrucción de acera y concreto de pavimento en zona de hundimiento al final de la senda No 8, esto con el fin de ampliar la entrada del hundimiento para poder realizar de mejor forma los trabajos de relleno del mismo.
  - o Relleno de hundimiento con lodocreto de proporción 1:20 y realizado en capas de 0.5 m con un periodo de espera de fraguado de 3 días entre colados de capas.
  - o Relleno de suelo compactado como complemento de relleno en hundimiento.
  - o Obras de desvío de flujo y de adecuación necesarios para el proyecto.
- Es importante recalcar que **se deben realizar las obras de reconstrucción de la cama hidráulica de la bóveda en conjunto con el relleno** del hundimiento ya que dadas las condiciones del sitio la soluciones presentadas son complementos entre sí, en la **Figura 3** se presenta el esquema general de las obras a realizar.
- Además se debe realizar la inspección y reparación integral de toda la bóveda dado que los problemas presentados se observan que existen a lo largo de su longitud y de no atenderse el resto, se pueden presentar más problemas de la misma índole como los que se han presentado en las sendas No 10 y 8.
- También personal de ANDA debe realizar una evaluación de las conexiones del sistema de aguas negras de la zona para prevenir otros puntos de hundimiento por pérdida de material a causa de filtraciones del mismo sistema.



**Figura 3.** Esquema de reparaciones en sector de senda No 8.

**PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS DE REPARACIÓN**



Capítulo	A	Propuesta de Reparación del Proyecto: "Boveda Brisas de San Francisco, senda 8 ,Departamento de San Salvador"		Cantidad	PU	Total
<b>Subcapítulo</b>	<b>#1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
Concepto	1.01	Construcción de dique		m3	1 \$ 6,073.38	\$ 6,073.38
Concepto	1.02	Suministro, instalación y sujeción de tubería de 40" en dos partes		ml	85 \$ 63.10	\$ 5,363.50
Concepto	C.2.02	Trazo y Nivelación		m2	2 \$ 244.24	\$ 488.48
Concepto					820 \$ 0.27	\$ 221.40
<b>Subcapítulo</b>	<b>#2</b>	<b>DEMOLICIONES Y DESALOJOS DE DEMOLICIONES</b>				
Concepto	2.01	Demolición de cama hidráulica existente		m3	1 \$ 3,060.69	\$ 3,060.69
Concepto	*TEMP0	Demolición de acera		m2	72 \$ 24.48	\$ 1,762.56
Concepto	2.12	Demolición de pavimento asfáltico		m2	15 \$ 21.55	\$ 323.25
Concepto	2.04	Desalojo de demoliciones		m3	28 \$ 3.54	\$ 99.12
Concepto					82.68 \$ 10.47	\$ 865.66
<b>Subcapítulo</b>	<b>#3</b>	<b>EXCAVACIONES, DESALOJOS, PROTECCIONES Y RELLENOS</b>				
Concepto	3.01	Excavación bajo nivel de cama hidráulica existente		m3	1 \$ 99,104.70	\$ 99,104.70
Concepto	3.011	Perfilado en aceras y pavimento asfáltico alrededor de hueco existente		m3	1,080.00 \$ 15.59	\$ 16,837.20
Concepto	3.02	Desalojos de excavaciones y perfilados		m3	166 \$ 15.59	\$ 2,587.94
Concepto	3.022	Protección en perfilados con concreto lanzado y reforzado		m3	1,320.76 \$ 8.60	\$ 11,356.54
Concepto	3.08	Acarreo de material selecto		m2	340 \$ 17.93	\$ 6,096.20
Concepto	3.08	Compactación de suelo cemento fluido 1:20 en relleno detrás de muros de bóveda		m3	26.5 \$ 5.10	\$ 135.15
Concepto	3.081	Relleno con lodocemento ciclópeo bajo nivel de cama hidráulica		m3	411.8 \$ 55.26	\$ 22,756.07
Concepto	3.081				1,080.00 \$ 36.42	\$ 39,333.60
<b>Subcapítulo</b>	<b>#4</b>	<b>RECONSTRUCCION DE CAMA HIDRÁLICA Y POZO DE INSPECCION</b>				
Concepto	4.011	Cama hidráulica de concreto armado de t=50cm		m2	1 \$ 143,768.02	\$ 143,768.02
Concepto	4.012	Rampa calda de disipación 1:1.50 de concreto armado de t=50cm		m2	702 \$ 187.06	\$ 131,316.12
Concepto	4.11	Junta de dilatación con Water Stop		m2	28.01 \$ 187.06	\$ 5,239.55
Concepto	4.112	Pozo de Inspección H=9.00m		ml	151.2 \$ 20.11	\$ 3,040.63
Concepto				S.G.	1 \$ 4,171.72	\$ 4,171.72
<b>Subcapítulo</b>	<b>#5</b>	<b>RESTITUCIONES Y VARIOS</b>				
Concepto	5.01	Compactación de suelo-cemento 1:5 para base de carpeta asfáltica (0.50m espesor de base)		m3	1 \$ 1,569.68	\$ 1,569.68
Concepto	5.04	Riego de imprimación		m2	12.5 \$ 22.83	\$ 285.38
Concepto	5.06	Riego de liga		m2	25 \$ 1.50	\$ 37.50
Concepto	5.07	Pavimento concreto asfáltico de e=10 cm		m2	25 \$ 1.75	\$ 43.75
Concepto	3.07	Compactación con material selecto bajo aceras a construir (incluye material selecto)		M3	2.5 \$ 170.00	\$ 425.00
Concepto	5.09	Cordon cuneta		m3	12.5 \$ 17.06	\$ 213.25
Concepto	5.1	Construcción de aceras		ml	3.2 \$ 42.36	\$ 135.55
Concepto	4.36.1	Engramado (grama negra en marqueta) incluye tierra negra		m2	25 \$ 15.93	\$ 398.25
Concepto					20 \$ 1.55	\$ 31.00
		<b>SUB TOTAL (US\$)</b>				<b>\$ 263,666.37</b>
		INDIRECTOS Y UTILIDAD %		S.G	1	30% \$ 79,099.91
		IVA %		S.G	1	13% \$ 85,959.00
		SUPERVISION				\$ 30,000.00
		<b>COSTO TOTAL \$</b>				<b>\$ 446,595.28</b>

## 5. TÉCNICOS RESPONSABLES.

Ing. Deyman Pastora  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Ing. Juan Carlos Garcia  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Inga. Brenda Calero  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Ing. Héctor Gonzales  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Revisó  
Ing. William Guzman  
Subdirector  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

Revisó  
Inga. Claribel Tejada  
Subdirectora  
Subdirección de Drenajes

Vo. Bo:  
Msc. Emilio Ventura  
Director DACGER



**REF. No. MOP-DACGER-066/2016.  
 INFORME "INSPECCIÓN INTERNA DE BÓVEDA EN CONDOMINIO BRISAS DE SAN FRANCISCO, SAN SALVADOR"**

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 8 de Noviembre 2016 y 6 de Diciembre 2016

**PARTICIPANTES EN LA VISITA:**

Ing. Juan Carlos Garcia	DACGER-MOP-SPOP <sup>1</sup>
Ing. Deyman Pastora	DACGER-MOP-SPOP
Ing. William Guzmán	DACGER-MOP-SPOP
Ing. Héctor González	DACGER-MOP-SD <sup>2</sup>
Ing. Jaime Rodriguez	DACGER-MOP-SD
Ing. Claribel Tejada	DACGER-MOP-SD
Ing. Daniel Zuniga	DACGER-MOP-SD
Ing. Mónica Gutiérrez	DACGER-MOP-SG <sup>3</sup>

**OBJETIVO DE LA VISITA**

Realizar una inspección visual de las condiciones estructurales e hidráulicas a lo largo de toda la Bóveda que pasa por debajo de calle principal del Condominio Brisas de San Francisco y ubicar zonas donde se ha dado pérdida de material del suelo del relleno en puntos de intersección con el sistema de aguas negras de la Residencial.

**UBICACIÓN**

La bóveda inspeccionada se encuentra ubicado a lo largo de la calle de acceso del Condominio, ver **Imagen 1**.

La inspección se dividió en tres tramos, se presenta la ubicación de cada uno a continuación:

	Inicio	Fin
<b>TRAMO 1</b>	13°41'33.48"N 89°13'17.24"O	13°41'29.05"N 89°13'07.06"O
<b>TRAMO 2</b>	13°41'29.05"N 89°13'07.06"O	13°41'27.01"N 89°13'04.90"O
<b>TRAMO 3</b>	13°41'27.01"N 89°13'04.90"O	13°41'25.01"N 89°13'01.60"O

<sup>1</sup> SPOP: Subdirección de Puentes y Obras de Paso

<sup>2</sup> SD: Subdirección de Drenajes

<sup>3</sup> SG: Subdirección de Geotecnia





Imagen 1. Ubicación de la zona de inspección.

**1. ANTECEDENTES.**

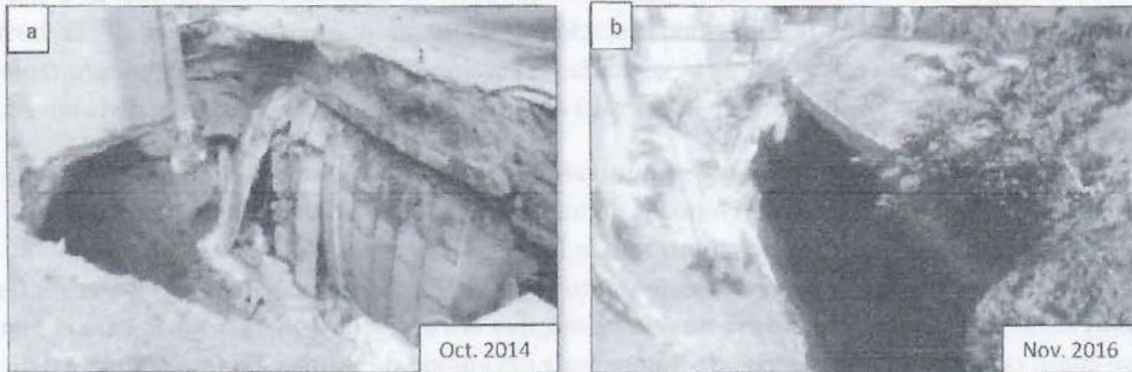
Debido a los problemas suscitados, colapso de un tramo de la Bóveda en el sector de Senda No. 10 y Perdida de material de suelo que soportaba el sistema de aguas negras ubicado al final de la Senda No. 8 y que ha dejado al descubierto parte del costado derecho de la bóveda, la Comisión Nacional de Cárcavas de la Dirección Nacional de Protección Civil, determino la necesidad de realizar una revisión interna de la bóveda para poder tener un diagnóstico más detallado de las condiciones internas de la bóveda, para que personal de ANDA pudiese realizar los trabajos necesarios para rehabilitar el sistema de aguas negras de la Senda No. 8 que conecta hacia el colector principal, el cual a la fecha se encuentra sin soporte por la pérdida de material que se ha dado en el sector, por lo que se le solicito al Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, MOPTVDU, que a través de la Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo, DACGER, se realizara la inspección al interior de la bóveda para determinar las condiciones de ésta en tramos antes mencionados, para la cual se coordinó con personal de Bomberos y de la Alcaldía de San Salvador.

Es importante conocer que en octubre del 2014 se produjo el colapso de parte de la Bóveda en el sector de Senda No. 10, ver **Fotografía N°1** e informe Anexo **Ref. No. MOP-DACGER-067/2014**.

Previo al colapso mencionado anteriormente, se había dado un hundimiento y pérdida del material del relleno del costado derecho de la Bóveda, dándose el colapso del Colector Primario de Aguas Negras de 36", que pasa al costado derecho de ésta (ver informe anexo **Ref. No. MOP-DACGER-066/2014**), situación que es similar a la que se suscitó recientemente, al final de la Senda No. 8, aunque en este último caso aún no se ha dado el colapso del Colector Primario (ver **Fotografía N°2**).

Por lo anterior Técnicos de ANDA solicitaron a la Comisión Nacional de Cárcavas que previamente a que ellos realizaran el relleno del hundimiento que se produjo en Senda No. 8 se debía realizar la inspección de la parte interna de la Bóveda para asegurarse de que no sucediera lo mismo que paso en el hundimiento de Senda No. 10.

La Comisión Nacional de Cárcavas recomendó a ANDA que realizara el desvío del flujo de aguas negras que pasa por el colector principal de 36" para así disminuir el peso que soporta este sistema mientras se realizan las obras necesarias en ese punto, desvió que ya se había ejecutado para lo cual desviaron el flujo en la incorporación del Arenal San Felipe al Arenal Monserrat por medio de un sistema de compuerta del mismo sistema, por lo que se incorporó este flujo al del Arenal Monserrat.



