

**Provincia de Alajuela  
Cantón de San Carlos**

**Seguimiento y monitoreo al deslizamiento Quebrada Oro  
Parque Nacional Juan Castro Blanco  
Subcuenca Superior del Río Aguas Zarcas  
CNE-UIAR-INF-1122-2023**



**Octubre, 2023**

## I. Resumen

La información que se aporta en este informe corresponde al seguimiento, monitoreo del mes de setiembre y octubre del 2023, por parte de la CNE, a la cuenca del río Aguas Zarcas, con la finalidad de mantener la misma estructura del informe anterior, pero, con el aporte de varias recomendaciones con respecto al informe CNE-UIAR-INF-0956-2023, del Deslizamiento Quebrada Oro, en el Parque Nacional Juan Castro Blanco, Subcuenca Superior del Río Aguas Zarcas, relacionada a la amenaza y afectaciones en las partes bajas de la subcuenca.

Las recomendaciones indicadas se ubican en los puntos 17 al 22 de las págs. 33 y 34

- En la Tabla No. 4. pág. 25, en la zona de alta amenaza, para aquellas fincas en las que se desarrollan actualmente actividades tales como ganadería, porqueriza, tilapias y construcciones (galerones, corrales, plantas de aguas residuales) y reguladas por el MAG, SENASA antes de la emergencia se mantiene su uso.
- A futuro, de requerirse construcciones nuevas o reparaciones para las actividades antes mencionadas y ubicadas dentro de la zona de amenaza alta, deben ser valoradas por parte de las instituciones afines para determinar su factibilidad.
- A todos aquellos propietarios que se encuentren dentro de esta zona deben estar vigilantes ante cualquier situación a lo largo del cauce del río Aguas Zarcas.
- Aplicar lo que establece en el Reglamento de Construcción del INVU, en el artículo 330 que cita: Obras temporales para actividades de concentración de personas. Las obras temporales que sean utilizadas para la concentración de personas deben acatar las disposiciones establecidas en el Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud, Decreto Ejecutivo N° 39472-S y sus reformas o la normativa que lo sustituya, sin perjuicio de la normativa nacional en la materia.”
- Considerando que en la Tabla No. 4 pág. 25 se indica que la zona de baja amenaza (Color verde) por deslizamiento comprende terrenos donde no existe afectación por flujos de lodos y avalanchas a raíz del deslizamiento generado en la parte superior de la subcuenca del río Aguas Zarcas, se recomienda no incorporar ningún tipo de advertencia municipal para los trámites de visado municipal.
- Las captaciones de aguas y concesiones tanto para consumo humano como por otro tipo de actividades en el área no están consideradas con ningún tipo de restricción dentro de esta zonificación, más bien se considera una actividad que puede convivir con las condiciones de amenaza identificadas hasta la fecha.

## II. Información general de la cuenca hidrográfica del río San Carlos y la subcuenca del río Aguas Zarcas (RAZ)

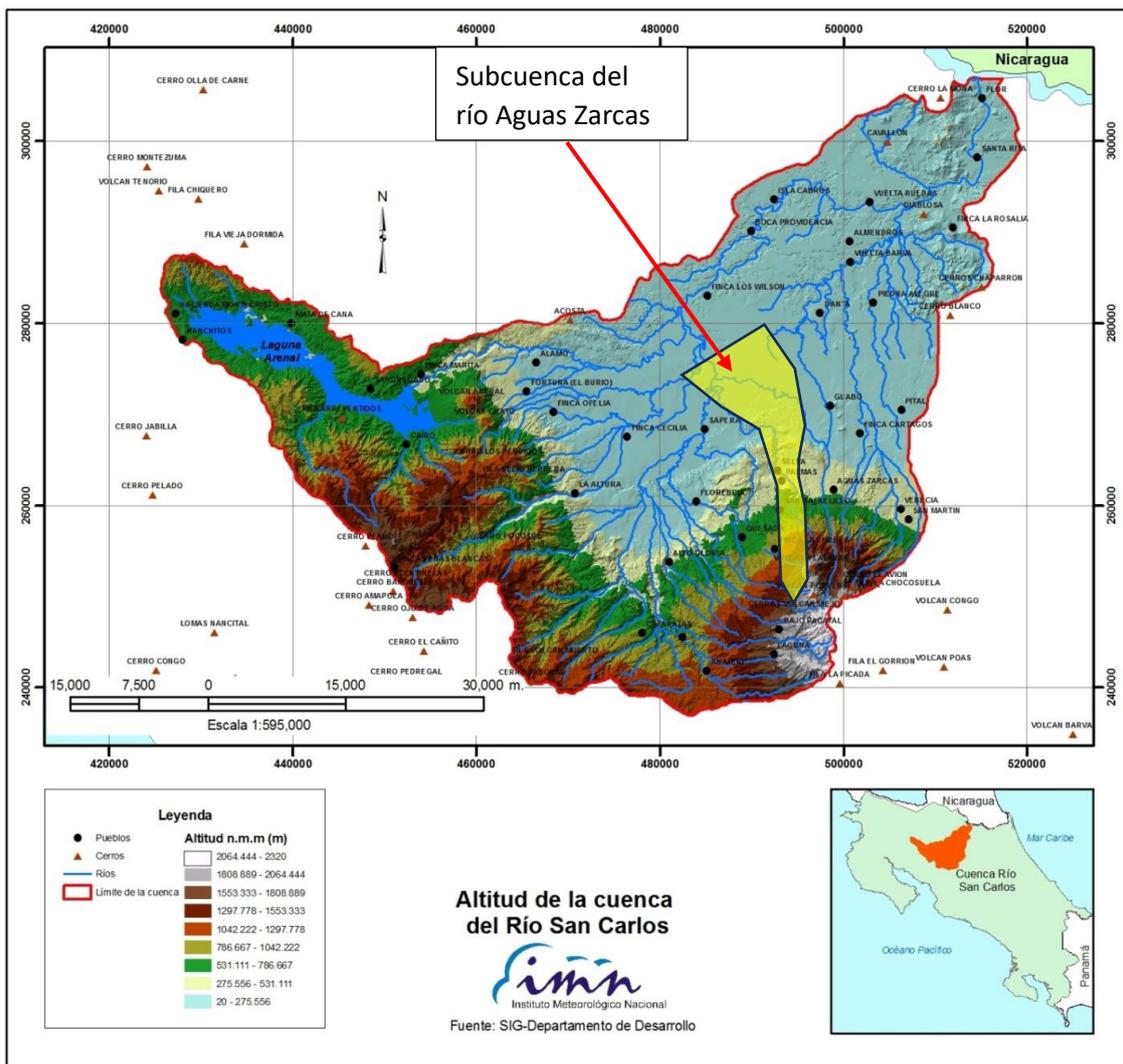
La **cuenca hidrográfica** se define como la unidad territorial que está delimitada por la influencia de un sistema de drenaje superficial, que tiene como límites físicos la divisoria de las aguas, hasta la confluencia del río principal a otro río mayor, lago o mar y en la cual se interrelacionan sistemáticamente procesos biofísicos, socioeconómicos y ambientales. Este espacio se puede delimitar en una hoja cartográfica, siguiendo la divisoria de las aguas (cotas de mayor elevación).

En la siguiente tabla No. 1 se desglosan algunos aspectos importantes de la cuenca hidrográfica del río San Carlos y la subcuenca del río Aguas Zarcas. Ver figura No. 1

Características	Información
Cuenca general	San Carlos
Area total	3.119,86 km <sup>2</sup>
Subcuenca	Río Aguas Zarcas (RAZ)
Area de la subcuenca	84.25 Km <sup>2</sup> .
Nacientes de la subcuenca	Se origina en la Cordillera Volcánica Central, en las faldas del Volcán Platanar, Porvenir, Volcán Viejo y Cerro Pelón
Elevación máxima de la subcuenca y mínima	Desde los 2240 msnm hasta la desembocadura a 65 msnm
Distancia desde la naciente Aguas Zarcas-Kopper hasta la desembocadura con río San Carlos	84,62 km
Distritos que se ubican dentro de la subcuenca	Aguas Zarcas, La Palmera y Cutris
Actividades productivas	Ganadería como actividad económica, con doble propósito (producción de carne y leche) y cultivos extensivos de piñas y caña
Cobertura de suelos	Se presenta una importante cobertura forestal con vegetación densa perteneciente al Parque Nacional Juan Castro Blanco y en las partes bajas con terrenos de pastos, algunas áreas de pastizales y vegetación dispersa y zonas urbanas.

