

Una historia de nunca acabar: nuevamente los socavones generan dolores de cabeza

Entre las afectaciones que dejó el temporal de lluvia y viento que azotó la región están estas erosiones. ¿Culpa del suelo o intervención humana? Expertos hacen sus análisis y propuestas.



Flor Arbulú Aguilera

flor.arbulu@mercuriovalpo.cl

Entre las afectaciones que dejó el temporal de lluvia y viento en la Región de Valparaíso están los socavones. En Viña del Mar se generaron en el sector Los Pinos de Reñaca, en el acceso a El Olivar, y calle Portugal de la población Forestal; se suman la ruta F-30, a la altura de Maitencillo, que interrumpió completamente la conectividad entre Puchuncaví y Zapallar; así como la E-462, específicamente en el sector Las Tupas, y que une a las localidades de Catapilco y La Laguna en Zapallar; y Av. Altamirano en Valparaíso que, por cierto, ya había tenido el mismo problema en 2024.

¿Pero qué son los socavones? "Son depresiones o hundimientos del terreno, a veces de aparición súbita, que se producen cuando el material subsuperficial que sostiene la superficie pierde su capacidad de soporte debido a la formación de cavidades o a la remoción progresiva de sedimentos en el subsuelo. Como consecuencia, el suelo superficial queda sin el sustento necesario y termina colapsando. Pueden tener tamaños variables con formas comúnmente circulares o elípticas, aunque en algunos casos también pueden presentar una forma alargada", responde el Dr. Hermann Manríquez, director del Instituto de Geografía de la PUCV, experto en geomorfología.

RAZONES DE LOS SOCAVONES

El Dr. Jean-Baptiste Gressier -director de la Carrera de Geología de la Facultad de Ingeniería, UNAB sede Viña del Mar-, agrega que "este proceso puede estar asociado tanto a la acción del agua que circula en el subsuelo como al agua que fluye sobre la superficie".

"Durante episodios de lluvias intensas, grandes volúmenes de agua pueden escurrir por pendientes naturales o artificiales. En terrenos con inclinaciones importantes, el agua adquiere mayor velocidad y, por lo tanto, un ma-



EN EL OLIVAR EL SOCAVÓN SE PRODUJO POR UNA FALLA DE LA EMPRESA EXTERNA A CARGO DE OBRAS, Y SE PUDO SOLUCIONAR FÁCILMENTE.

yor poder erosivo. Esto favorece la remoción de sedimentos y el desarrollo de procesos de erosión que pueden excavar surcos, cárcavas o socavar la base de taludes y estructuras", detalla; añadiendo que "al mismo tiempo, parte del agua se infiltra en el terreno y puede generar erosión interna, arrastrando progresivamente las partículas más finas del suelo. Con el tiempo, esta pérdida de material puede producir vacíos o zonas debilitadas que terminan colapsando".

Sin embargo, "la susceptibilidad a estos fenómenos depende de varios factores: la naturaleza geológica de los materiales, la topografía, la intensidad y duración de las lluvias, y también la acción humana. Sistemas de drenaje insuficientes, fugas en colectores, cambios en los escurrimientos naturales o urbanizaciones emplazadas en terrenos sensibles pueden aumentar significativamente el riesgo", manifiesta.

En esta línea, el profesor Manríquez comenta que "los socavones pueden desarrollarse en todos aquellos lugares donde existen condiciones que favorecen la

pérdida de soporte del terreno. Son especialmente frecuentes en materiales poco consolidados como arenas, o de rocas muy alteradas, ya que estos pueden ser afectados y removidos con relativa facilidad por la acción del agua. También pueden presentarse en terrenos sedimentarios (materiales finos depositados) de escasa cohesión, como antiguas dunas o terrazas arenosas".

"También son particularmente sensibles las quebradas, laderas y zonas donde el agua tiende a concentrarse de forma natural. Durante lluvias intensas, estos sectores reciben grandes volúmenes de escorrentía que pueden erosionar el terreno y desencadenar procesos de inestabilidad", añade el académico de la UNAB.