**Fotografía N°1.** Colapso de bóveda en intercepción de Calle Principal y Senda No. 10 en Condominio Residencial Brisas de San Francisco, a) Sin obras de mitigación, b) Con obras de mitigación.



**Fotografía N°2.** Hundimientos por pérdida de relleno en sistema de aguas negras, a) el previo a colapso de Bóveda en Senda No. 10 y b) el actual en Senda No. 8.

Dado a lo complejidad del ingreso a la bóveda y por solicitud de la Comisión Nacional de Cárcavas, se realizó la primera visita el día 8 de Noviembre ingresando al TRAMO 2, posteriormente el día 6 de diciembre se ingresó a los TRAMO 1 y TRAMO 3.

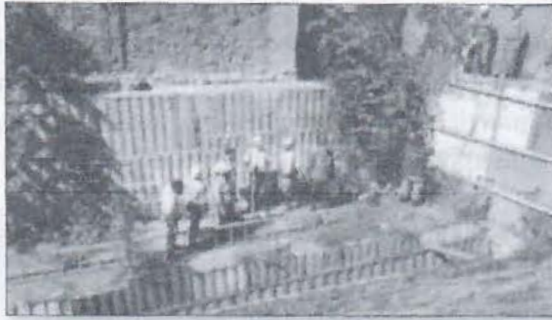
Para la inspección del TRAMO 2 se realizó un marcado de *cadenaamiento temporal* a cada 10 m.; teniendo para este tramo como Estación 0 + 00 el punto de colapso de la bóveda, posteriormente a la realización de la segunda inspección se modificó el cadenaamiento teniendo como referencia un único punto de inicio y así obteniendo un cadenaamiento total de la bóveda.

Dadas las condiciones de la bóveda se optó para el TRAMO 2, realizar el ingreso en el punto del colapso de ésta, ya que no existen pozos de inspección que permitan acceder directamente a la bóveda y si se ingresaba desde la entrada de la misma, el recorrido era mayor (aprox. 320 m.) que el que se realizó por medio de este punto (aprox. 120 m.) ya que se podía llegar de forma más inmediata al punto de interés de este tramo, que era el sector de Senda No. 8. Para el ingreso se contó con la ayuda del Cuerpo de Bomberos y del equipo de Protección Civil Municipal de San Salvador (ver **Fotografía N°3**).

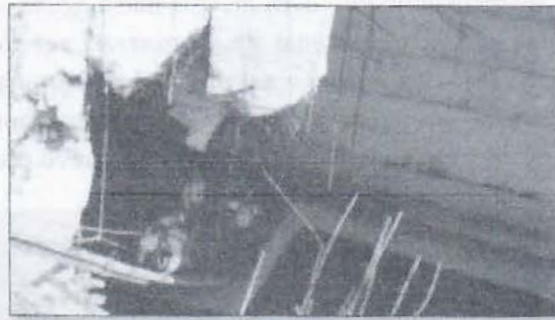
De forma rápida la logística de inspección fue la de conformar un equipo de expertos en el área de Estructuras, Hidrología e Hidráulica de la DACGER acompañados por una persona del Cuerpo de Bomberos para seguridad de las personas de la inspección, además porque se hizo uso del equipo de soporte de oxígeno autónomo del que disponen ellos.

Como se menciona anteriormente para el TRAMO 2 se realizó un marcado de *cadenaamiento temporal* cada 10 m; teniendo la Estación 0 + 00 en el punto de colapso de la bóveda el recorrido se hizo hacia aguas arriba hasta llegar al sector de Senda No. 8 el cual se había establecido que estaba a unos 120 m. desde el punto de inicio, pero para tener seguridad de este punto, se coordinó por medio de radios, que al momento que el equipo de inspección se encontrara cerca del punto de interés, el equipo exterior vertió agua con cal en el tragante ubicado en Senda No. 8 con lo cual se pudo verificar de forma más exacta el punto de inspección de interés (ver

**Fotografía N°4 y Fotografía N°5).** A lo largo del recorrido se fueron identificando además otros problemas de la bóveda que también se especifican en este informe.



**Fotografía N°3.** Equipo y logística para ingreso a Bóveda en punto de colapso del sector de Senda No. 10.



**Fotografía N°4.** Inicio y marcado de cadenamiento de tramo inspeccionado en Bóveda.



**Fotografía N°5.** Punto de incorporación de tubería proveniente de tragante ubicado en Senda No. 8

Para el Tramo 1 se realizó el ingreso a través de la entrada de la bóveda que se encuentra aproximadamente a 45 metros hacia aguas abajo desde la obra de paso ubicada en la Avenida las Amapolas y el Arenal de Monserrat, ver **Fotografía N°6**. Para este ingreso se contó con la colaboración de personal de Alcaldía Municipal y del Cuerpo de Bomberos, no fue necesario el uso del equipo de soporte de oxígeno autónomo, solo de mascarillas con filtro, a partir del punto de entrada de la bóveda se tomó un nuevo cadenamiento para la toda bóveda.



**Fotografía N°6.** Ingreso a la Bóveda en Estación 0+000

La inspección en el Tramo 3 se realizó por medio de una estructura de inspección de la Bóveda, tipo caja, ubicada casi al final de calle Principal (ver **Fotografía N°7**), por lo que para descender al interior de la bóveda, se utilizó un trípode para descenso vertical y arnés de seguridad para el descenso y seguridad del Ingeniero que realizó la inspección. Debido a la complejidad del descenso y las condiciones internas de la bóveda, solo descendió una persona para observar y tomar fotografías de este tramo.





**Fotografía N°7.** Ingreso del tramo 3 por medio de caja de inspección

**2. OBSERVACIONES.**

**TRAMO 1**

El Tramo 1 de la bóveda inspeccionada se define entre las estaciones 0+000 y 0+345 (ver **Imagen N° 1**), en la inspección realizada se pudo identificar algunos puntos particulares, como también diferentes daños generalizados.



Imagen N° 1. Esquema de Ubicación de Tramo 1

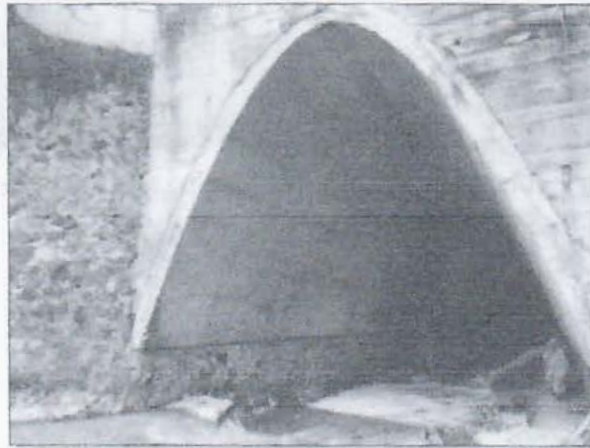
A continuación se hace una descripción de lo observado, con ubicación respecto al estacionamiento temporal trazado el día de la inspección:

- **Porción entre Estacionamientos 0+000 y 0+025:** Inicio de Bóveda, sección transversal parabólica de concreto armado, de 8.50 m. de ancho y 8.00 m. de alto, apoyada en paredes de mampostería de piedra de 1.50 m. de alto, con lo que en este estacionamiento la bóveda posee una altura total de 9.50 metros (ver **Fotografía N°8**). A partir de esta Estación se pudo apreciar daños en la losa de cama hidráulica y acumulación de escombros (ver **Fotografía N°9**). En cuanto a la estructura de la bóveda se pudo apreciar defectos constructivos en la superficie del arco de bóveda, principalmente por deficiencias en el moldeado, además de juntas de colado y algunas grietas verticales y diagonales (ver **Fotografía N°10**).
- **Porción entre Estacionamientos 0+025 y 0+100:** En el estacionamiento 0+025 se observó una reducción significativa de la sección transversal de la bóveda, estimándose una reducción en altura y en su ancho de 1.50 m. y 1.00 m., respectivamente (ver **Fotografía N°11**), de acá que la sección transversal de inicio se mantiene constante en los primeros 25 metros. En ésta reducción se observaron grietas transversales generalizadas, presuntamente generadas por esfuerzos de flexión ante las cargas de retención permanentes, posiblemente incrementadas por los efectos de los sismos ocurridos en años anteriores (ver **Fotografía N°12**). Por otra parte, a partir de este estacionamiento pudo apreciarse el inicio de pérdida de losa de cama hidráulica, junto con la pérdida de los materiales de apoyo de la misma, con lo que se ha producido una socavación generalizada a lo largo de todo el Tramo 1 superior a los 2.00 metros de profundidad (ver **Fotografía N°13**), quedando aún en pie unas porciones de dicha losa hacia ambos laterales de la bóveda, las cuales se

encuentran en voladizo (ver **Fotografía N°14**), y donde ha quedado expuesto el acero de refuerzo de la misma, la cual se estima posee un espesor de al menos 15 cms. En cuanto al estado de la estructura del arco de la bóveda, se mantienen los daños anteriormente indicados de deficiencias en el encofrado, juntas de colado y grietas verticales y diagonales.

- **Porción entre Estacionamientos 0+100 y 0+160:** En el estacionamiento 0+100 se identificó una grada disipadora, con una altura estimada de 1.00 m. (ver **Fotografía N°15**). A partir de este punto se presentaron dificultades para continuar con la inspección, por lo que se continuó desde el lateral izquierdo de la cama hidráulica aún existente. Hasta el estacionamiento 0+160 los daños en la cama hidráulica continúan de igual forma que los descritos anteriormente.
- **Porción entre Estacionamientos 0+160 y 0+250:** Al llegar al estacionamiento 0+160 no se pudo proseguir puesto que la losa de cama hidráulica se encuentra completamente desaparecida, aunque desde acá se pudo estimar de manera visual la existencia de una siguiente grada disipadora a 90 m. hacia aguas abajo, siendo este punto la Estación 0+250, desde acá hacia la Estación 0+345, se presume que se ha perdido completamente la cama hidráulica.

Hay que mencionar que hasta la fecha en el Tramo 1 no se han presentado daños hacia la superficie, tales como los ocurridos en las Sendas No. 8 y No.10.



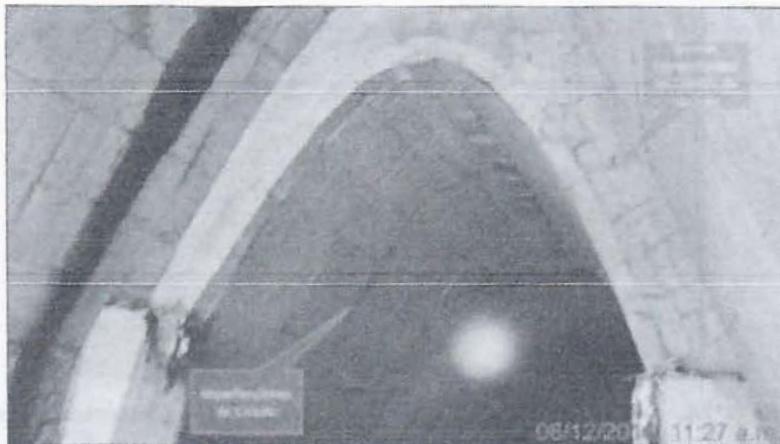
**Fotografía N°8.** Vista desde aguas arriba de inicio de bóveda, Estacionamiento 0+000.



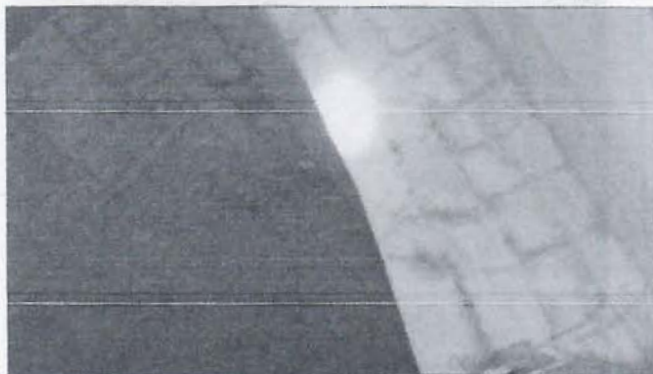
**Fotografía N°9.** Observación de daños en losa de cama hidráulica y acumulación de escombros.