La subcuenca hidrográfica del río Aguas Zarcas, nace en una sección que corresponde al Parque Nacional Juan Castro Blanco (PNJCB) y otra privada.

Fig. 1. Cuenca hidrográfica general de río San Carlos (Autor: Minor Alfaro Hernández, IMN)



El parque fue creado mediante la Ley No. 7297, del 22 de abril de 1992 y tiene una extensión de 14.258 hectáreas.

En él se encuentran los volcanes Platanar, a 2183 m.s.n.m. y el Cerro Viejo, 2122 m.s.n.m.; además de la caldera de erosión de Río Segundo. Presenta bosques primarios y secundarios localizados en 700 y 2267 m.s.n.m., con gran diversidad de especies de flora y fauna.

La creación del Parque Nacional Juan Castro Blanco se logró gracias a la presión ejercida para evitar la explotación de azufre y otros minerales por parte de una compañía trasnacional, en perjuicio de las fuentes de agua.

Los recursos hídricos le brindan una importancia especial por servir de albergue a diversas cuencas hidrográficas con numerosas quebradas y ríos, en donde cabe destacar los ríos Tapesco, Peje, La Vieja, San Rafael, Aguas Zarcas y Tres Amigos; además de las cuencas del Río Platanar y Río Toro, aprovechados para la generación de energía hidroeléctrica.

En el parque predomina una cobertura de bosque primario con algunos claros en regeneración natural debido a los deslizamientos de la zona.

Esta área protegida cuenta con recursos hídricos de gran importancia para la zona norte, tanto para el consumo humano, la generación de energía hidroeléctrica como para el consumo industrial.

Existen dentro del parque zonas de bosque primario que requieren protección para la conservación de muchas especies de flora y fauna.



La extensión total de esta área silvestre protegida se encuentra distribuida entre las cuencas altas de los ríos Sarapiquí y San Carlos.

Uno de los atractivos del área corresponde a Pozo Verde, con aguas color esmeralda y una profundidad de aproximadamente 15 metros, ubicado en el Parque del Agua como se le conoce popularmente.



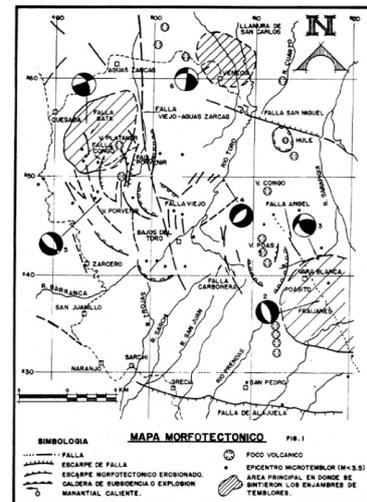
La zona de influencia de la subcuenca del RAZ, de forma muy general muestra dos sectores muy diferentes tanto en suelos y rocas. La parte alta se caracteriza por un territorio conformado por el volcán Platanar y otros, donde se evidencia laderas de altas pendientes, cañones profundos y laderas conformadas por suelos de origen volcánico (cenizas, lavas y otros).

El otro sector corresponde a las partes bajas conformado por depósitos de flujos de lodo, avalanchas y otros productos generados por la misma actividad volcánica o bien por la alta dinámica externa típica de esta región, de deslizamientos, flujos de lodos y otros procesos, que dan origen a estas planicies o abanicos coluvio-aluvionales.

Esta unidad se caracteriza por terrenos de una morfología plana, abundantes cauces activos y otros inactivos, donde el terreno fértil, la accesibilidad al recurso agua, vías de comunicación, energía y otros han facilitado el desarrollo de muchas comunidades en desarrollo, tales como poblaciones, caseríos, fincas productivas y otros.

También es conocida la amplia red de fallas geológicas, y actividad sísmica histórica en la región.

Fig. No 2. Mapa morfotectónico, G. Alvarado y otros 1988



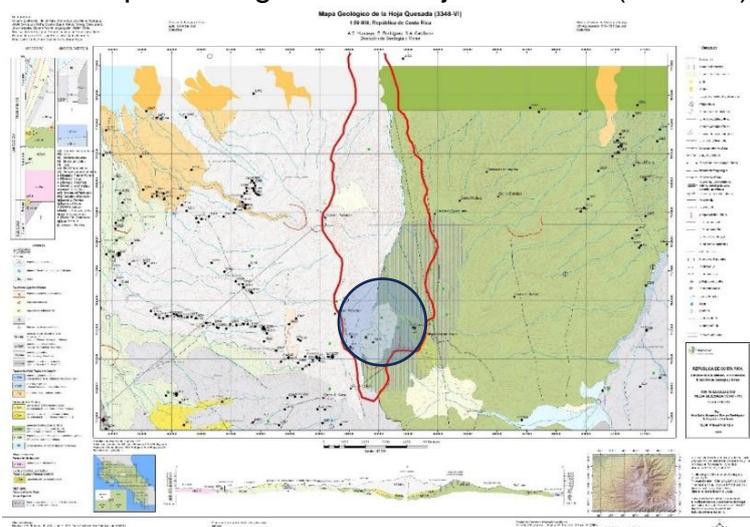
### III. Geología local

De acuerdo con la información existente del área, se indica que donde se originó el movimiento de masa “deslizamiento” al menos ya estaba mapeada en el mapa Geológico de la Hoja Quesada (3346-IV), escala: 1:50 000, República de Costa Rica, A.S. Huapaya, E. Rodríguez, & A. Ceciliano, documento generado por parte de la Dirección de Geología y Minas, MINAE, 2021. Ver fig. 2 mapa geológico

En el mapa de la Hoja Quesada (3346-IV), se tiene identificado una corona de deslizamiento y un depósito.

Las características de la masa de tierra o deslizamiento se indica únicamente una traza de corona en el documento y no se conocía previamente si presentaba algún tipo de desplazamiento que advirtiera si estaba activo o no con respecto a la información analizada.

Fig. No 3. Mapa Geológico de la Hoja Quesada (3346-IV), 2021



En el 2021, la empresa de Coopelesca promueve un estudio, realizado por parte de Asesorías en decisiones ambientales LTA, donde analizó las condiciones “Hidrogeológicas ambiental sobre fuentes de agua para el proyecto Montaña Sagrada, San Carlos, Alajuela, por parte de Geól. Allan Astorga Gättgens (coordinador), 17-06-2021.

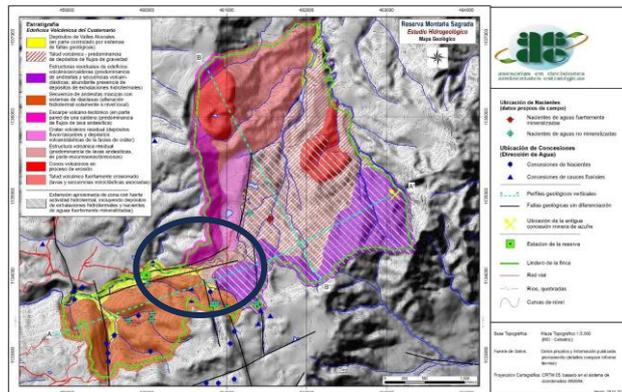


Fig. No 4 Mapa geológico del área de estudio  
 (Geól. Allan Astorga Gattengs (coordinador), 17-06-2021)

Aunque el área donde se generó el deslizamiento en la quebrada Oro, ya se había identificado por Astorga, Allan, 2021, como un talud volcánico reciente, conformado principalmente por depósitos de flujos de gravedad (lahares y brechas volcanoclasticas). En este documento no se indica si la masa estaba activa o inactiva hasta la fecha.

De acuerdo con la información generada en el estudio (Astorga, Allan 2021) desde el punto de vista geológico se indica que las rocas del sector central, presenta una fuerte actividad hidrotermal, incluyendo depósitos de exhalaciones hidrotermales y nacientes de aguas fuertemente mineralizadas.

Este sector central mapeado por Allan Astorga, 2021, corresponde al área deslizada posiblemente el 15 de julio del 2023, con fotografías posteriores al evento y efectuadas con el dron, se observó materiales con tonalidades celestes, amarillentas que corresponde a materiales altamente meteorizados y que por procesos hidrotermales generan este tipo de alteraciones sulfurosas en depósitos volcánicos, producto de exhalaciones hidrotermales.