REÑACA-CONCÓN

Un hecho que no deja de llamar la atención es que, en Concón y Reñaca, sobre todo, parece natural la ocurrencia de socavones. Al respecto, el Dr. Gressier asegura que ambos sectores "reúnen varios de los factores que favorecen la apa-

rición de socavones, por lo que no resulta sorprendente que éste sea un tema recurrente durante los episodios de lluvias intensas".

"En primer lugar, está la naturaleza del terreno. Mucha gente asocia las dunas únicamente al campo dunar visible de Concón, pero históricamente el sistema dunario era mucho más extenso. Las denominadas paleodunas se extendían sobre una superficie considerablemente mayor que la que observamos hoy, ocupando sectores que actualmente están urbanizados o cubiertos por vegetación. Esto significa que una parte importante de Concón y Reñaca está construida sobre depósitos arenosos o suelos con un alto contenido de arena, materiales que son naturalmente más susceptibles a la erosión por el agua", dice.

Las dunas "visibles en la costa de Concón", que tienen una "tonalidad amarillada o pardo claro", corresponden "a la familia más reciente de un sistema dunario mucho más extenso y antiguo, cuyos depósitos se prolongan tierra adentro hasta las proximidades de la Ruta F-30E. De hecho, al-

gunos tramos de esta vía se encuentran construidos sobre este tipo de terrenos", añade el Dr. Hermann Manríquez.

Y acota: "Aunque estas dunas interiores son más antiguas y presentan un mayor grado de evolución debido a su mayor distancia al mar, ya cotas más elevadas, sus tonalidades más oscuras se deben a que han permitido desarrollo de suelo y crecimiento de vegetación, continuando estando constituidas principalmente por arenas poco consolidadas. Esta condición las hace especialmente vulnerables a la acción del agua de escurrimiento que no tiene un adecuado manejo para su evacuación o transporte".

El segundo factor que identifica el académico de la UNAB es la topografía del sector. "Los socavones más relevantes registrados en los últimos años se han desarrollado precisamente en sectores con pendientes importantes, donde el agua de lluvia adquiere mayor velocidad al descender. Cuando la velocidad del flujo aumenta, también aumenta su capacidad para erosionar y transportar sedimentos, tanto en superficie como

en profundidad. En otras palabras, el agua no sólo infiltra el terreno: también puede remover material mientras escurre por laderas y taludes".

FACTOR HUMANO

Un tercer elemento que menciona el director de la Carrera de Geología de la Facultad de Ingeniería, UNAB sede Viña del Mar, es la urbanización: "Durante las últimas décadas, Concón y Reñaca han experimentado un crecimiento urbano muy intenso. La construcción de edificios, calles, estacionamientos y otras infraestructuras ha modificado significativamente el comportamiento natural del agua. Superficies impermeables como el asfalto y el hormigón reducen la infiltración natural y tienden a concentrar las escorrentías en ciertos puntos. Como consecuencia, volúmenes importantes de agua terminan circulando por sectores específicos, donde su poder erosivo puede aumentar considerablemente".

Ambos concuerdan, entonces, en la importancia que ha tomado la acción humana en los socavones, pues tiene "una influencia directa en la generación de este tipo de formas del terreno, especialmente cuando modifica las condiciones naturales del subsuelo o altera la circulación del agua", menciona el director del Instituto de Geografía de la PUCV.

"Entre las actividades que con mayor frecuencia favorecen la aparición de socavones-continúa- se encuentran la minería subterránea, debido a la construcción de galerías y excavaciones profundas; la extracción de áridos; las roturas de redes de agua potable, alcantarillado o colectores de aguas lluvias; y un manejo inadecuado de los sistemas de drenaje".

"También puede influir la construcción de edificaciones o infraestructura de gran dimensión y peso sobre terrenos de baja capacidad de soporte, donde las cargas adicionales incrementan la vulnerabilidad del suelo", afirma el Dr. Manríquez.