**Fotografía N°10.** Defectos constructivos generalizados en la superficie del arco por deficiencia en el moldeado.



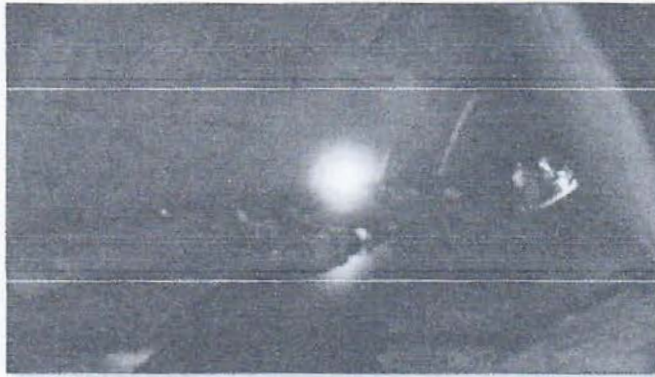
**Fotografía N°11.** Vista desde aguas arriba de reducción de sección transversal de bóveda en estacionamiento 0+025.



**Fotografía N°12.** Grietas generalizadas en reducción de sección transversal de bóveda, en estacionamiento 0+025.



**Fotografía N°13.** Inicio de pérdida de losa de cama hidráulica y socavación hacia sus materiales de apoyo, estacionamiento 0+025.



**Fotografía N°14.** Porciones de losa de cama hidráulica aún existentes hacia los laterales de la bóveda, en voladizo.



**Fotografía N°15.** Vista general de grada discipadora en estacionamiento 0+100.

**TRAMO 2****Imagen 3** Ubicación del Tramo 2

En la inspección realizada al interior de este tramo se pudieron observar distintos daños en la bóveda, entre los cuales, los principales daños se observan en la **Imagen 3**.

Como el ingreso a este tramo se hizo por medio de la cárcava en la zona colapsada, la descripción de daños se ha realizado desde el colapso haciendo el recorrido hacia aguas arriba de la bóveda. Dentro de estos daños los más relevantes son:

- **Estacionamiento 0+445:** punto de colapso de la bóveda, en este sector se observa la pérdida de la cama hidráulica de la bóveda hacia aguas abajo de este punto, además de los daños estructurales de las costillas de la bóveda a causa del mismo colapso (ver **Fotografía N°16**).
- **Estacionamiento 0 + 405 al 0 + 445:** en este segmento se observó la pérdida de cama hidráulica hacia la margen derecha de esta, con un ancho promedio de 3 m. y una profundidad entre los 0.5 m. a 1 m., con una caída de aproximadamente 2 m. en el punto de colapso (ver **Fotografía N°17** y **Fotografía N°18**).

- **Estacionamiento 0 + 425 al 0 + 435:** Se detectaron algunas grietas verticales, que posiblemente se han originado por asentamientos diferenciales y cargas laterales por sismo, adicionales a las cargas normales de retención. Así también se detectaron patrones de grietas en diagonal, pero que al observarlas en mayor detalle son juntas de colado, lo cual es una deficiencia constructiva debido a una falta de colado constante de la mezcla de concreto fresco y/o por la falta de un adecuado vibrado (ver **Fotografía N°19**).
- **Estacionamiento 0 + 385 al 0 + 405:** En este segmento se da el desarrollo de una curva en el alineamiento de la bóveda. En este segmento también se detectaron grietas verticales y juntas de colado, además de irregularidades en la superficie interna de paredes y arco de la bóveda, debido a deficiencia en el moldeado empleado en el proceso de colado del concreto (ver **Fotografía N°20 y Fotografía N°21**).

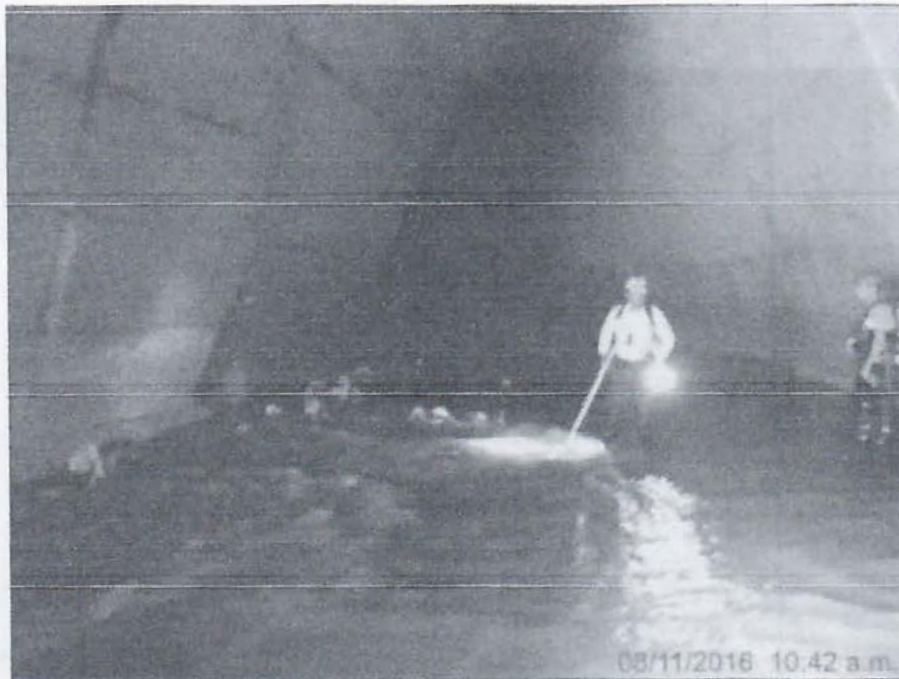


**Fotografía N°16.** Vista hacia aguas abajo de punto de colapso (estacionamiento 0+445).

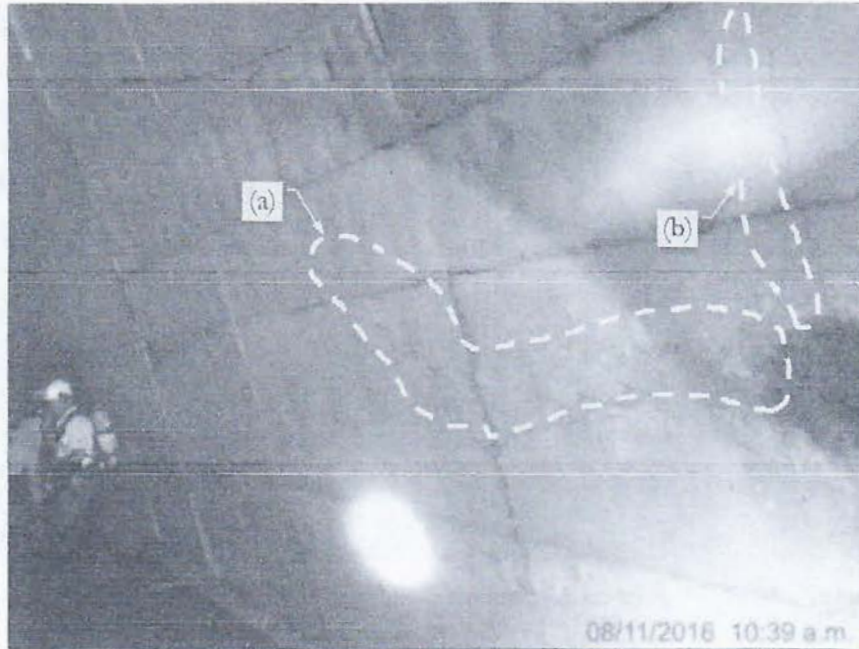




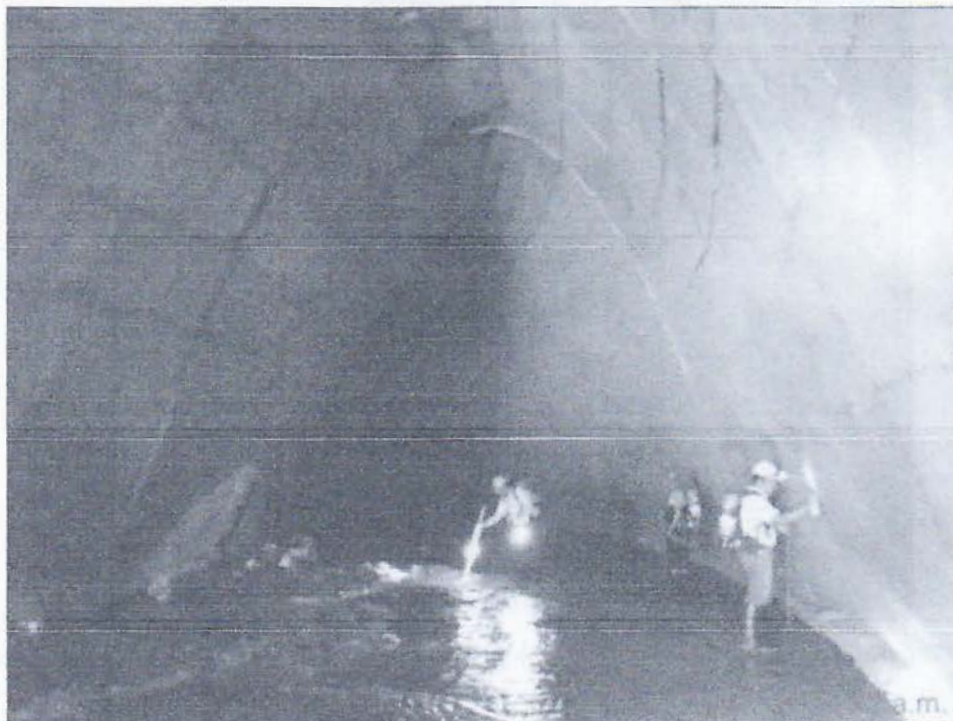
**Fotografía N°17.** Pérdida de cama hidráulica en margen derecho de Bóveda (estacionamiento 0+445).



**Fotografía N°18.** Pérdida de cama hidráulica en margen derecho de Bóveda (estacionamiento 0+405).



**Fotografía N°19.** Junta de colado con apariencia de fisura (a) y grieta vertical (b) en costillas de Bóveda en zona de juntas de colado, entre las estaciones 0+425 y 0+ 435.



**Fotografía N°20.** Curva para cambio de dirección del flujo en alineamiento de Bóveda, entre las estaciones 0+385 y 0+405.



**Fotografía N°21.** Irregularidades en la superficie interna de paredes y arco de bóveda por deficiencia en el moldeado, entre estaciones 0+385 y 0+405.

- **Estacionamiento 0 + 355 al 0 + 375:** en este segmento se identificaron fisuras verticales y en diagonal en las costillas de la bóveda, principalmente hacia su margen izquierdo por la Estación 0 + 375, posiblemente originadas por asentamientos diferenciales y cargas laterales de sismo, de forma similar a las descritas anteriormente (ver **Fotografía N°22**). Además en este segmento se pudo observar nuevamente la pérdida de cama hidráulica y socavación de los materiales de base hacia el centro de la misma, entre las estaciones 0 + 365 hasta la 0 + 385, con un ancho aproximado de 1.5 m. y una profundidad de 0.4 m. En la Estación 0 + 355 se pudo apreciar un cambio de sección de la bóveda (ver **Fotografía N°23**).