Foto: Coopelesca-2023

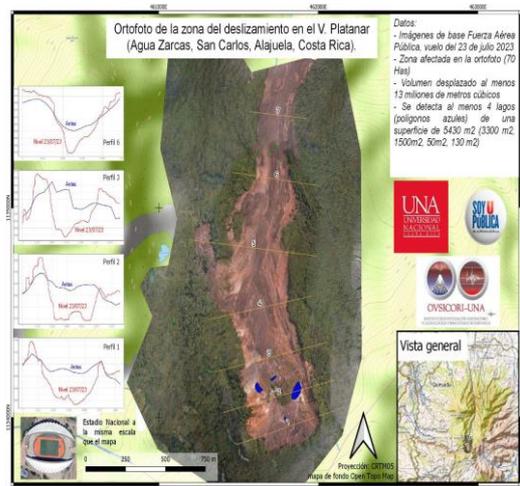
#### IV. Información de la red sísmica

La siguiente información corresponde al comunicado efectuado por el OVSICORI-UNA, relacionado al deslizamiento del 15 julio del 2023, dentro del Complejo volcánico Platanar-Porvenir-Volcán Viejo, actualizado al 27 de julio del 2023 donde se indica:

- El complejo volcánico Platanar-Porvenir-Volcán Viejo se ubica al oeste del volcán Poás. Es un estratovolcán compuesto con varios cráteres. Culmina a 2267 m.s.n.m. y no hay registros de actividad histórica.
- La zona del deslizamiento se ubica entre el Volcán Viejo y el Volcán Porvenir, en un valle orientado hacia el norte. Observando el sitio en las imágenes de Google Earth en el 2016, se puede constatar que el borde del deslizamiento estaba marcado por la topografía y zonas sin vegetación.

#### Datos fotogramétricos

A partir del vuelo de la Sección de Vigilancia Aérea del Ministerio de Seguridad Pública del 23 de julio 2023, a solicitud de la CNE, apporto imágenes, para la obtención de una ortofoto y un modelo numérico de superficie (MNS). La ortofoto cubre los primeros 2 km del deslizamiento. En esta parte se detecta una zona general afectada de 70 hectáreas (zona marrón), esto incluye área de desprendimiento y franja de arrastre lateral, aunque el área original de ruptura del talud se estima cercana a las 40 hectáreas.



En la Fig. 5 en la Ortofoto de los primeros 2 km del deslizamiento. A la izquierda se encuentran 4 perfiles que corresponde en las líneas 1, 2, 3 y 6 en la ortofoto. Las líneas azules representan el nivel del terreno antes del deslizamiento y las líneas rojas representan el nivel del terreno el 23 de julio 2023.

Es importante aclarar que estos datos se basan en la ortofoto y en el DSM obtenidos previamente y cubren los primeros 2 km del deslizamiento.

#### Registro en redes sísmicas asociados al deslizamiento:

Mediante instrumentación sísmica ubicada en el volcán Platanar, se registró una señal de importancia en el flanco del llamado volcán Viejo a las 22:02 horas del día 15 de julio 2023. La duración de este evento fue de aproximadamente 34 minutos. Ver fig. 6

A partir de esta información se sugiere que al menos un desprendimiento mayor debió haberse dado pasada las 10:00 pm del día 15 de julio.

Hasta el día 17 de julio, se habían registraron al menos 8 eventos más asociados a deslizamientos de menor magnitud en comparación con el ocurrido el 15 de julio en horas de la noche.

El instrumento sísmico se ubica a 4 km aproximadamente del desprendimiento de material en el flanco del volcán Viejo. Previo al deslizamiento, no se registra sismicidad relacionada a procesos tectónicos o volcánicos en las inmediaciones del Complejo Volcánico Platanar-Porvenir.

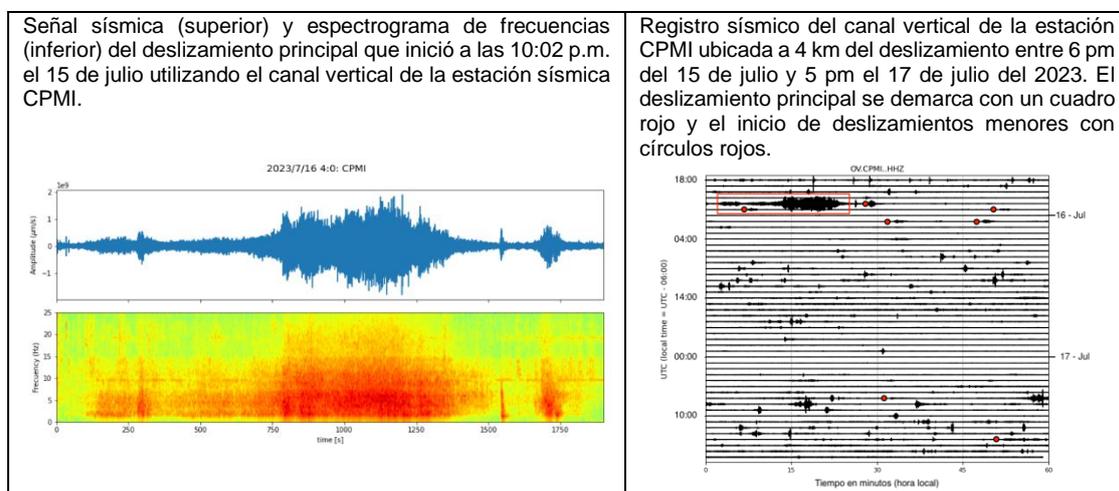


Fig. 6. Registro Sísmico

## V. Evolución del deslizamiento en la microcuenca de la quebrada Oro, Rio Aguas Zarcas, Parque Nacional Juan Castro Blanco (PNJCB)

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más comunes a nivel nacional disparados tanto por la actividad lluviosa como sísmica en Costa Rica y caso particular el cantón de San Carlos, en los últimos años se han incrementado los problemas de inestabilidad de laderas con afectaciones pequeñas en varias comunidades, causando pérdidas por daños en construcciones, así como, el daño por impacto ambiental.

En las últimas 2 décadas se han generado una serie de deslizamientos de ladera, a lo largo del territorio nacional que han impactado el medio ambiente y parte de comunidades, así como pérdidas de vidas humanas.

**Tabla No. 2. Deslizamientos históricos en Costa Rica**

Cantón	Nombre de deslizamiento	Fecha	Area (ha)	Tipo de afectación
Puntarenas	Lagunas de Arancibia	27-06-2000	280	Impacto ambiental Fallecidos 7 personas Represamiento del río Veracruz por varios kilómetros
Santa Ana	Chitaria	30-09-2010	14	Destrucción de viviendas y alta contaminación por sedimentación en el río Uruca
Siquirres	Cerro Lavadero	17-01-2018	65	Obstrucción total en su momento de cauce del río Madre de Dios
San Vito	Deslizamiento Santa Clara	26-10-2018	27	Destrucción 13 casas Alto impacto ambiental
Turrialba	Blanco y Negro	18-05-2021	28	Impacto a parcelas agrícolas
San Carlos, Aguas Zarcas	Deslizamiento Quebrada Oro Parque Juan Castro Blanco	15-06-2023	40 desprendimiento inicial más 30 de arrastre lateral = 70	Obstrucción cauce del río Aguas Zarcas. Alto impacto ambiental en área de parque y afectación en las partes bajas.

El 15 de julio del 2023, se inicia uno de los procesos de inestabilidad de laderas por deslizamiento, más significativos y notables de la historia reciente de nuestro país.

Una de las laderas ubicadas en la parte superior de la subcuenca del río Aguas Zarcas, específicamente dentro del Parque Nacional Juan Castro Blanco o Parque del Agua se deslizó dentro de una finca.

Específicamente la zona montañosa localizada en la subcuenca superior del río Aguas Zarcas, de acuerdo con Google earth a partir del 2015, se nota un desplazamiento de ruptura o escarpe en las inmediaciones de la quebrada Oro, dentro del PNJCB, principalmente debido a las condiciones de topografía muy irregular, meteorización de las rocas muy alta, lluvias intensas y sismicidad local.



Es posible que parte de ladera y senderos empezaran con un desplazamiento de forma lenta (milímetros por año), considerando lo espeso de la montaña, de acuerdo con reportes recientes de algunos vaquianos, muchos de los senderos dentro de la montaña desaparecían periódicamente en el sector.

De hecho, estas laderas han permanecido estables por muchos años, pero, pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo y meteorización.

Del mismo modo, existen lapsos durante los cuales los deslizamientos se encuentran en un equilibrio temporal. Tales condiciones pierden ese equilibrio temporal y son disparadas en la mayoría de los casos por lluvias prolongadas en el área o eventos extraordinarios.

A partir de la activación del deslizamiento que se da en la ladera de la quebrada Oro, una movilización de terreno (suelos, rocas y arboles) pendiente abajo, rellenan el cauce río Aguas Zarcas en su parte superior.