El académico de la UNAB considera que "el factor clave es cómo las obras interactúan con las características naturales del terreno y con el comportamiento

del agua". "Es perfectamente posible construir en terrenos arenosos o en zonas con pendientes, siempre que se comprendan adecuadamente sus condiciones geológicas y se adopten las medidas de ingeniería necesarias. De hecho, en Chile y en el mundo existen numerosas ciudades e infraestructuras emplazadas sobre este tipo de terrenos", acota.

"Sin embargo -continúa el Dr. Gressier-, toda urbanización modifica el funcionamiento natural del sistema. Cuando se construyen edificios, calles, estacionamientos o redes de drenaje, se alteran los caminos que seguía el agua antes de la intervención humana. Superficies impermeables como el hormigón o el asfalto reducen la infiltración natural y pueden concentrar grandes volúmenes de escorrentía en puntos específicos, aumentando localmente la erosión".

Considerando todo lo anterior, "resulta fundamental que este tipo de actuaciones sobre el territorio tengan estándares de diseño, construcción y mantenimiento altamente rigurosos. Es necesario reducir al mínimo las filtraciones de agua mediante sistemas de drenaje eficientes y, al mismo tiempo, implementar programas de monitoreo e inspección permanente que permitan detectar tempranamente procesos de erosión interna o pérdida de material en el subsuelo", dice el Dr. Manríquez.

CONSTRUCCIONES

Felipe Ochoa es Académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM - UChile). Desde su óptica, "siempre se debe determinar, a través de un estudio de mecánica de suelos, si un terreno es apropiado para construir una obra proyectada. La razón es que el suelo recibe todas las cargas del edificio y debe resistirlas sin fallar ni deformarse excesivamente".

"Esto sigue siendo especialmente importante en sectores complejos donde conviven laderas, quebradas, rellenos, depósitos de dunas y sectores intensamente urbanizados. Durante lluvias intensas, la infiltración y la saturación pueden inestabilizar los terrenos debido al aumento de las presiones de agua, incrementando sus deformaciones y favoreciendo procesos de erosión e inestabilidad. Por ello, una construcción segura requiere estudiar el subsuelo, controlar el agua y diseñar fundaciones compatibles con las condiciones reales del lugar".

Ochoa manifiesta que "en sectores de ladera, un socavón puede inducir un deslizamiento o una remoción en masa, por lo cual es importante inspeccionar re-



ZAPALLAR ESTUVO A PUNTO DE QUEDAR AISLADO POR SOCAVONES QUE AFECTARON SU CONECTIVIDAD.

gularmente las laderas y los depósitos de dunas, particularmente respecto de sus condiciones de drenaje. El riesgo asociado a los socavones depende de la combinación entre calidad del terreno, agua, topografía, calidad de la infraestructura y mantenimiento".

Entonces, ¿cuánto influye construir cerca de los lugares donde se producen? "No depende sólo de construir cerca de un lugar susceptible", responde el especialista, sino de "cómo la presencia de infraestructura modifica el terreno y el recorrido de las aguas".

"Una obra siempre induce cargas importantes y, eventualmente, puede modificar los sistemas de drenaje, lo que puede tener un efecto significativo. Durante lluvias intensas, estas alteraciones pueden inducir el desarrollo de erosión interna y el crecimiento de coqueadas. Más que por su cercanía a un lugar susceptible, una construcción puede aumentar o reducir el riesgo de un socavón según su diseño, drenaje, ejecución y mantenimiento", asegura.

Un aspecto que llamó la atención de este temporal es que hubo una gran cantidad de socavones en carreteras, no sólo en la región de Valparaíso, sino también en la de Coquimbo, afectando la conectividad y dejando aisladas a las poblaciones. ¿Se pueden evitar?