**Fotografía N°22.** Fisuras en costilla de Bóveda, margen izquierdo (estacionamiento 0+375).

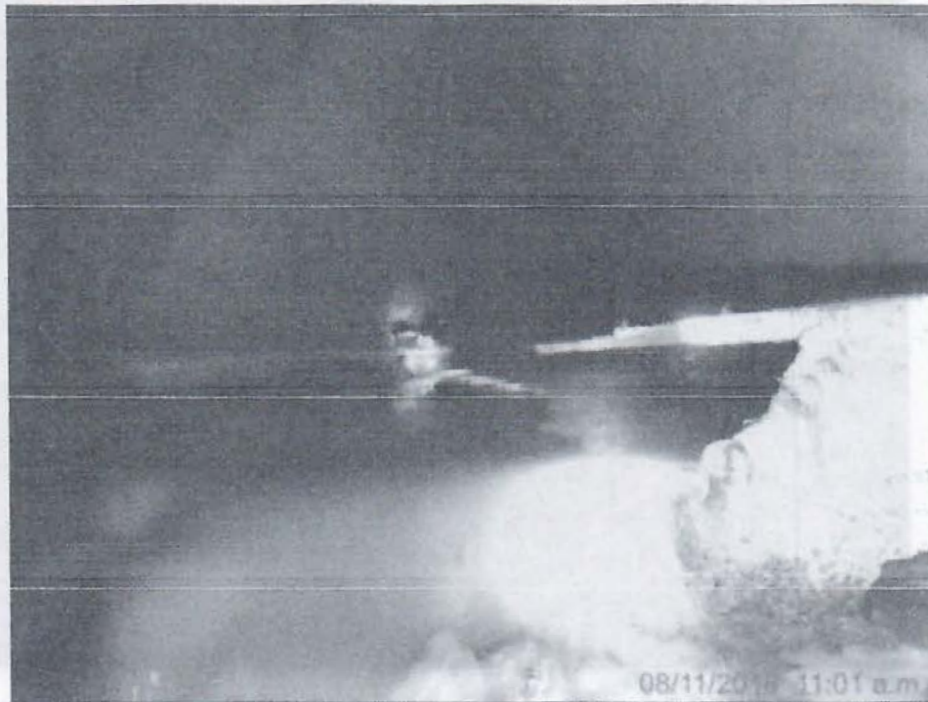


**Fotografía N°23.** Cambio de sección en Bóveda (estacionamiento 0 + 355)

- **Estacionamiento 0 + 285 al 0 + 345:** en la Estación 0 + 345 se ubicó una caída de aproximadamente 1 m., la cual se encontró parcialmente destruida, principalmente hacia el centro del ancho de la cama hidráulica, y en donde se detectó el inicio del tramo más crítico de pérdida de cama hidráulica de la bóveda, ya que a partir de este punto hacia aguas arriba, se pudo apreciar que la losa de concreto de la cama hidráulica se ha perdido, quedando únicamente los bordes de la misma suspendidos de la parte lateral que se une a las paredes de la bóveda (ver **Fotografía N°24 y Fotografía N°25**), además de que se ha perdido todo el material de base de ésta en todo el ancho de la bóveda, estimándose esta situación en un tramo longitudinal de bóveda de aproximadamente 60 m., es decir hasta la Estación 0+285, próximo a la intersección de Calle Principal con Senda No. 7 (ver **Fotografía N°26**). Por otra parte, dentro de este tramo, en la Estación 0 + 325 se localiza la socavación recién producida en la intersección con Senda No. 8, donde desde el interior de la bóveda se detectó la pérdida completa tanto de cama hidráulica como de sus materiales de base, por lo que se estima que las fundaciones de las paredes próximas se encuentran expuestas (ver **Fotografía N°27**). Por tanto con la socavación producida desde fuera de la bóveda en el lugar antes mencionado, se observaría que el tramo de pared de bóveda se encuentra afectado tanto hacia afuera como hacia el interior de la bóveda. Por otra parte, hacia las paredes de la bóveda, se detectaron nuevamente juntas de colado, grietas verticales e imperfecciones superficiales por deficiencias en el moldeado (ver **Fotografía N°28**).



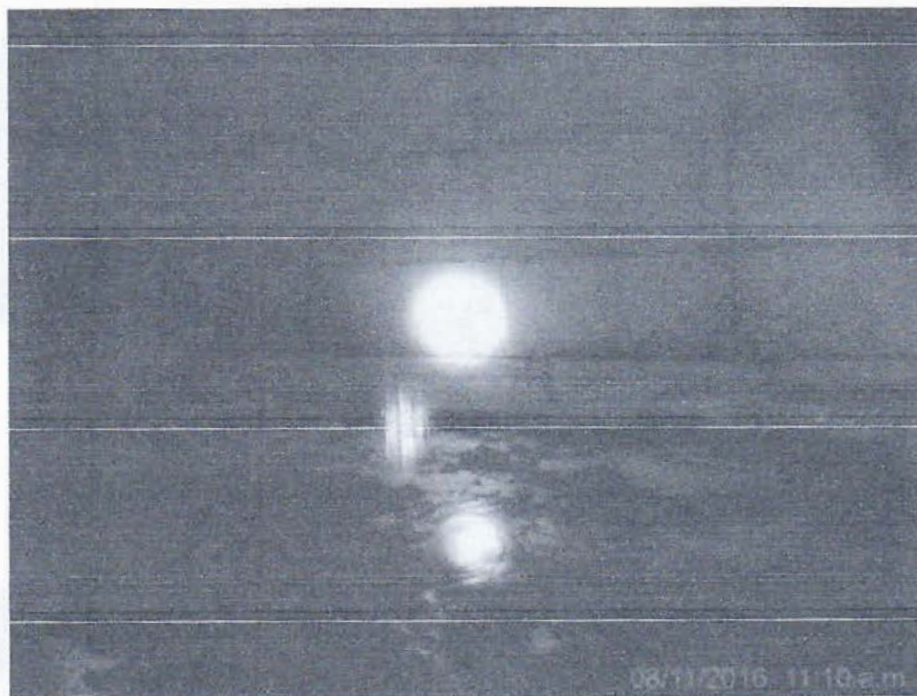
**Fotografía N°24.** Caída de Cama Hidráulica de altura de 1 m. dañada (estacionamiento 0+345).



**Fotografía N°25.** Perdida de base de cama hidráulica (estacionamiento 0+345).



**Fotografía N°26.** Inicio de socavación en tramo de sector de Senda No 7 (estacionamiento 0+285).



**Fotografía N°27.** Punto de interes en sector de Senda No. 8, donde se estima que las fundaciones de las paredes se encuentran expuestas (estacionamiento 0+325).



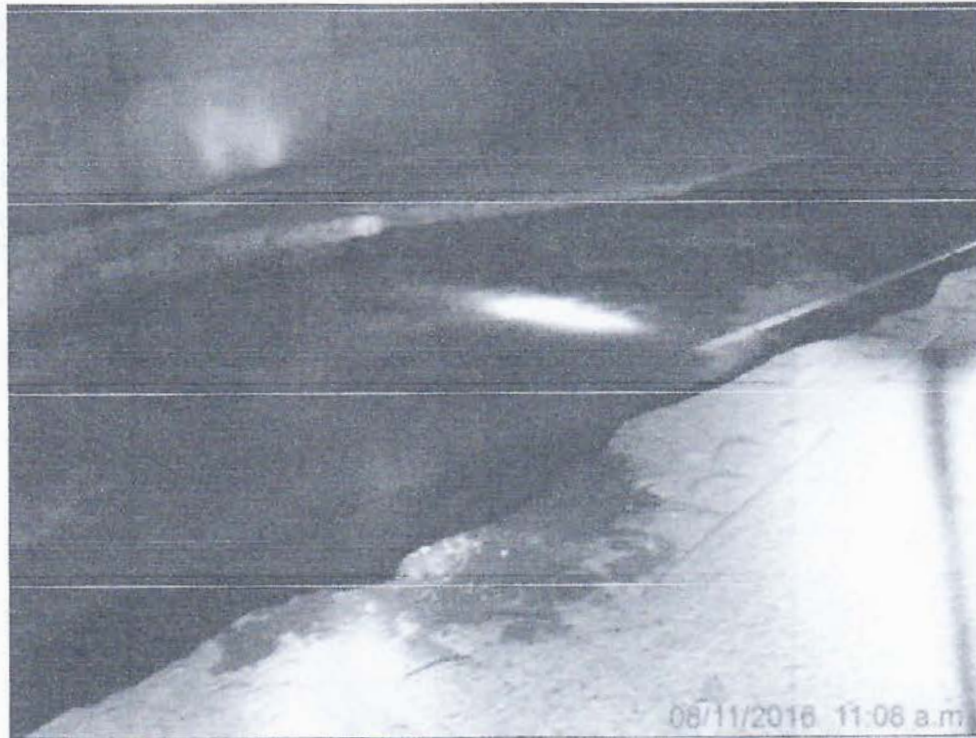
**Fotografía N°28.** Presencia de grietas en paredes laterales, entre estaciones 0+285 y 0+345

- **Estacionamiento 0 + 255 al 0 + 285:** debido a que el objetivo de la inspección de este tramo era el determinar las condiciones del sector de Senda No. 8 y por recomendaciones dadas por los Bomberos de no permanecer mucho tiempo al interior por los gases que emana el flujo de aguas negras, la inspección no se extendió hacia aguas arriba, pero al realizar un reconocimiento rápido se observó que a unos 30 o 40 m. hacia aguas arriba del estacionamiento 0 + 285 existe otra caída en la cama hidráulica, la cual también presenta daños similares a la observada en la Estación 0+345, por lo que se estima que después de dicha caída se han originado más daños al centro de la cama hidráulica (ver **Fotografía N°29**).



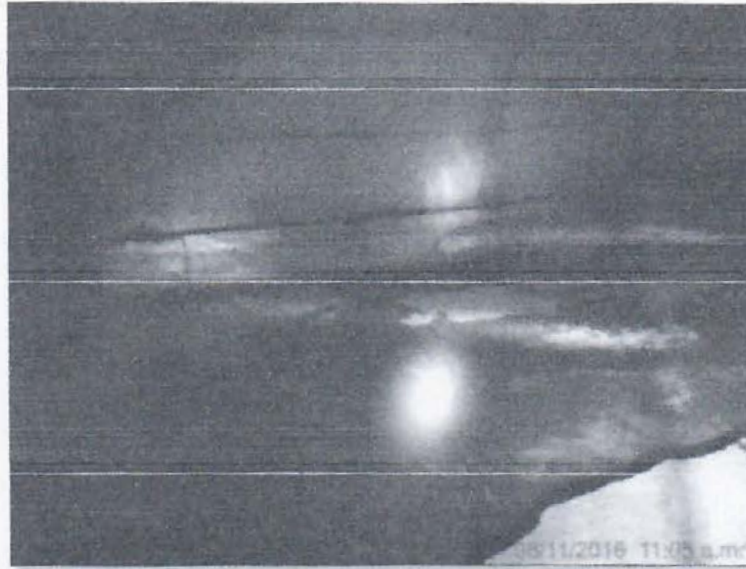
**Fotografía N°29.** Segunda caída de Cama Hidráulica encontrada (estacionamiento entre 0+255 y 0+285).

- Como se mencionó anteriormente, previamente se había establecido que el hundimiento que sucedió en la Senda No. 8 se ubicada a unos 120 m. a partir del punto de colapso de la bóveda, y que al momento de la inspección se corroboró con el vertido de agua con cal en el tragante de la misma Senda, por lo que se pudo ver la caída de este vertido desde el interior como se muestran en las **Fotografía N°5 y Fotografía N°27**.
- Al corroborarse el punto de interés, que se encuentra cercano al estacionamiento estimado 0 + 325, se observa que en ese punto se ha perdido la cama hidráulica por completo y además la socavación en ese punto tiene una profundidad de aproximadamente 1.2 m. (ver **Fotografía N°30**).
- Además se observa que en la base de la estructura de la bóveda, existe una socavación que comunica con la parte exterior, existiendo una parte en donde la base a perdido parte de su apoyo, y por esa razón es que se puede apreciar que parte del flujo que se observa desde el exterior se incorpora a la bóveda. En dicho punto existe un riesgo moderado de daños a la base por la falta de apoyo de la misma (ver **Fotografía N°31 y Fotografía N°32**).

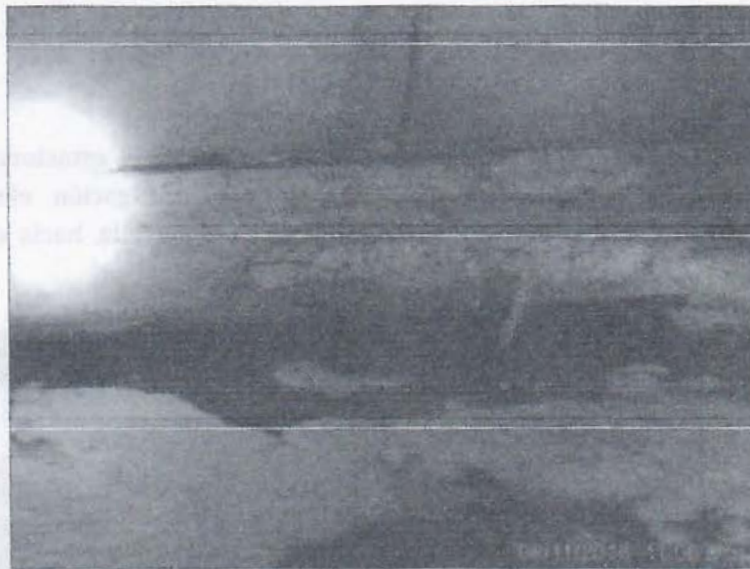


**Fotografía N°30.** Socavación en Estación 0 + 325 (sector de Senda No. 8).





**Fotografía N°31.** Socavación en base de estructura de Bóveda (estacionamiento 0 + 325).



**Fotografía N°32.** Punto crítico de socavación de base de estructura (estacionamiento 0+325).

- Respecto a la parte estructural de la bóveda en el sector de Senda No. 8, se observa que no existe evidencias de un daño estructural severo, ya que solo se observan fisuras menores. Sin embargo, por la pérdida del relleno hacia la porción de pared de la bóveda y la socavación en la base de la misma puede conllevar a daños mayores.
- A través del recorrido que se realizó dentro de la bóveda y con las referencias externas que se tienen de los hundimientos, en la **Imagen 3**, se presenta un esquema aproximado de los tramos dañados de la bóveda para una mejor referencia de estas, desde la calle principal del Condominio; además en la **Figura 1** se presenta un esquema de la problemática observada en el sector de Senda No. 8.