Este desprendimiento debido a las condiciones climáticas encuentra condiciones idóneas para la saturación del suelo, además troncos de árboles deslizados incrementaron el empuje natural del material acumulado que se manifestó en forma de avalanchas o flujos de material posteriormente.

El lunes 17 de julio en horas de la mañana por parte de funcionarios de la empresa privada Coopelesca confirman que en las montañas de la quebrada Oro, existe un deslizamiento de grandes magnitudes, activándose las alertas a todas las instituciones del Estado en cuando a la emergencia que se está dando en el área.

En horas de la tarde-noche inicia uno de los eventos más relevantes de muchos flujos de detritos o avalancha de troncos a lo largo del cauce del río Aguas Zarcas.

El 18-07-2023, se evalúa el área en condiciones climáticas sumamente adversas por lluvias, viento y nubosidad. Se intensifica las inspecciones vía Drone, para determinar el grado de impacto, condiciones y posibles represamientos a lo largo del cauce del río desde la parte superior hasta la parte inferior.

Durante los siguientes días posteriores al deslizamiento se evalúa el área y con ayuda de Sección Aérea del Ministerio de Seguridad Pública y de funcionarios de Coopelesca se obtienen imágenes y ortofotos con la finalidad de determinar el área de desprendimiento y de arrastre del impacto ambiental generado en la subcuenca superior.



El tipo de deslizamiento generado en la microcuenca de la quebrada Oro, dentro del Parque Nacional Juan Castro Blanco, es de tipo rotacional y con un componente de muchos flujos de detritos leñosos, con un alto potencial de arrastre de las márgenes y gran cantidad de árboles pendiente abajo, el cual se encauzaron a lo largo del río de Aguas Zarcas a partir del 17 de julio del 2023, con un total aproximado de más de 40 avenidas de troncos y lodo muy viscoso hacia las partes bajas.



Considerando la información georreferencia del área se ha estimado que el desprendimiento inicial de ladera boscosa que involucra rocas, suelo y árboles es de aproximadamente 40 hectáreas, sumado a este movimiento se le integra el arrastre de terreno en ambas márgenes de al menos 30 hectáreas más, hasta la confluencia con los dos cauces principales quebrada Agría y Rojas del río Aguas Zarcas en la parte superior, para un estimado total de 70 hectáreas.

Es un hecho, que el área donde se originó el deslizamiento, mas todo el entorno de la cuenca está altamente susceptible, donde existe una alta probabilidad que nuevos procesos de inestabilidad continúen a partir del origen del deslizamiento en la cuenca superior del río Aguas Zarcas, si se presentan condiciones favorables tales como lluvias fuertes y sismicidad local.

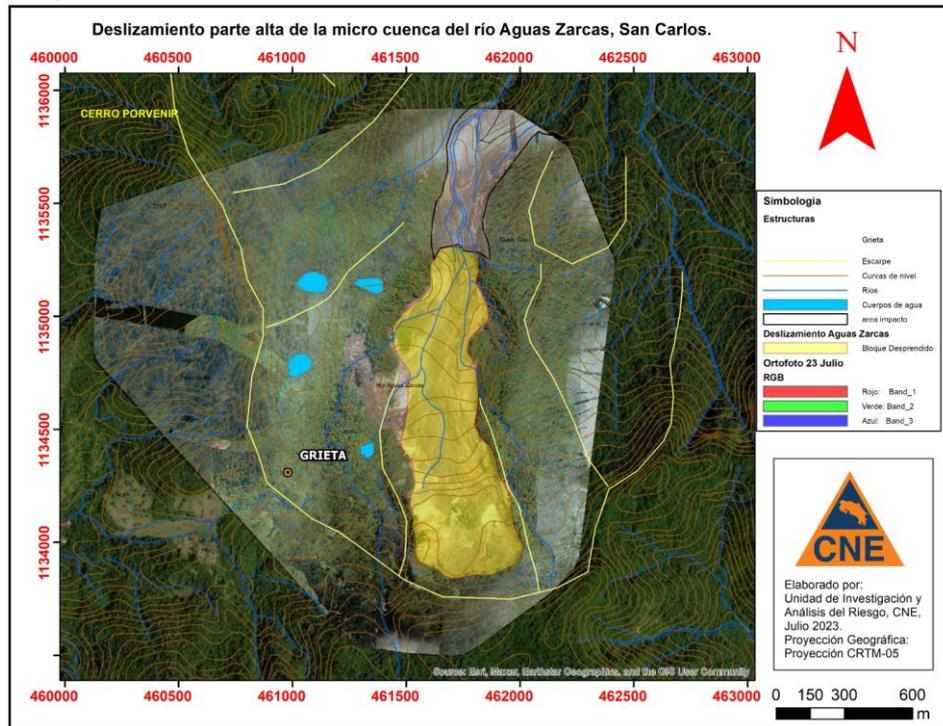
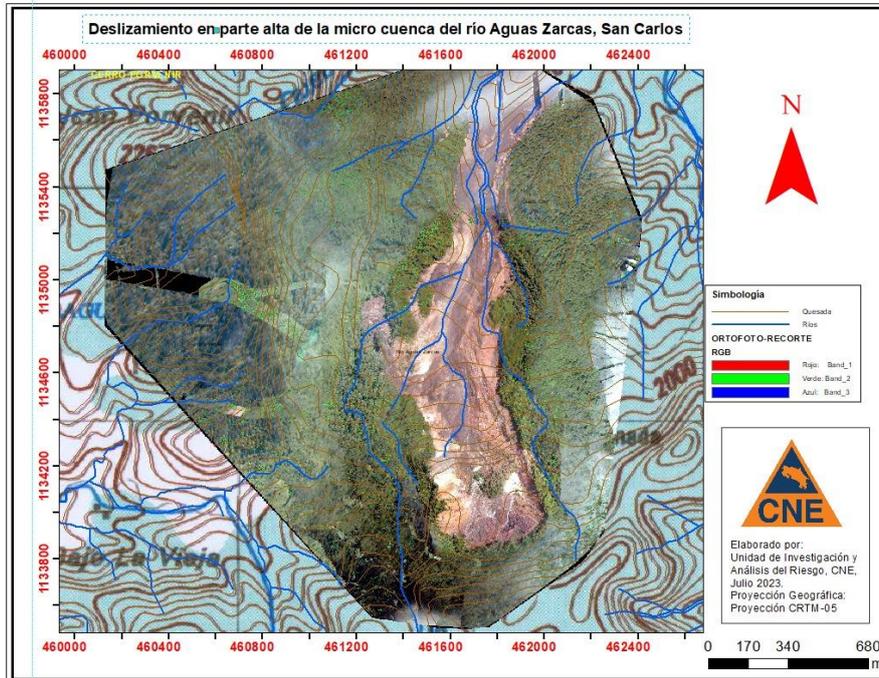


Por lo tanto, la mejor estrategia para reducir los impactos es la prevención, que precisa de la percepción de la existencia de la amenaza, de la evaluación de la peligrosidad y adopción de medidas para mitigar los efectos.

En este sentido la primera fase es la identificación de la amenaza y su caracterización caso del deslizamiento en la cartográfica, el cual se debe incluir el potencial de flujos de lodo o avalanchas para la debida zonificación del territorio.

Los mapas resultantes (mapas de amenaza natural) se deben convertir en una herramienta básica para la planificación del territorio hacia el futuro, tanto en las zonas montañosas, como en las partes bajas donde se ubica la población.

En los siguientes mapas Fig. 7 y Fig. 8, reflejan el área del deslizamiento y su repercusión en el medio ambiental a lo largo de los primeros kilómetros de su desprendimiento.