"Pueden prevenirse, pero el riesgo de que ocurran no puede eliminarse por completo", advierte Ochoa. "En algunos casos, los socavones empiezan a formarse mucho antes de manifestarse superficialmente, incluso años antes. En ese contexto, la inspección y el mantenimiento son vitales para anticiparlos. Se requiere investigar el terreno, identificar cauces y rellenos, diseñar adecuadamente terraplenes, alcantarillas y filtros, y mantener operativos los sistemas de drenaje".

"En una emergencia como la que enfrenta actualmente el país,

es fundamental inspeccionar las carreteras antes, durante y después de las lluvias. La aparición de grietas, asentamientos, surgencias de aguas o deformaciones del pavimento debe investigarse con urgencia para evaluar la seguridad de la infraestructura", añade.

"Herramientas como la geofísica pueden ayudar a aumentar la probabilidad de identificar sectores particularmente susceptibles. También existen técnicas de instrumentación y mejoramiento del terreno que permiten hacer frente a este tipo de eventos", acota.

SISMOS VS. LLUVIAS

Pero ¿por qué pareciera que las construcciones pueden resistir mejor un terremoto que los efectos de la lluvia? "Un terremoto y un socavón son desafíos diferentes", reconoce el profesor Felipe Ochoa de la Universidad de Chile.

"Cuando se hace un edificio, tienes que cumplir con toda la normativa sísmica y que es lo que hemos visto en los distintos terremotos que ha habido en el país, que las estructuras funcionan bien y que el diseño sísmico que hacemos es muy bueno. Eso lo tenemos validado", sostiene el Dr. Cristian Cruz, jefe de Área Estructuras y Geotecnia del Departamento de Obras Civiles de la USM.

"Resulta que la lluvia no es algo sobre lo cual nosotros analicemos los edificios, no tenemos la normativa contra lluvia, sino que cada parte del edificio se hace por separado", acota, sobre el rol que cumplen los geotécnicos, por ejemplo, a la hora de analizar el suelo donde se levantan edificios.

En este sentido, comenta que "nosotros no diseñamos una casa pensando que tiene que resistir una avalancha o una lluvia, como sí lo hacemos frente a los sismos. Pero sí hay que fijarse en qué tipo de suelo se construye".

"Cuando ocurre un socavón, la estructura debe interactuar con

un vacío en su base para el cual no fue diseñada, lo que expone a la infraestructura a asentamientos, inclinaciones y niveles de carga diferentes. El diseño de un edificio asume que las fundaciones han sido diseñadas y construidas correctamente. La ocurrencia de un socavón implica que esas fundaciones ya no garantizan las condiciones de diseño con las cuales se concibió el edificio", explica Felipe Ochoa, acotando que "resistir un socavón implica una situación de estrés en la cual debe adaptarse a una condición para la cual el edificio, la carretera, el puente o el pavimento no fueron diseñados".

El Dr. Cruz, quien es especialista en construcción sísmica, dice que hay tres variables para analizar el riesgo para los terremotos que también podría aplicarse al contexto de los efectos de las lluvias. Una de ellas es qué tan probable ocurra un terremoto en la zona, el segundo "es la vulnerabilidad, que es cómo nuestra estructura o infraestructura civil es capaz de resistir estas amenazas, y el tercero es la exposición". Respecto a esto último, comenta que "si estoy en el Desierto de Atacama y no hay nada, da lo mismo que llueve o que haya un terremoto, si no le va a pasar nada a nadie".

"Lo que yo veo, en el caso de las lluvias, es que la exposición es mucho más grande, porque ya no son sólo la arquitectura, sino que tenemos toda la ciudad y todas las distintas interacciones en la ciudad que afectan a la resiliencia urbana", sostiene el académico USM.

MEJORAR LA NORMATIVA

"Mientras un terremoto puede afectar simultáneamente a millones de personas, un socavón suele concentrar sus efectos en un barrio, una calle o un conjunto de edificios. Esa diferencia ha hecho que el desarrollo de normativas, sistemas de monitoreo, investiga-

ción aplicada y planificación territorial asociados a peligros geológicos haya avanzado, en general, a un ritmo distinto al del riesgo sísmico", dice el Dr. Jean-Baptiste Gressier, director de la Carrera de Geología de UNAB Viña.