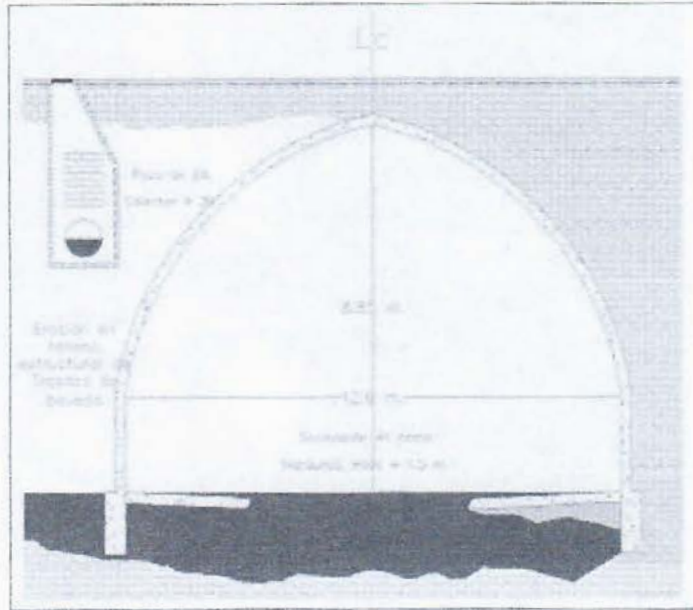


Figura 1. Esquema de problemática en sector de Senda No 8.

**TRAMO 3**

Se realizó la inspección al Tramo 3, el cual corresponde desde el estacionamiento 0+445, en donde se identificó el primer colapso y las obras de mitigación ejecutadas, hasta el estacionamiento 0+590 en donde se ubica la descarga de la bóveda, hacia el alineamiento del cauce natural del río Arrenal Monserrat (ver Imagen 4).



Imagen 4 Esquema de Ubicación de Tramo 3

Para el acceso de este tramo de bóveda se utilizó equipo especial de descenso, conformado por trípode, mosquetos y arnés de sujeción. El acceso a la bóveda se llevó a cabo a través de caja de inspección ubicada dentro de la colonia, la cual está ubicada en el estacionamiento 0+460 (ver **Fotografía N°33** y **Fotografía N°34**).



**Fotografía N°33.** Ubicación de caja de inspección en estacionamiento 0+460.



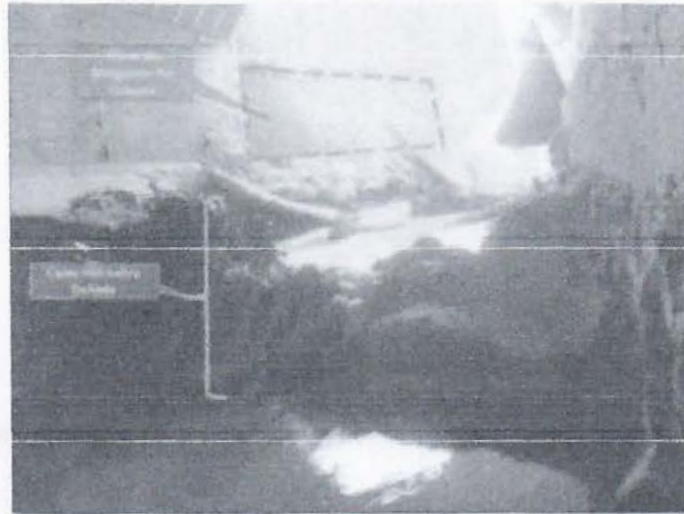
**Fotografía N°34.** Estado actual de caja de inspección.

A continuación se hace una descripción de lo observado, con ubicación respecto al estacionamiento temporal trazado el día de la inspección:

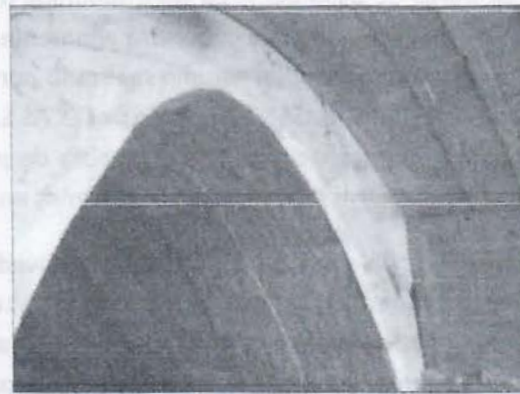
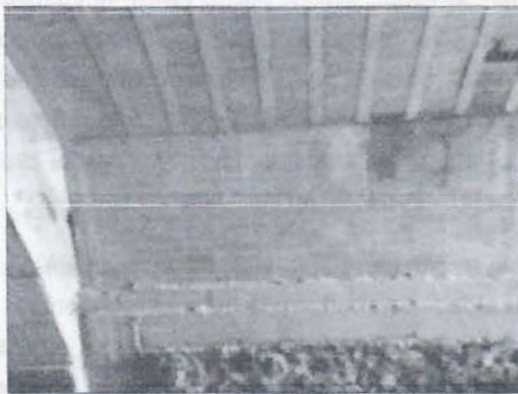
- **Porción entre Estacionamientos 0+445 y 0+465:** En esta porción se identificaron las obras de mitigación ejecutadas para evitar la degradación de la margen derecha del río Arenal Monserrat, las cuales consistieron en la colocación de 2 contenedores rellenos de concreto. De acuerdo a lo identificado en este tramo la colocación de dichos contenedores han mitigado la problemática por ampliación del meandro generado por el colapso de la estructura de arcos de la bóveda, pero se identifica una intensificación de las fuerzas erosivas en los remanentes de la cama hidráulica, así como un descenso de la cota del cauce, lo anterior es debido a la

falta de obras de protección en el cauce, el fenómeno por socavación es debido a que en la cama hidráulica, al momento de generarse la conducción del caudal pico a través de la bóveda, en estos tramos se generan vórtices e inestabilidad del comportamiento hidráulico, aumentando de manera significativa la capacidad de arrastre y el esfuerzo cortante del flujo erosionando el material subyacente a la cama hidráulica (ver **Fotografía N°35**).

- **Porción entre Estacionamientos 0+465 y 0+505:** En esta porción de bóveda se identificó un cambio en el sistema estructural, el cual está conformado por un arco semicircular elaborado mediante un sistema prefabricado de viguetas y bovedillas, el cual se apoya en muros laterales, elaborado con elementos prefabricados de concreto armado, y los cuales están apoyados en una base de mampostería de piedra. De acuerdo a lo observado una porción del arco de la bóveda del lado de la margen derecha presenta deflexiones, así como también presencia de humedad en su punto de apoyo con los muros laterales. Lo anterior son indicios de que la estructura presenta un Alto Riesgo a colapsar (ver **Fotografía N°36**). Adicionalmente en esta porción se identificó la pérdida completa de la losa de cama hidráulica, como también la pérdida de los materiales de base, con lo que se han producido profundidades de socavación superiores a 2.00 metros (ver **Fotografía N°37**).
  
- **Porción entre Estacionamientos 0+505 y 0+590:** En este tramo se identifica una reducción de la sección hidráulica de la Bóveda, así como el cambio en el sistema constructivo los cuales están conformados por elementos monolíticos de concreto reforzado colados in situ. Este tramo no fue posible recorrerlo ya que la cama hidráulica es inexistente en toda la longitud de este tramo, hasta la descarga. Se infiere que al igual en sectores hacia aguas arriba la cota de cauce se encuentra por debajo de los 2.00 metros con respecto al nivel tirante o espejo de agua (ver **Fotografía N°38**).



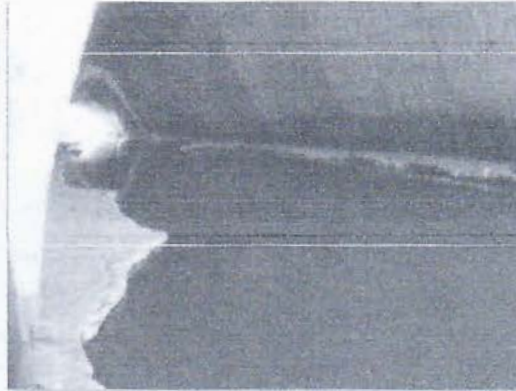
**Fotografía N°35.** Vestigios de losa de cama hidráulica y descenso en la cota del cauce, entre estacionamientos 0+445 a 0+465.



**Fotografía N°36.** Sistema de elementos prefabricados en porción entre estacionamientos 0+465 y 0+505, y daños detectados.



**Fotografía N°37.** Estado de socavación observado en estacionamiento 0+445.

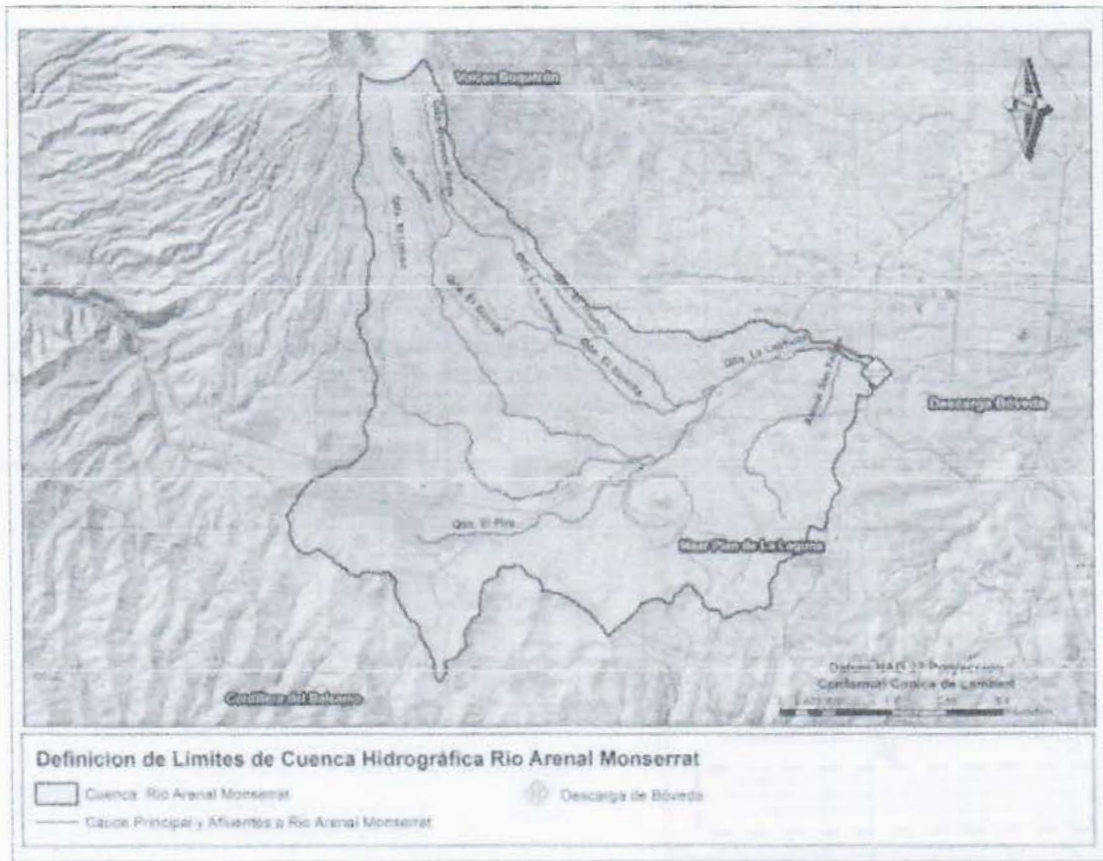


**Fotografía N°38.** Condición general en porción entre estacionamientos 0+505 y 0+590.

### **Información Importante.**

La Bóveda que pasa por debajo de calle principal del Condominio Brisas de San Francisco pertenece a la red de obras de paso del Área Metropolitana de San Salvador, AMSS, por lo tanto, la cuenca de aporte de esta obra tiene una cobertura altamente urbana, ver **Imagen 5**, por lo que fue una de las obras que se analizaron dentro del estudio realizado por el "Programa de Reducción de Vulnerabilidad en Quebradas y Ríos del AMSS", elaborado por CCAS S.A. de C.V. en el año 2010. Este estudio reflejó que la bóveda no tiene capacidad, ya que la obra de paso tiene una capacidad de  $380 \text{ m}^3/\text{s}$  y el caudal generado en el análisis de caudales para 50 años en la cuenca es de  $731 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Respecto a los problemas de capacidad de la bóveda, ya se han generado eventos en los cuales se ha dado efectos de remanso que han afectado a las comunidades aledañas a la bóveda, un ejemplo de esto fue una noticia que se generó en el 2001 a raíz del colapso parcial de la bóveda y en donde la gente de la comunidad habla sobre la falta de capacidad de ésta, como se muestra en la **Imagen 6** donde se hace un extracto de una noticia que se generó sobre el tema.