## VI. Características del deslizamiento Quebrada Oro, Río Aguas Zarcas

Tabla No. 3

<b>Deslizamiento Quebrada Oro, Río Aguas Zarcas Parque Nacional Juan Castro Blanco</b>	
Ubicación geográfica	Alajuela/San Carlos/Aguas Zarcas/Parque Nacional Juan Castro Blanco
Fecha de ruptura de ladera o desprendimiento	15-julio-2023 (hora local: 22:02 hrs)
Altitud del área del deslizamiento	2100 metros
Grado de actividad	Activo
Tipo de deslizamiento	Rotacional-flujo de lodo-avalanchas de troncos o flujos de detritos leñosos
Uso del suelo en el lugar de origen	Bosque
Características geológicas	Rocas volcánicas altamente meteorizadas, hidrotermalizada y sulfuradas
Caída vertical o escarpe del talud	140 metros
Area total de material de ruptura inicial o de desprendimiento de ladera	40 hectáreas
Area total de ruptura más arrastre inicial de las márgenes del cauce	70 hectáreas
Subcuenca hidrográfica impactada	Río Aguas Zarcas
Fecha del primer evento importante de flujo	17 de julio del 2023
Tipo de flujo generado	Avalanchas de troncos altamente lodoso
Total, de eventos generados o cuantificado	40 aproximadamente en forma de tren de flujos
Fecha del segundo evento importante de flujo	23 de julio del 2023
Tipo de flujo generado	Flujo de lodo altamente supercrítico
Distancia lineal aproximada desde el lugar de ruptura o corona-escarpe al pie de monte, sector la Pollera-Calle Damas	12, 850 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material hasta el puente de la RN140-Puente Aguas Zarcas	16, 010 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material hasta Calle Carvajal	19, 290 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Aguas Zarcas-brazo Aguas Zarquitas hasta Calle Hernandez	20, 505 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Aguas Zarcas-brazo Aguas Zarquitas hasta San Jose	23,125 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Kopper hasta Puente Tico Frut RN-4	25, 890 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Kopper hasta Puente colgante Villa Maria	29, 310 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Aguas Zarcas-Kopper hasta Hebron	36, 360 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Kopper hasta RN 35 Puente Botecito	42, 030 km
Distancia lineal aproximada desde el sector de ruptura o aporte de material del río Aguas Zarcas-Kopper hasta confluencia con el río San Carlos	42,500 km
Efectos visibles del área deslizada	Alto impacto ambiental
Obstrucción de cauce en la parte superior	Parte del lóbulo frontal sobrepasa el cauce del río Aguas Zarcas y deposita material en forma de un flujo de lodo y troncos hacia la margen izquierda al pie de la ladera
Existen áreas inestables en el entorno fuera del actual deslizamiento	Si existen muchas evidencias con potencial a deslizamientos a futuro
Posibilidad de otros eventos similares en la cuenca superior	Alta
El área de la cuenca superior del RAZ del deslizamiento se cataloga	<b>Alto riesgo</b>

**VII. Episodios generados y principales acciones a raíz del deslizamiento en la subcuenca superior del río Aguas Zarcas (RAZ) en la quebrada Oro y condiciones actuales desde la parte de montaña a pie de monte y llanura aluvial.**

- **Domingo 16 de julio:** Los vecinos observan que el caudal del río Aguas ha disminuido y con un comportamiento radicalmente diferente en forma de flujo de lodo muy espeso y una reducción de este.



- **Lunes 17 de julio:** En horas de la tarde se inicia el arribo de gran cantidad de troncos de gran tamaño sumergidos en un lodo muy espeso desde la parte superior del área deslizada, en forma de flujos de detritos de troncos o avalanchas continuas, que transitaron por el cauce del río Aguas Zarcas aguas abajo erosionando las riberas.



- Una totalidad aproximado de 40 avalanchas de troncos fueron contabilizados por los vecinos del área

- **Martes 18-07-2023**, se valora el área del deslizamiento y se evidencia claramente el impacto ocasionado en la parte superior del río Aguas Zarcas, debido al arrastre de una parte de la montaña y la cantidad de sedimento acumulado en las márgenes. En este tramo no se evidencia represamiento del cauce.



A raíz del arrastre de gran cantidad de troncos y erosión lateral desde la parte superior hasta el sector de cambio de pendiente o llanura aluvial, “sector de la pollera” del cauce del río Aguas Zarcas, mucha de la cobertura ribereña fue eliminada, taludes erosionados, así como, obras de contención como diques que a raíz del proceso erosivo mantuvieron o contuvieron los flujos de detritos leñosos o avalanchas, pero, algunos fueron erosionados.

Debido a la gran cantidad de troncos arrastrados desde la parte superior a la zona de llanura aluvial por donde transita el cauce del río Aguas Zarcas, en un sector muy puntual cercano a la comunidad de Palmera se generó una obstrucción o tapón hidráulico que preocupó a muchos vecinos del lugar.



El tapón hidráulico de al menos 400 metros de longitud generó un represamiento importante sin afectar directamente infraestructura o viviendas.

**20 de julio:** en condiciones normales se liberó el tapón de troncos y empezó el transporte fluvial a lo largo del río Kopper de una parte de la palizada de troncos hacia el río San Carlos.



Otra parte de troncos del mismo evento, provocó otro tapón hidráulico en las inmediaciones de las comunidades de Hebron-Kopper donde generó mucha preocupación a los vecinos.

**23 de julio:** en horas de la tarde se inicia otro nuevo episodio de avenidas más energéticas de lodo y troncos que impactan varios comercios y parte del dique de la margen izquierda en las inmediaciones de la RN-140.



A 3.2 Km del puente sobre la RN-140 aguas abajo se da el desbordamiento en forma de flujo de lodo hacia un cauce viejo que fue reactivado y se ubican varias viviendas del barrio de Calle Carbajal, las cuales fueron impactadas varias viviendas y otros quedaron comprometidas. El tránsito de lodo y troncos retomó el cauce del río Aguas Zarquitas comprometiendo a muchas viviendas en las partes bajas de la comunidad de Calle Hernández ubicadas en sus márgenes.

Afectación de viviendas en el sector de Calle Carvajal debido a la reactivación de los canales por flujos de lodo provenientes del canal principal del río Aguas Zarcas.



Este desequilibrio provoca cambios en el régimen hidráulico del caudal mayor, generando mayores aportes de sedimento y arrastre de troncos aguas abajo, provocando desvíos y retorno a cauce abandonados en aquellas áreas planas y principalmente afectando a las viviendas que están asentadas a lo largo de antiguos canales o comprometiendo a otras aguas abajo



**VIII. Acciones asociadas: seguimiento, gestiones de atención al deslizamiento Quebrada Oro (parte alta de la cuenca del río Aguas Zarcas) Parque Juan Castro Blanco (16 de Julio al 17 de agosto del 2023)**

<b>Fecha</b>	<b>Condiciones generadas</b>
16-07-2023	Los vecinos de Aguas Zarcas informan que se observa un importante arrastre de lodo a lo largo del cauce del río Aguas Zarcas (RAZ)
17-07-2023	En horas de la tarde-noche se inicia un tránsito de avenidas de lodo y troncos que transitan por el cauce, no hay afectación directa. De acuerdo con los vecinos contabilizan más de 40 avenidas entre grandes y pequeñas Funcionarios de Coopelesca informa de un gran deslizamiento en el Parque Juan Castro Blanco (PNJCB), sector de quebrada Oro.
18-07-2023	En horas de la mañana se ingresa al PNJCB, con funcionarios de SINAC, Cruz Roja, COOPELESCA y Municipalidad de San Carlos y se corrobora el impacto generado por un deslizamiento de una ladera en la sección de la quebrada Oro. Se constata un gran impacto ambiental Se tiene información que existe una obstrucción del cauce en La Concepción de la Palmera debido al arrastre de troncos
19-07-2023	Se valora y se ubica la presa u obstrucción hidráulica en el sector de Concepción de la Palmera, debido a la alta concentración de troncos provenientes de la parte superior del área del deslizamiento. No hay afectación en el entorno
20-07-2023	Se libera la obstrucción del cauce en el sector de la Palmera y se le da seguimiento del tránsito hasta el río Kopper y San Carlos. En horas de la tarde en el sector de Terron Colorado, se verifica con DRON que la cantidad de troncos de madera ya transitan por el cauce del río San Carlos. Se inspecciona hasta Boca San Carlos para evaluar el grado de vulnerabilidad de las comunidades
21-07-2023	En horas de la mañana se ingresa al área con funcionarios del SINAC, CME al Parque Juan Castro Blanco para dar seguimiento del deslizamiento.
22-07-2023	Se consulta con CM y CCE y se indica que las condiciones de lodo y arrastre continua a lo largo del RAZ.
23-07-2023	En horas de la tarde se inicia otro nuevo episodio de avenidas más energéticas de lodo y troncos que impactan varios comercios de la margen izquierda en las inmediaciones de la RN-140 Desbordamiento en el barrio de Calle Carbajal que impactada varias viviendas. Se indica que se da un flujo de agua-lodo y el tránsito de troncos, que fluye hacia el río Aguas Zarquitas comprometiendo a muchas viviendas en sus márgenes.
24-07-2023	Sobrevuelo con DRONE de los sectores impactos y se corrobora que aún permanece la obstrucción de troncos en una sección del cauce del río Kopper entre Hebron-Kopper
25-07-2023	Se valoran puntos de impacto en las comunidades de Calle Carbajal donde se corrobora la destrucción de al menos 2 viviendas y de otras en sus alrededores con lodo debido al desbordamiento del río Aguas Zarcas y la posibilidad de mayores descargas o reactivación del canal hacia el río Aguas Zarcitas comprometiendo las viviendas en la comunidad de Calle Hernandez y San Jose de Aguas Zarcas
26-07-2023	Se coordina con Sección Aérea para un sobrevuelo el cual se efectúa y se constata que el área de masa no ha incrementado desde el día 16-06-2023 el arrastre de material continuo hacia las partes bajas. Se continua con el análisis de los sectores afectados con funcionarios del CME