"No porque falten conocimientos o especialistas. Chile cuenta con profesionales de nivel internacional en estas materias -advierte-, sino porque las prioridades de investigación, inversión y gestión del riesgo suelen estar influenciadas por la percepción social de las amenazas y por los impactos históricos que éstas han tenido sobre el país".

"En los últimos años, eventos como los socavones de Reñaca y los desastres asociados a lluvias extremas han contribuido a visibilizar la necesidad de fortalecer aún más el conocimiento y la gestión de estos peligros geológicos, particularmente en zonas urbanas densamente pobladas", acota.

PLANIFICACIÓN

"A mi juicio, la gestión de este tipo de riesgos descansa en tres elementos: normativas adecuadas, una fiscalización efectiva y controles permanentes, y un conocimiento profundo de la dinámica natural del territorio", considera el Dr. Hermann Manríquez, director del Instituto de Geografía de la PUCV.

"Chile es uno de los países más sísmicos del mundo debido a su situación tectónica, una condición natural que no puede modificarse. Precisamente por ello, el país ha desarrollado normas de diseño y construcción sísmica altamente exigente, que han demostrado ser muy efectivas para reducir los daños y proteger a la población", comenta.

Reflexiona que "ese mismo nivel de rigurosidad debiera aplicarse a otras amenazas naturales que también pueden derivar en desastres socioambientales, como los socavones, las inundaciones, los deslizamientos de tierra o las marejadas", entre otros.

"Esto implica establecer normas específicas para la construcción en sectores de mayor fragilidad, como zonas costeras, riberas de ríos, laderas o el pie de relieves montañosos. En algunos casos,

estas normas debieran incluso prohibir la ocupación de ciertos lugares o definir con claridad qué tipos de infraestructura puede emplazarse de manera segura y bajo qué condiciones", añade.

"Si bien estos fenómenos pueden tener una baja frecuencia, muchos presentan recurrencias de décadas o incluso siglos, pero con grandes impactos. Sin embargo, cuando ocurren, sus consecuencias pueden ser muy significativas. Por ello, las decisiones de planificación territorial no pueden basarse únicamente en la experiencia reciente, sino en el conocimiento de esta dinámica natural y de sus procesos geomorfológicos, geológicos o hidrológicos", afirma.

La planificación no es lo único relevante, pues considera "igualmente importante fortalecer la educación de la población en todos los niveles, desde la enseñanza escolar hasta la formación universitaria y la educación ciudadana". "Entender cómo funcionan las amenazas naturales permite no sólo actuar de manera adecuada cuando se presentan, sino también reconocer señales tempranas que puedan advertir su desarrollo. Esto es un tema que los gobiernos, en todos sus niveles de gestión territorial, debiesen tener en consideración", afirma.

Por otra parte, sostiene que "la cartografía de riesgos constituye una herramienta geográfica fundamental. Al integrar la información sobre amenazas, vulnerabilidad y exposición, permite identificar las áreas de mayor riesgo y orientar las decisiones de planificación y desarrollo urbano".

"Sin embargo, estos mapas sólo son realmente efectivos cuando están respaldados por normativas claras, mecanismos de fiscalización y una gestión territorial capaz de conducir el crecimiento urbano hacia sectores más seguros y compatibles con las características naturales del territorio", finaliza.

De allí la importancia de la planificación urbana no sólo para hacer frente a los problemas que se generen con las lluvias, sino con otros posibles riesgos como son los tsunamis e incendios forestales.

2024 se produjo un socavón en la Av. Altamirano entre Asmar y Caleta El Membrillo. El que se abrió ahora es cercano a la caleta, pero es más grande, ya que se estima es de 4 metros.

2 socavones han afectado la ruta E30F. El primero fue en 2024, en la parte que conectaba Viña del Mar y Concón; mientras que el de ahora afecta el camino entre Petorca y Zapallar, que también tuvo otras afectaciones.