**Imagen 5** Cuenca de aporte para la bóveda de Condominio Brisas de San Francisco.

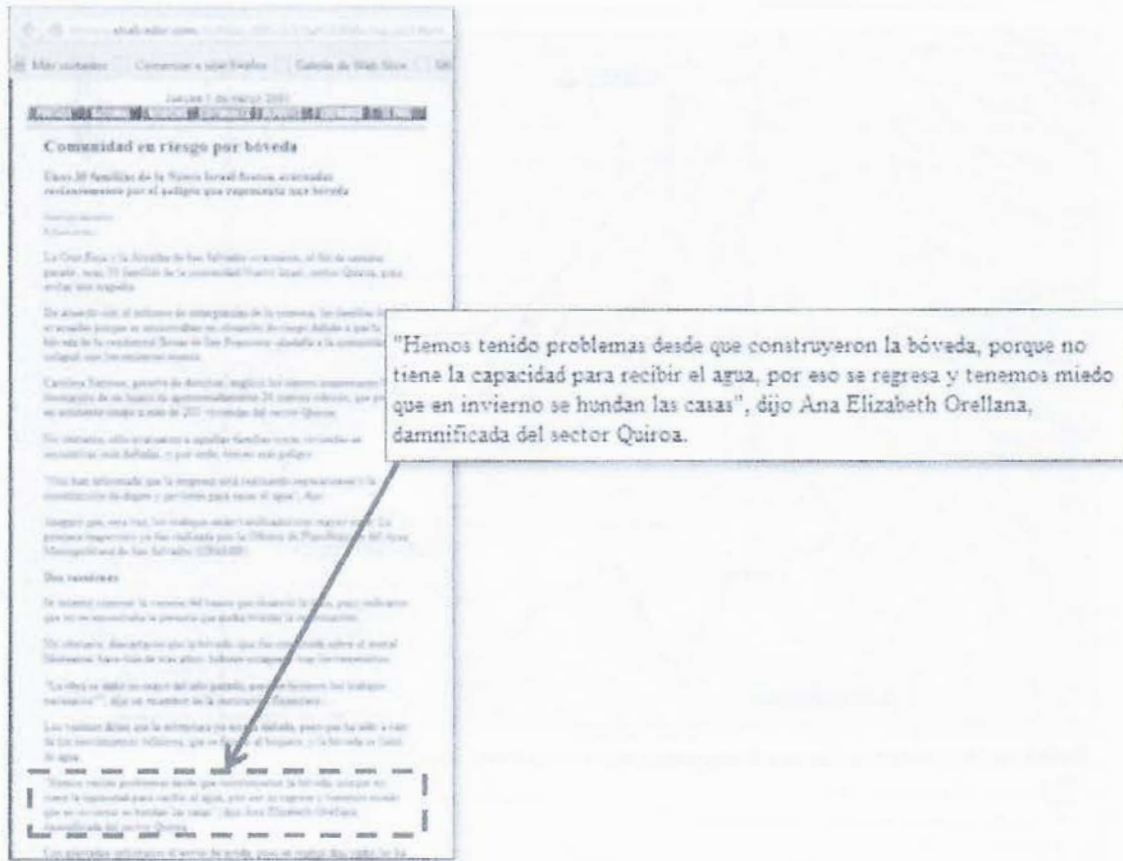


Imagen 6 Extracto de noticia sobre falta de capacidad de la bóveda.

3. DIAGNÓSTICO.

- Bajo las condiciones observadas en los tramos de bóveda inspeccionados, esta obra de drenaje poseen una **alta susceptibilidad** a presentar daños mayores en su estructura, tales como: ampliación de grietas y/o generación de grietas adicionales, asentamientos diferenciales de sus muros de apoyo a causa de la pérdida de cama hidráulica, mas pérdida de cama hidráulica, deflexiones en viguetas y en otros elemento prefabricados, entre otros.
- Ante los problemas de socavación de la cama hidráulica, existe un **alto riesgo** a que se presenten nuevas zonas de hundimiento a lo largo de la bóveda por los siguientes factores:
  - i) Los antecedentes previos de daños en los sistemas de aguas negras, como el hundimiento ocurrido en la intersección con Calle Principal y Senda No. 10 en el año 2014, y recientemente en este año en la intersección con Senda No. 8, que conectan al colector principal de 36" que pasa paralelo y a un costado de la bóveda.



ii) Por los problemas de socavación observados en la cama hidráulica de la misma, y **prácticamente en su totalidad.**

- Ante el grado de socavación observado al interior de la bóveda en los tramos inspeccionados, se presume que está ocurriendo la formación de cavidades internas debido al transporte de material de relleno del trasdós de los muros y arco de la bóveda, por lo que pudiera ocurrir el mismo fenómeno de asentamiento en superficie, y posterior colapso de otro tramo de bóveda, como el suscitado en la Senda No.8 y No.10.
- Por la ocurrencia de falta de relleno debido a lo descrito en el apartado anterior, los muros laterales de la bóveda no poseerían apoyo lateral, el cual es fundamental para el adecuado funcionamiento estructural, tanto de los muros como del arco superior de la bóveda al momento de estar soportando tanto el peso propio del arco, el relleno sobre el mismo y las cargas de tráfico sobre la Calle Principal.
- Con respecto a los cambios de sección hidráulica a lo largo de la infraestructura de la bóveda, se considera que estas transiciones no han sido las adecuadas debido a que no conducen de manera adecuada el flujo, produciendo inestabilidad, generación de vórtices hidráulicos y aumento tanto en los esfuerzos cortantes y en la capacidad de arrastre del mismo.
- Adicionalmente se considera que la estructura de la losa de cama hidráulica, que si bien es un elemento de protección al cauce, no fue concebida para asegurar la estabilidad de la estructura de arco y paredes laterales. Además, de acuerdo al espesor y a los elementos de refuerzo observados de la misma, se consideran que fueron subdimensionados debido a la alta carga de impacto por escombros arrastrados por el flujo, y a la capacidad erosiva del mismo.
- Previo a la construcción de este tipo de infraestructura, no se consideró un plan de mantenimiento de la misma a largo plazo.

#### 4. RECOMENDACIONES GENERALES.

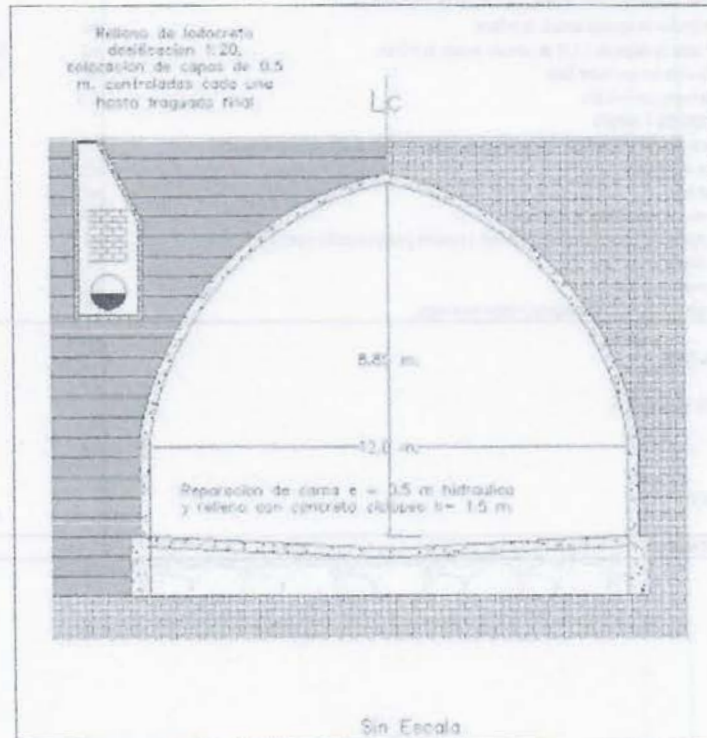
- Mantener el desvío del flujo de los sistemas de aguas negras debido a que el pozo ubicado al final de Senda No. 8 no posee base de soporte y podría dañar la estructura de la bóveda al colapsarse, pero esta recomendación no debe extenderse por mucho tiempo ya que genera socavación en la cama hidráulica de la bóveda.
- Lo más recomendable del caso es que se realice la reparación de la cama hidráulica a lo largo de toda la bóveda, pero dado el grado de emergencia que se tiene en el sector se recomienda, a la brevedad, realizar la reparación de 60 m. de longitud de cama

hidráulica, dentro del cual, se contempla el sector de Senda No. 8 para así poder evitar un posible colapso de bóveda como sucedió al final de Senda No. 10.

- Realizar a la brevedad en la socavación generada en la Senda No. 8 un relleno controlado con suelo cemento fluido (lodocreto) a una proporción de 1:20, hasta alcanzar la fundación del pozo y tuberías de aguas negras del colector primario, para evitar que este colapse y dañe la bóveda. Dicho relleno se deberá realizar por etapas, siendo que en cada una de estas se verterá un colado de dicho material hasta un espesor de 50 centímetros, para luego darle un tiempo de fraguado de 4 a 7 días hasta que gane resistencia. Se sugiere el empleo de aditivos acelerantes de fraguado y de resistencia.
- El proceso de colado de capas de lodocreto se deben realizar en una primera etapa hasta llegar a la altura de la base del pozo existente, ya que previamente se debe realizar la revisión por parte de los técnicos de ANDA de este pozo, que es parte de colector principal de aguas negras, para que con esta revisión se pueda realizar su reparación o sustitución del mismo para así poder rehabilitar el uso del colector principal.
- Al final de éste apartado se presenta un presupuesto general de las obras a realizarse para el Tramo 2, pero debido a que parte de estas obras corresponde a ANDA, se debe determinar por medio de la Comisión Nacional de Cárcavas de qué forma se desglosara este según competencia de instituciones pero a manera de tener una visualización general de las obras que se deben desarrollar y el monto se presenta este presupuesto general que asciende a **\$445,595.28** y dentro del cual se contemplan las siguientes obras en general:
  - o Demolición y reconstrucción de cama hidráulica de la bóveda en una longitud de 60 m. con un espesor de losa de concreto de 0.5 m doblemente reforzado y relleno de base con profundidad de 1.5 m. con lodocreto ciclope.
  - o Demolición y reconstrucción de acera y concreto de pavimento en zona de hundimiento al final de Senda No. 8, esto con el fin de ampliar la entrada del hundimiento para poder realizar de mejor forma los trabajos de relleno del mismo.
  - o Relleno de hundimiento con lodocreto de proporción 1:20, realizado en capas de 0.5 m. con un periodo de espera de fraguado de 3 días entre colados de capas.
  - o Relleno de suelo compactado como complemento de relleno en hundimiento.
  - o Obras de desvío de flujo y de adecuación necesarios para el proyecto.
- De realizarse la reparación integral de la bóveda, se estima que su costo ascendería a más de \$4.5 millones.
- Es importante recalcar que **se deben realizar las obras de reconstrucción de la cama hidráulica de la bóveda en conjunto con el relleno** en la zona de hundimiento de la

Senda No.8, ya que dadas las condiciones del sitio, las soluciones presentadas son complementos entre sí. En la **Figura 2** se presenta el esquema genera de las obras a realizar.

- A Mediano Plazo se deberá realizar la reparación integral de toda la bóveda, dados los daños observados a lo largo de la misma. De no atenderse estos se corre el riesgo que se originen similares fenómenos como los ocurridos en Sendas No. 10 y No. 8.
- Dentro de las labores de reparación se deberá considerar la construcción de pozos de inspección que permitan establecer un plan de mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- Debido a las problemáticas suscitadas, **es imperativo que ANDA** realice una evaluación de las conexiones del sistema de aguas negras de la zona para prevenir otros puntos de hundimiento por pérdida de material a causa de filtraciones del mismo sistema.