27-07-2023	<p>Valoración y sobrevuelo calle Damas para determinar las condiciones de inestabilidad o no del talud vertical que a raíz de flujo esta direccionado hacia la margen izquierda al talud, dado la preocupación de los vecinos.</p> <p>Segundo sobrevuelo se efectuada para fotos georreferencias construcción de ortofoto</p> <p>Recorrido del sector Calle Carvajal donde se efectuado sobrevuelo para la obtención de fotos para las ortofotos, con el propósito de marcar los canales viejos y aquellos activos</p> <p>Inspección del punto de trabajo de la draga en Calle Carvajal</p> <p>Se analiza Calle Fernández donde se procede a un sobrevuelo y delimitar el área de influencia potencial del río Aguas Zarquitas.</p> <p>Se analiza la sección de Calle La Loma o Calle Soto donde se analiza el entorno para delimitar el área potencial a inundación, margen izquierda.</p> <p>Sector de puente río Aguas Zarcas se efectúa sobrevuelo para determinar el grado de amenaza en cuanto a los negocios y viviendas</p> <p>Reunión final de jornada con unidades de UGO, GPR y CME.</p>
28-07-2023	<p>Reunión con el CCE de Aguas Zarcas. Oficina del Ministerio de Salud. Se analiza la problemática con respecto a la población vulnerable ante desbordamientos del RAZ.</p> <p>Valoración de la margen derecha del río Kopper (RK). Específicamente en el puente RN-4, sector Tico Fruit.</p> <p>Sobrevuelo con dron en la comunidad d Hebron/Kopper para evaluar el tapón hidráulico (troncos) en el RK, donde la longitud de troncos es mayor.</p> <p>Las viviendas se valoran con el Ministerio de Salud dado que las familias se ubican en albergue.</p> <p>Las familias se mantienen en el albergue hasta el tanto no se libere el tapón de troncos.</p> <p>Se analiza la comunidad de Hebron con un dron para determinar el grado de vulnerabilidad.</p> <p>Por parte de Ing. Juan Carlos Cruz se reúne con personeros de la comunidad para determinar la intervención en el cauce.</p> <p>Se coordina con Cruz Roja, Coopelesca el ingreso al PNJCB para evaluar un fracturamiento en un sendero cercano a Pozo Verde, para el sábado 29 de julio del 2023.</p>
29-07-2023	<p>En horas de la mañana se ingresa al PNJCB en compañía de personeros de SINAC, Coopelesca con la finalidad de efectuar un recorrido por el sendero y evaluar el agrietamiento.</p> <p>Se evidencia que efectivamente si hay un agrietamiento que corresponde a un movimiento leve del terreno y orientando noroeste-sureste.</p> <p>Se les recomienda a personeros de Coopelesca de rotular y regular el acceso a Pozo Verde. Mantener un control topográfico periódico. Además, cual cambio en mayores desplazamientos avisar al CME y 911.</p> <p>Se da seguimiento de maquinaria contrata por parte de la CNE para el ingreso al sector del tapón hidráulico río Kopper.</p>
30-07-2023	<p>Continúan los monitoreos por parte de las personas a lo largo del RAZ</p> <p>Continúan los trabajos en el cauce del RAZ en la intervención de puntos específicos que fueron impactados.</p>
31-07-2023	<p>Continúan los monitoreos por parte de las personas a lo largo del RAZ</p> <p>Continúan los trabajos en el cauce del RAZ en la intervención de puntos específicos que fueron impactados.</p> <p>Funcionarios de Coopelesca efectúa visita al sector del agrietamiento en un tamo del sendero y determinan que se ha separado un poco las grietas, pero no ha incrementado más el número de grietas.</p>
01-08-2023	<p>Al ser las 8:06 pm se libera inicia el proceso de liberación del tapón hidráulico en el río Kopper-Hebron</p>
02-08-2023	<p>Se consulta a los vigilantes del RAZ sobre las condiciones del cauce RAZ desde el sector de Montecristo punto más al este del puente y cercano a la Montaña hasta el punto de tapón hidráulico del río Kopper y se indica que las condiciones están normales.</p> <p>Sector del tapón hidráulico totalmente liberado.</p> <p>Por parte del SINAC se informa que el 01-08-2023 ingresan al PNJCB y recomienda seguir con el monitoreo y seguimiento.</p>

03-08-2023	<p>Seguimiento de las acciones ante las afectaciones de las avalanchas debido al deslizamiento en el Parque Nacional Juan Castro Blanco (PNJCB)</p> <p>Se analiza y se da seguimiento de las condiciones del monitoreo por parte de la red comunitaria a lo largo de río Aguas Zarcas (RAZ).</p> <p>Reunión con CME de San Carlos para evaluar condiciones generales de la vulnerabilidad de las comunidades afectadas y recorrido para concientizar a la población de los aspectos relevantes para el simulacro.</p> <p>Reunión con funcionarios de la municipalidad para revisar la cartografía de la subcuenca Grupo del CME se traslada a las comunidades de Calle Carvajal, Calle Hernández y Soto para explicarles al CCE con respecto a los aspectos generales del simulacro</p>
04-08-2023	<p>En horas de la mañana se efectúa simulacro por parte de la CNE-CME-CCE en las comunidades de Calle Hernandez con participación de los vecinos.</p> <p>Reunión con funcionarios de Coopelesca con la finalidad de solicitarle apoyo para donación e instalación de cámaras, punto para la ubicación de una estación meteorológica y de ser monitoreado por parte de funcionarios del Centro de Operaciones Tema relacionado con la vigilancia de la subcuenca del RAZ, con el monitoreo de las áreas de deslizamiento.</p> <p>Se debe definir cuál es el enlace entre el CO de Coopelesca-CCE-CME</p> <p>Se trabaja en la recopilación de información para interpretar y generación de mapas por parte del SIG de la Municipalidad de San Carlos.</p> <p>Se monitorea en horas de la tarde el RAZ y no existe ninguna novedad a lo largo.</p>
05-08-2023	<p>Se da seguimiento del monitoreo por parte del CCE de Aguas Zarcas a lo largo del RAZ y no existe ninguna novedad de caudal y del área.</p>
06-08-2023	<p>Se consulta a los puestos de vigilancia sobre las condiciones del RAZ y se indica que no está nublado.</p> <p>A los usuarios del WhatsApp se le dan sugerencias con respecto al tipo de información y monitoreo que se debe gestionar en la subcuenca del RAZ.</p> <p>En horas de la tarde las condiciones del cauce del RAZ están bajo normales del caudal</p>
07-08-2023	<p>En algunos puntos de vigilancia se indica de lluvias débiles, pero no hay incremento del caudal, considerando del aviso meteorológico por el paso de la Onda Tropical (OT-26) con inestabilidad sobre nuestro país y en especial en la subcuenca del RAZ.</p> <p>A partir de las 12 md se da un incremento del caudal, pero como a las 15 hrs disminuye y se mantiene normal del RAZ</p>
08-08-2023	<p>A partir de las 12: 30 lluvias en algunos puntos fuerte por el sector de las granjas, pero el caudal se mantiene bajo las perspectivas normales</p>
09-08-2023	<p>Se consulta a los puntos de observación del RAZ y las condiciones del área se mantienen totalmente despejadas.</p>
10-08-2023	<p>Las condiciones en la subcuenca del RAZ han estado normales y el caudal del río se mantiene bien en su comportamiento.</p> <p>Por parte de vecinos de Villa María de la Palmera indican que en la quebrada Agua Salada existe una gran cantidad de troncos formando un tapón de 50 a 100 metros. Lo que les preocupa es que afecte un puente pequeño.</p> <p>Por parte de los colaboradores de monitoreo externan que el caudal del RAZ está bajando con menos sedimento y se ve más limpio.</p> <p>Por redes sociales se promueve por parte del Colegio de Profesionales en Psicología de Costa Rica, Escuela de Psicología de la UCR, el apoyo y acompañamiento emocional para los días (10 al 13 de agosto del 2023) a las familias y comerciantes afectados en coordinación con el Ministerio de Salud.</p> <p>El CME coloca rótulos de prevención y advertencia por posible deslizamientos y crecidas del RAZ en caminos de las comunidades vulnerables a lo largo del cauce.</p> <p>En total se instalaron 10 letreros</p> <p>Puntos que corresponde al terreno del Aserradero, Tajo Meco y Finca Aragonés, para la ubicación de las cámaras.</p>