**Figura 2.** Esquema de reparaciones en sector de Senda No 8.

**PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS DE REPARACIÓN**


Capítulo		A - Presupuesto de Reparación del Proyecto: "Bóveda Brisas de San Francisco, senda 8, Departamento de San Salvador"		Cantidad	PU	Total
<b>Subcapítulo</b>	<b>#1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
Concepto	1.01	Construcción de dique		m3	1 \$ 5,073.38	\$ 5,073.38
Concepto	1.02	Suministro, instalación y sujeción de tubería de 40" en dos partes		m1	85 \$ 53.10	\$ 5,363.50
Concepto	C.2.02	Trazo y Nivelación		m2	2 \$ 244.24	\$ 488.48
Concepto					820 \$ 0.27	\$ 221.40
<b>Subcapítulo</b>	<b>#2</b>	<b>DEMOLICIONES Y DESALAJOS DE DEMOLICIONES</b>				
Concepto	2.01	Demolición de cama hidráulica existente		m3	1 \$ 2,050.59	\$ 2,050.59
Concepto	TEMP0	Demolición de acera		m2	72 \$ 24.46	\$ 1,762.56
Concepto	2.12	Demolición de pavimento asfáltico		m2	15 \$ 21.55	\$ 323.25
Concepto	2.04	Desalajo de demoliciones		m2	23 \$ 3.54	\$ 81.12
Concepto				m3	82.68 \$ 10.47	\$ 865.66
<b>Subcapítulo</b>	<b>#3</b>	<b>EXCAVACIONES, DESALAJOS, PROTECCIONES Y RELLENOS</b>				
Concepto	3.01	Excavación bajo nivel de cama hidráulica existente		m3	1 \$ 98,104.70	\$ 98,104.70
Concepto	3.011	Excavación bajo nivel de cama hidráulica existente		m3	1,080.00 \$ 15.59	\$ 16,637.20
Concepto	3.011	Perfilado en aceras y pavimento asfáltico alrededor de hueco existente		m3	166 \$ 15.59	\$ 2,587.94
Concepto	3.02	Desalajo de excavaciones y perfilados		m3	1,320.76 \$ 8.60	\$ 11,358.54
Concepto	3.022	Protección en perfilados con concreto lanzado y reforzado		m2	340 \$ 17.03	\$ 5,806.20
Concepto	3.06	Acarreo de material selecto		m3	26.5 \$ 5.10	\$ 135.15
Concepto	3.09	Compactación de suelo cemento fluido 1:20 en relleno detrás de muros de bóveda		m3	411.8 \$ 55.26	\$ 22,759.07
Concepto	3.091	Relleno con lodocemento ciclopeo bajo nivel de cama hidráulica		m3	1,080.00 \$ 36.42	\$ 39,333.60
<b>Subcapítulo</b>	<b>#4</b>	<b>RECONSTRUCCION DE CAMA HIDRÁLICA Y POZO DE INSPECCION</b>				
Concepto	4.011	Cama hidráulica de concreto armado de t=50cm		m2	1 \$ 143,768.02	\$ 143,768.02
Concepto	4.012	Rampa caída de disipación 1:1.50 de concreto armado de t=50cm		m2	702 \$ 187.08	\$ 131,316.12
Concepto	4.11	Junta de dilatación con Water Stop		m2	23.01 \$ 187.08	\$ 5,239.55
Concepto	4.112	Pozo de Inspeccion H=9.00m		m1	151.2 \$ 20.11	\$ 3,040.63
Concepto				S.G.	1 \$ 4,171.72	\$ 4,171.72
<b>Subcapítulo</b>	<b>#5</b>	<b>RESTITUCIONES Y VARIOS</b>				
Concepto	5.01	Compactación de suelo-cemento 1:5 para base de carpeta asfáltica (0.50m espesor de base)		m3	1 \$ 1,669.68	\$ 1,669.68
Concepto	5.04	Riego de imprimación		m2	12.5 \$ 22.93	\$ 285.38
Concepto	5.06	Riego de lga		m2	25 \$ 1.50	\$ 37.50
Concepto	5.07	Pavimento concreto asfáltico de e=10 cm		m2	25 \$ 1.75	\$ 43.75
Concepto	3.07	Compactación con material selecto bajo aceras a construir (incluye material selecto)		m3	2.5 \$ 170.00	\$ 425.00
Concepto	5.09	Cordon cuneta		m3	12.5 \$ 17.06	\$ 213.25
Concepto	5.1	Construcción de aceras		m1	3.2 \$ 42.36	\$ 135.55
Concepto	4.36.1	Engranado (grama negra en mangrseta) incluye tierra negra		m2	25 \$ 15.43	\$ 385.75
				m2	20 \$ 1.55	\$ 31.00
<b>- SUB TOTAL (US\$)</b>						<b>\$ 263,668.37</b>
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				S.G.	1 30%	\$ 78,099.91
IVA %				S.G.	1 13%	\$ 85,959.00
SUPERVISION						\$ 30,000.00
<b>COSTO TOTAL \$</b>						<b>\$ 445,696.28</b>




5. TÉCNICOS RESPONSABLES.


  
Ing. Deyman Pastora  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

  
Ing. Juan Carlos Garcia  
Unidad Técnica  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

  
Ing. Mónica Gutiérrez  
Unidad Técnica  
Subdirección de Geotecnia

  
Ing. Héctor González  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

  
Revisó:  
Ing. William Guzman  
Subdirector  
Subdirección de Puentes y Obras de Paso

  
Revisó:  
Ing. Claribel Tejada  
Subdirectora  
Subdirección de Drenajes

  
Vg. Bo:  
Msc. Emilio Ventura  
Director DACGER





MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS,  
TRANSPORTE, VIVIENDA  
Y DESARROLLO URBANOGOBIERNO DE  
**EL SALVADOR**  
UNIDOS CRECEMOS TODOS

REF. MOP-DACGER-SD-036-2016

**INSPECCIÓN POR HUNDIMIENTO DE CALLE EN SENDA No. 8  
CONDOMINIO BRISAS DE SAN FRANCISCO, SAN SALVADOR****1. DATOS GENERALES**

1. **Objeto de la Inspección:** realizar inspección para la determinación de la problemática de hundimiento de calle en senda No. 8 del condominio Residencial Brisas de San Francisco, municipio de San Salvador.
2. **Fecha y hora de la Inspección:** 27 de Octubre de 2016; 09:00 a.m.
3. **Personal de Inspección:**

Ing. Jaime Rodríguez	Sub dirección de Drenajes	2528-3048
Ing. Daniel Zúñiga	Sub dirección de Drenajes	2528-3048

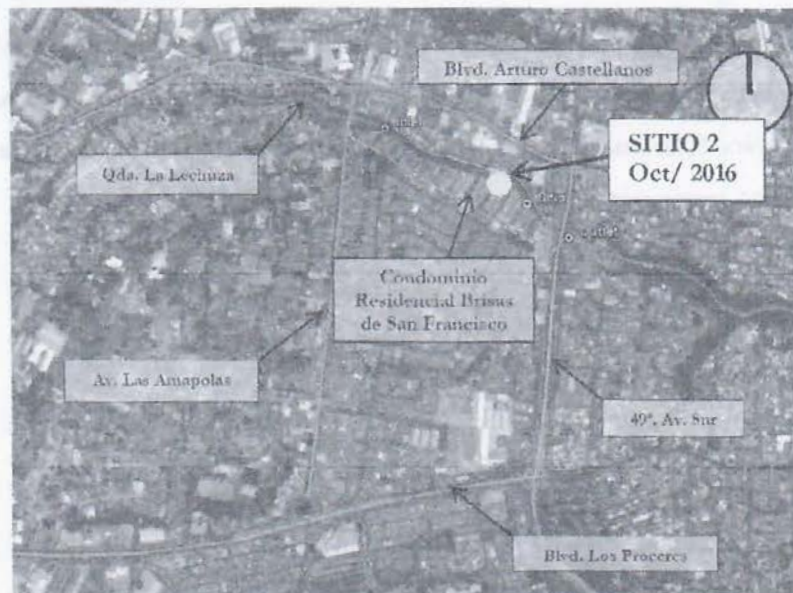
**4. Esquema de ubicación.**

Figura 1. Esquema de ubicación de hundimiento calle en Senda No.8.

**2. OBSERVACIONES**

- El daño se ubica al inicio de la Senda No. 8 del condominio Brisas de San Francisco, en el cual se puede observar un daño pequeño en el pavimento, sin embargo internamente las dimensiones superan los 10 metros de profundidad y se extiende transversalmente a la senda en una longitud aproximada de 15 metros y un ancho de 3.0 metros. dicha situación pone en riesgo las viviendas contiguas debido a la proximidad, así como infraestructura eléctrica ubicada en arriate.



Figura 2. Vista de hundimiento en inicio de Senda No.8 y esquema de oquedad interna

- En el interior de dicha oquedad se pueden observar tuberías plásticas de 8.0 pulgadas de diámetro, las cuales pertenecen al sistema de alcantarillado sanitario de las viviendas ubicadas sobre la Senda No. 8, lo cual actualmente se encuentran drenando agua de las viviendas, lo que causa que siga erosionándose las paredes internas del hueco.



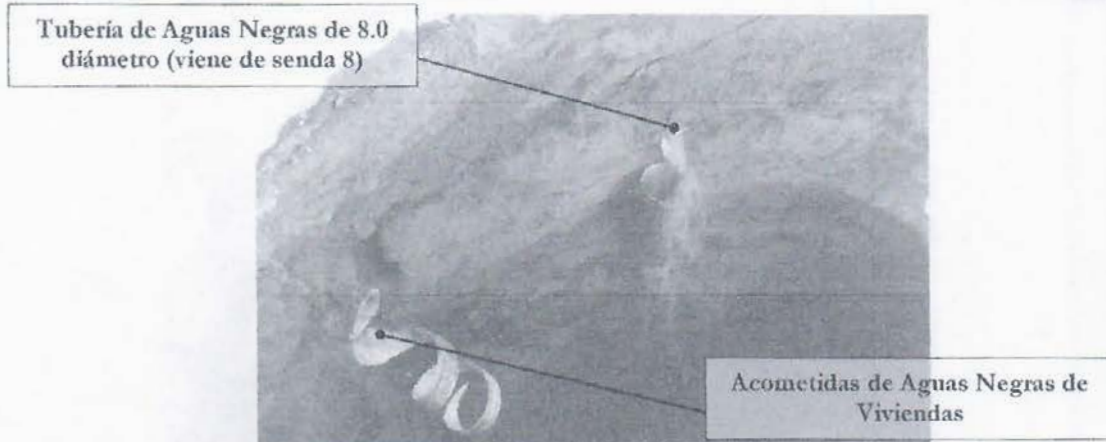
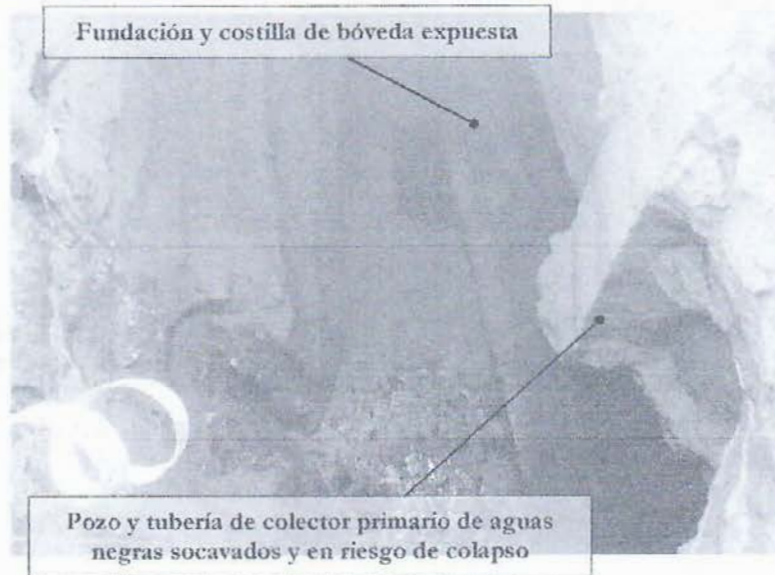


Figura 3. Tuberías de aguas negras ubicadas en Senda 8.

- También se observa un Colector Primario (CP) de alcantarillado Sanitario (Aguas Negras), al cual conectaba la tubería de 8.0 pulgadas que viene de la Senda N 8.0. dicho colector se encuentra comprometido en su estructura, dado que la socavación generada ha sobrepasado el nivel de las fundaciones dejándolas vistas, lo que hace que estén en alto riesgo de colapso. Es de tener en cuenta que dicho colector esta trabajando a su máxima capacidad, tiene un diámetro aproximado de 36 pulgadas, lo que significa que el área de aporte es de gran importancia ya que está compuesta por zonas urbanas de los municipios de Antiguo Cuscatlán, Santa Tecla y San Salvador.
- Adicionalmente al daño que pueda sufrir la infraestructura de alcantarillado sanitario, se puede ver que ya se está afectando la infraestructura de drenaje pluvial, como es el caso de la Bóveda construida para canalizar parte del río Arenal Monserrat entre la Avenida Las Amapolas y la 49 Avenida Sur, la cual se ubicada bajo el eje de la única calle de acceso al Residencial. Dicha afectación se puede observar en el fondo de la socavación donde se aprecia parte de los muros de soporte y un lateral de la estructura (costilla), los cuales podrían estar en alto riesgo de colapso en caso que el colector de aguas negras llegase a fallar. También se observó que existe filtración entre la bóveda y el fondo de la oquedad, por lo que se presume que la cama hidráulica de la bóveda pueda tener daños (huecos).



**Figura 4.** Vista de colector de aguas negras primario y estructura de bóveda en alto riesgo de colapso.

- Se puede observar que existen dos viviendas ubicadas en zona de alto riesgo, ubicadas contiguo a la oquedad. Dicho riesgo puede ser repentinamente incrementado en caso de suceder fenómenos naturales como lluvias o sismos. Adicionalmente se encuentran en riesgo las personas que circulan por la zona para llegar a sus hogares, los cuales ascienden a 24 viviendas únicamente de la Senda No. 8. En total la Residencial cuenta con 184 casas que de forma directa o indirecta se podrían ver afectadas por daños en la Bóveda.



**Figura 5.** Vista de dos viviendas en alto riesgo por su proximidad a la oquedad.

### 3. RECOMENDACIONES

#### De inmediato para evitar cuantiosos daños a futuro.

- Restablecer la conexión de las tuberías de aguas negras 08" que provienen de la Senda No. 8 y las acometidas que se han cortado por el hundimiento.
- Relleno con suelo cemento fluido hasta alcanzar la fundación del pozo y tuberías de aguas negras del colector primario, para evitar que este colapse y dañe la bóveda.
- Dado que existe la probabilidad que la cama hidráulica de la bóveda tenga daños, se debe realizar las reparaciones correspondientes. Para realizar lo antes expuesto se debe realizar una inspección interna de la zona donde potencialmente puedan existir los daños.
- Luego de haber realizado el relleno de la oquedad hasta las estructuras (pozo y tuberías) del colector primario de aguas negras, se debe realizar un relleno masivo hasta la rasante de la calle para habilitar el acceso a los habitantes.
- Se recomienda no habitar las dos viviendas más expuestas ubicadas en el inicio de la Senda, para resguardarles sus vidas, en el caso de los peatones habilitar un paso seguro en los costados de la oquedad, todo esto durante la duración de los trabajos de reparación.

#### A corto plazo.

- Elaborar un diagnóstico técnico del estado actual de la Bóveda, que permita planificar las diferentes actuaciones a futuro, que lleven como objetivo resguardar las vidas de las personas que viven en dicha residencial.
- Diagnosticar el estado actual del sistema de colectores primarios de aguas negras que atraviesan la zona, para realizar acciones que garanticen la no afectación a la infraestructura existente en la zona.

#### 4. TECNICOS RESPONSABLES

Elaboro:

Ing. Jaime Rodríguez

Sub Dirección de Drenajes

Ing. Daniel Zumiga

Sub Dirección de Drenajes

Reviso:

Ing. Claribel Tejada

Sud Directora de Drenajes

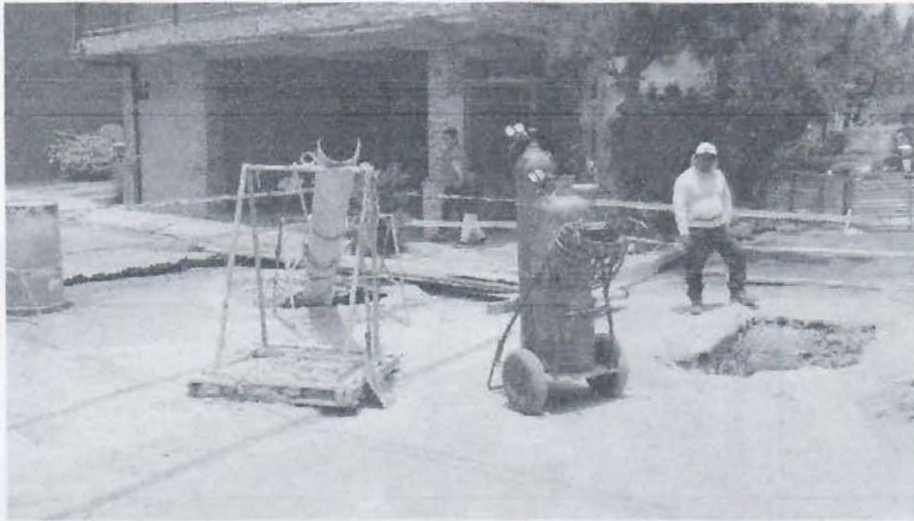
VoBo.

Msc. Emilio Ventura

Director DACGER

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE, VIVIENDA Y  
DESARROLLO URBANO.**

**DIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y  
GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL RIESGO, DACGER.**



**INFORME CORTO DE INSPECCIÓN:  
REF. MOP-DACGER-SD-006-2017  
VISITA DE SEGUIMIENTO A OBRAS DE MITIGACIÓN,  
HUNDIMIENTO SENDA 8, CONDOMINIO BRISAS DE SAN  
FRANCISCO, SAN SALVADOR.**

**26 DE ABRIL DE 2017**

## 1. DATOS GENERALES.

**1.1 Objeto de la Inspección:** Verificar avances y/o actividades realizadas como parte de las Obras de Mitigación en hundimiento de la Senda 8 de Condominio Brisas de San Francisco.

**1.2 Fecha y hora de la Inspección:** 26 de abril de 2017, 11:00 hrs.

**1.3 Personal de Inspección:** Ing. Daniel Zúniga, Subdirección de Drenajes, DACGER.

## 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

**2.1 Ubicación:** Condominio Brisas de San Francisco, Senda 8, San Salvador.

**2.2 Coordenadas Geográficas:** Latitud 13°41'28.88"N, Longitud 89°13'7.46"W



**Imagen N°1.** Ubicación general esquemática de problemática en Senda 8 , Condominio Brisas de San Francisco y de ventanas de ventilación para realizar las obras. Fuente: Google Earth, abril 2017.

### 3. OBSERVACIONES DE CAMPO

Se realizó visita de inspección de seguimiento a obras de mitigación que se están llevando a cabo en la Senda 8 de Condominio Brisas de San Francisco. Al momento de la inspección no se encontraba el encargado residente de la Obra por lo que se procedió a consultar sobre los trabajos al personal auxiliar que se encontraba en el lugar y se obtuvo un registro fotográfico de los avances y las siguientes observaciones:

- Para poder ingresar a la bóveda, la Empresa colocaría un emplantillado de roca volcada en el hundimiento de la Senda 10; según datos de los trabajadores, se volcaron aproximadamente 7 camionadas de roca, pero debido a las lluvias todo el material fue arrastrado aguas abajo. Por ello tomaron la decisión de realizar 3 perforaciones de ventanas de ventilación y que a la vez serviría para bajar el material necesario sobre las costillas de la bóveda. En las **Imágenes 1, 2 y 3** se puede observar dichas ventanas (actualmente se ha abierto una –contigua a hundimiento y pozo de aguas negras de la Senda 8-, la segunda está en proceso, y la tercera sólo se ha delimitado su ubicación) las ventanas tendrán una separación de 20 m. entre cada una de ellas.
- Las ventanas están sirviendo a la vez como respiraderos e iluminación hacia la bóveda para el personal de topografía que, según los trabajadores, empezaron el día martes 25 a realizar el levantamiento topográfico al interior de la bóveda.
- Para realizar cada ventana se ha hecho una excavación de 1.10 m. x 2.20 m. y sobre la losa de las costillas se ha perforado 0.70 m. x 1.0 m (ver **Fotografía 2**)
- Se pudo observar que se empezó a realizar el relleno masivo con lodocreto del hundimiento y al momento de la inspección los trabajadores estimaban que se había llenado aproximadamente 2.8 m. de altura dentro del hundimiento. No fue posible ver el proceso de llenado durante la inspección ya que los trabajos se encontraban paralizados por falta de cemento. En la **Fotografía 4** se puede observar el interior del hundimiento con el relleno realizado a la fecha.
- Durante la inspección alrededor de la ventana respiradero contigua a hundimiento se logró percibir una leve vibración del suelo; no se pudo conocer la fuente de la vibración por lo que

se recomienda que un Ingeniero Estructuralista evalúe la ubicación y tipo de apertura de las ventanas respiraderos.

- Se consultó si se habían empezado trabajos al interior de la obra pero se manifestó que al momento solo la topografía se estaba realizando.

#### 4. FOTOGRAFÍAS



**Fotografía 1.** Ventana respiradero contiguo a hundimiento y pozo de aguas negras para facilitar el ingreso de materiales y equipo a la bóveda. Además, tobogán para realizar relleno de lodocreto en hundimiento.

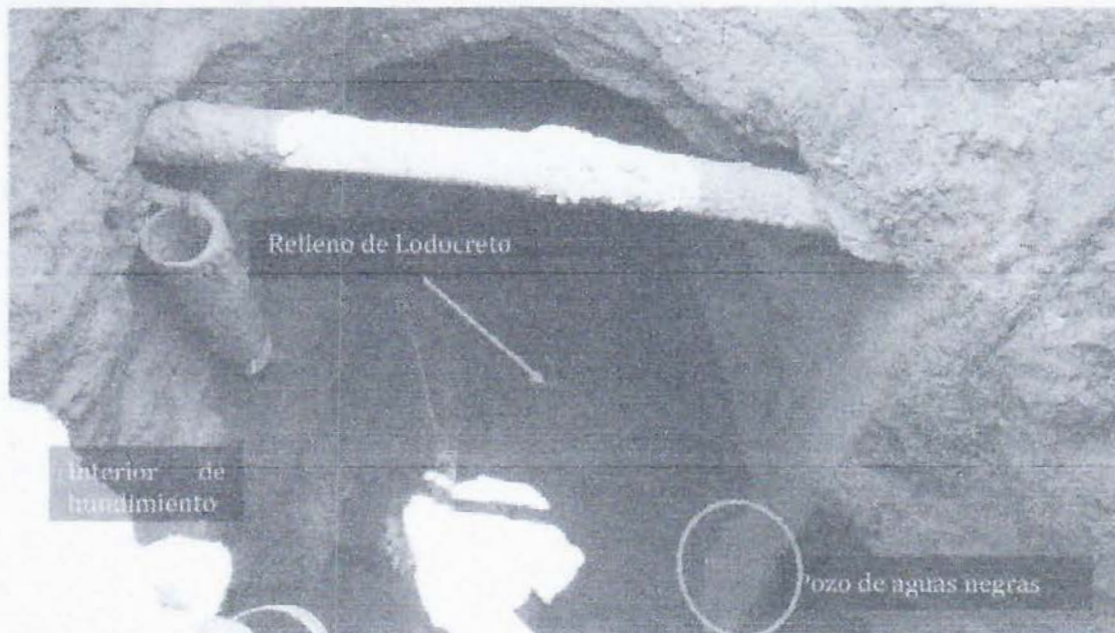




Fotografía 2. Vista interna de ventana respiradero realizada en costillas de la bóveda contiguo a hundimiento y pozo de aguas negras



Fotografía 3. Ubicación de ventanas respiraderos separadas por 20 m entre sí



Fotografía 3. Ubicación de ventanas respiraderos separadas por 20 m entre sí

## 5. TÉCNICOS RESPONSABLES-DACGER.

Elaboró:

Ing. Daniel Zúñiga  
Unidad Técnica  
Subdirección de Drenajes

Revisó:

Inga. Claribel Tejada  
Subdirectora de Drenajes

V. Bo.:

Official stamp of the Director of DACGER, Ministry of Public Works, Transport, Housing and Urban Development. The stamp is circular and contains the text: 'MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE, VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO', 'DIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL RIESGO', and 'DIRECTOR D.A.C.G.E.R.'.

Msc. Emilio Vequera  
Director DACGER