11-08-2023	<p>Se conversa vía chat con funcionaria de Coopelesca y se indica que el día de hoy ingresan al sector del Mirador y a Pozo Verde en el Parque Juan Castro Blanco, para evaluar si hay cambios en el agrietamiento y otros puntos.</p> <p>Efectúan sobrevuelo de alrededor de Pozo Seco</p> <p>El agrietamiento se mantiene igual sin ningún cambio</p> <p>En sobrevuelo en el entorno a Pozo Seco, se aprecia un desprendimiento longitudinal tipo escarpe, que refleja desprendimientos.</p> <p>El RAZ su comportamiento fue normal</p> <p>Por parte del CNE se ha Alerta Amarilla todo el territorio nacional por el tránsito de la OT-28, con la finalidad de que los CME tomen acciones en cada territorio.</p>
12-08-2023	<p>De acuerdo con el monitoreo comunitario las condiciones están despejadas y el cauce del río el normal</p>
13-08-2023	<p>En la comunidad de Montecristo se indica que este nublado sin lluvias en horas de la mañana.</p> <p>Funcionarios de Psicología visitaron familias que requerían un acompañamiento debido a la emergencia.</p> <p>En horas de la tarde en varios sectores de la cuenca se presenta fuertes lluvias y vientos fuertes</p> <p>Se da afectación a cable eléctrico. Se coordina con funcionarios de Coopelesca para la atención de las averías.</p> <p>Se da vigilancia en el puente de la RN-140 por parte de la Municipalidad de San Carlos y Transito</p> <p>Al ser las 3:26 pm se da una avalancha por el brazo del cauce del Aguas Zarquitas, por el sector de Altamira.</p> <p>En horas de la tarde las condiciones retornan a la normalidad.</p>
14-08-2023	<p>En horas de la mañana desde el sector de Garabito sin lluvias y nubosidad parcial.</p> <p>Durante la tarde debido al tránsito de la OT-28 se generaron fuertes precipitaciones, pero en la parte bajas y con fuertes vientos.</p> <p>Se incremento el caudal, pero no se generó ningún tipo de incidente en el área.</p>
15-08-2023	<p>Las condiciones de la cuenca se mantienen normales a lo largo del RAZ</p>
16-08-2023	<p>Visita al área del deslizamiento RAZ en la parte superior de la subcuenca, en compañía de funcionarios de Coopelesca, CME con la finalidad de determinar las condiciones del agrietamiento a lo largo del sendero.</p> <p>Se corrobora que el caudal del río Aguas Zarcas deja su cauce original con menos aguas y el resto está alimentando Pozo Seco.</p> <p>El agrietamiento se ha incrementado en otros puntos, pero, se mantiene el control topográfico por parte de funcionarios de Coopelesca.</p> <p>Existe regulación de acceso al sendero a Pozo Verde y Seco</p> <p>Se inicia el proceso de construcción de la estación meteorológica por parte de funcionarios del INM y el apoyo de funcionarios de la Municipalidad de San Carlos.</p> <p>La estación es instalada y se inician las pruebas para verificación de señal y puesta en marcha.</p> <p>En el sector se encuentran funcionarios de OVSICORI, valorando las condiciones de la calidad del agua de Pozo Verde y tomando muestras para su respectivo análisis.</p> <p>Las condiciones del cauce RAZ se mantienen normales</p>
17-08-2023	<p>Sector de Calle Damas, Garabito inician las lluvias</p> <p>Se da seguimiento a casos puntuales y de afectación en el RAZ</p> <p>Se indica que la estación meteorológica ya está conectada y finaliza el proceso de instalación.</p>

## **IX. Medidas preventivas y de mitigación a desarrollar en la subcuenca del río Aguas Zarcas**

Los impactos más relevantes generados por el deslizamiento fueron:

- Efectos ambientales fuertes en la subcuenca superior y a lo largo del cauce hasta su desembocadura con el río San Carlos
- Daños a diques en varias secciones del cauce de RAZ
- Desbordamiento en el sector del puente sobre el río Aguas Zarcas RN140 impactando infraestructura comercial.
- Desbordamiento en el barrio de Calle Carvajal impactado por lodo a viviendas
- Daño del dique en las cercanías a barrio San José y de Barrio Los Lotes
- Desbordamiento y flujo de lodo hacia el cauce del río Aguas Zarquitas comprometiendo la seguridad de las viviendas ubicadas en sus márgenes en la comunidad de Calle Hernandez y San Jose de Aguas Zarcas.
- Represamiento o taponos hidráulicos temporales en: Palmera, río Aguas Zarcas, Hebron-Kopper, río Kopper.
- Alta expectativa y temor general en la población ante posibles efectos mayores por la generación de avalanchas.

### **a. Tareas desarrolladas**

- Valoraciones de los puntos de impacto con Drone e inspección de campo a los sectores de caminos, puentes, viviendas e infraestructura en general a lo largo del río Aguas Zarcas (RAZ), Agua Zarquitas y Kopper.
- Verificación de los puntos de obstrucciones o taponos hidráulicos con troncos
- Rotulación preventiva e informativa en puntos estratégicos
- Instalación de estación meteorológica en el mirador de PNJCB
- Instalación de tres cámaras de vigilancia en línea
- Control topográfico del agrietamiento en el sendero a Pozo Verde por parte de Coopesca
- Red de comunicación con al menos 5 radios
- Red comunitaria de seguimiento y vigilancia
- Intervenciones con maquinaria especializada en al menos 15 frentes a lo largo del río Aguas Zarcas.
- Charlas de capacitación sobre Gestión del Riesgo en comunidades organizadas
- Actualización de información a instituciones locales y nacionales
- Seguimiento a condiciones del tiempo en la cuenca
- Valoraciones periódicas en la parte superior, seguimiento del deslizamiento.
- Análisis de la información histórica, cartográfica, imágenes y otros productos territoriales
- Zonificación del área potencial de impacto según su mayor o menor exposición

### **b. Acciones preventivas para implementar y dar seguimiento a partir de las valoraciones**

- Mantener el monitoreo y vigilancia diario a lo largo del cauce del RAZ por parte del CME en coordinación con la participación ciudadana (CCE).
- Formalizar y capacitar a los miembros de los Comités Comunales de Emergencia (CCE) a lo largo del RAZ
- Capacitar, sensibilizar a la población de Calle Hernandez, Calle Carvajal y San José de Aguas Zarcas con respecto al seguimiento y medidas que deben implementarse por parte del CME de San Carlos ante el comportamiento del RAZ, en la parte superior con respecto a avenidas potenciales a corto plazo debido a los eventos hidrometeorológicos.
- Dar seguimiento a todos los puntos ya identificados en los ríos Aguas Zarcas, Kopper, San Carlos debido al alto grado de vulnerabilidad.
- Mantener la vigilancia de navegación en el cauce del río San Carlos a futuro ante nuevas avalanchas de troncos que pueden generar problemas de navegabilidad de un sector al otro

### **c. Medidas a corto plazo y urgentes debido a daños en cauce y márgenes del Río Aguas Zarcas para proteger a la población**

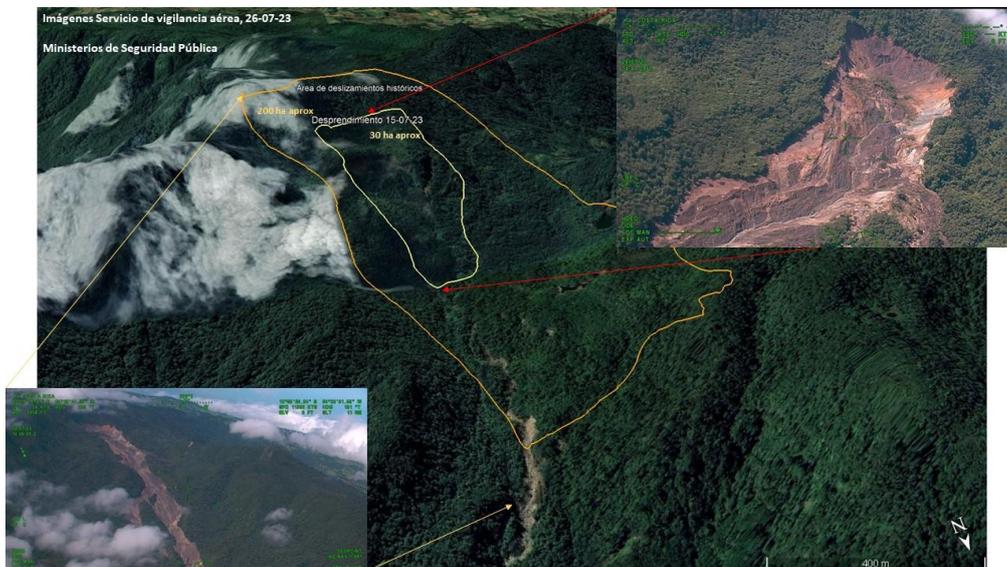
- Puente sobre la RN140 aguas arriba con un canalización y obras de protección para cerrar la salida de flujos de lodo y sedimentos hacia el área ya impactada comercial de al menos 300 metros. (En ejecución).
- Canalización y obras de protección en la sección dañada de la margen derecha del RAZ, en las inmediaciones de Calle Carvajal y Calle Hernández, para cerrar parte del flujo directo del caudal hacia el cauce del río Aguas Zarquitas y prevenir mayores desbordamientos (En ejecución).
- Enrocado y reforzamiento del dique en las inmediaciones de la comunidad de San José y Barrio Los Lotes debido a erosión lateral del río Aguas Zarquitas.
- Implementar acciones para la limpieza de la obstrucción hidráulica en el sector de Hebron /Kopper.

### **d. Resultados de los vuelos en el sector del deslizamiento**

- Múltiples vuelos con DRONES y aviones tanto privados como de la Sección de Vigilancia Aérea del Ministerio de Seguridad, en la parte superior de la subcuenca hidrográfica del río Aguas Zarcas han permitido caracterizar el área de despegue de la masa con un grado de certidumbre aceptable.
- Debido a las condiciones de tiempo, vientos muy fuertes combinados con nubosidad y lluvias han sido la tónica de las últimas semanas, no obstante, se han logrado aprovechar ventanas muy cortas de condiciones relativamente aceptadas para obtener fotografías y videos del área impactada.

El día 26 de julio del 2023, en horas de la mañana, un avión King Air 250 propiedad de Vigilancia Aérea, se confirma que el área de despegue correspondiente al deslizamiento está más cerca de las 40 hectáreas más aquella área de arrastre que involucra más terreno.

Hay evidencias morfológicas de antiguos deslizamientos y geformas que abarcan una mayor área en la parte alta, a la fecha se confirma agrietamiento en la zona, comportamiento esperado debido a la descompresión de la masa de suelo y se vigilan ante posible nuevos deslizamientos.



## **X. Regulación propuesta para la subcuenca del río Aguas Zarcas.**

La generación del deslizamiento en la subcuenca superior del Río Aguas Zarcas, específicamente en el Parque Nacional Juan Castro Blanco, donde se generó un fuerte impacto ambiental y arrastre de material aguas abajo, las cuales ocasionó una serie de avalanchas de troncos y flujos de lodos, que impactó directamente los márgenes y en algunas secciones construcciones en varios puntos vulnerables a desbordamiento.

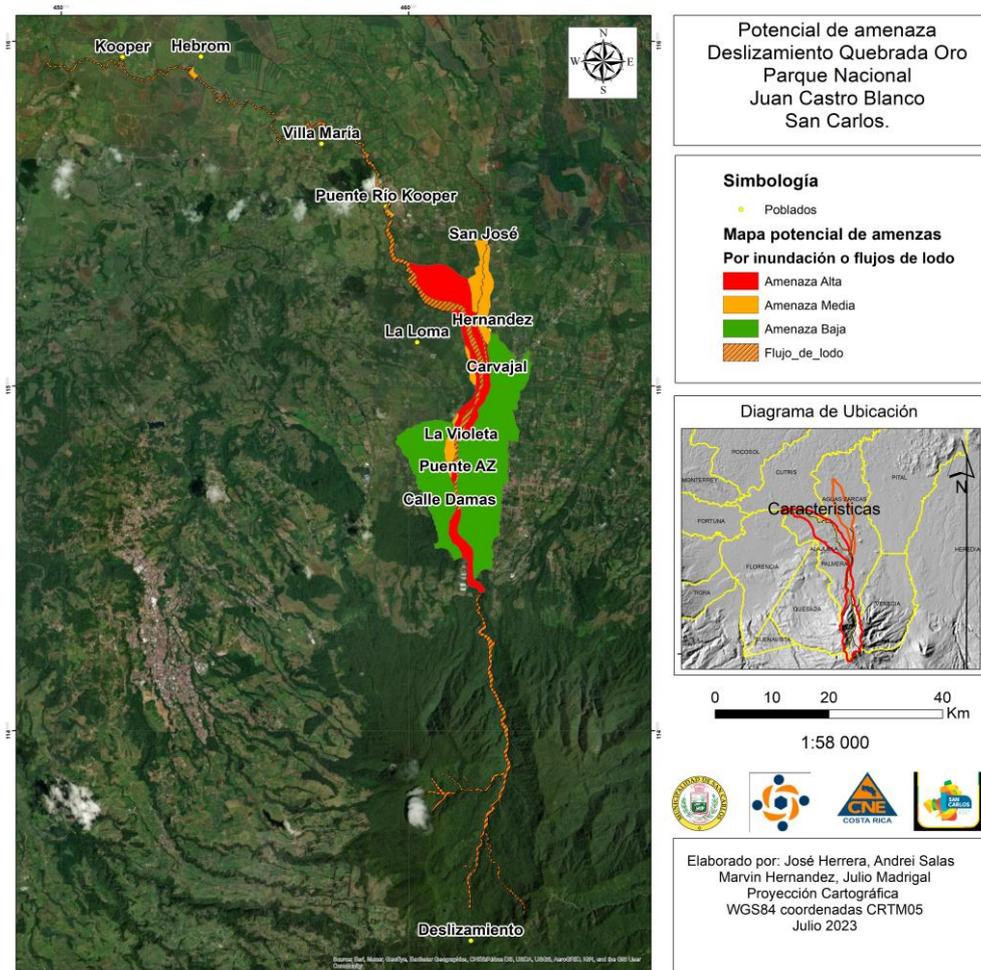
La amenaza por inundación a flujo de lodos, en las partes bajas, es uno de los impactos más grandes y por ende se le propone al ente municipal una zonificación, para su respectiva aplicación acorde a la normativa actual del país o que se incorpore al plan regulador a lo largo de la subcuenca del río Aguas Zarcas, Kopper y Aguas Zarquitas. (Ver tabla de zonificación y mapa).

Esta información fue elaborada y analizada en coordinación con funcionarios de Catastro, Ambiental y SIG de la Municipalidad de San Carlos.

**Tabla No. 4 Matriz de zonificación por amenaza a inundación y flujos de lodo, Río Aguas Zarcas (Información generado en conjunto con funcionarios de la Municipalidad de San Carlos)**

Matriz de Zonificación Río Aguas Zarcas				
Zona	Nivel de amenaza	Características	Recomendación	Funciones Institucionales
<b>Amenaza Alta</b>	Zona de alta amenaza por flujos de lodo, avalanchas, erosión lateral y sedimentación.	Comprende el cauce mayor, cauces abandonados incluyendo diques a ambos márgenes, y terrazas inferior. Área con un alto potencial a la destrucción de cualquier tipo de infraestructura, incluyendo obras de protección debido a los procesos erosivos y arrastre.	Cauce de público patrimonio del Estado. De existir concesiones de extracción de material en el cauce del río AZ evaluar su proceso de laboreo en conjunto con la DGM y la SETENA. Otro tipo de uso en el cauce no es autorizado a menos que exista criterio técnico de otros entes del Estado que lo justifique. Se prohíbe nuevas construcciones e infraestructura pública, así como recibir donaciones de terrenos a instituciones. No se recomienda la permanencia de construcciones ni reparaciones de lo ya existente o ningún tipo de infraestructura. Por parte de las autoridades responsables de los servicios básicos deben proceder acorde con el estipulo en las ordenes sanitarias del ministerio de salud, su uso debe ser la conservación ambiental o parque lineal.	Elaboración de medidas que minimizan probables daños y pérdidas
<b>Amenaza Media</b>	Zona de amenaza potencialmente moderada, por flujos de lodo y reactivación de canales abandonados.	Comprende la máxima avenida del evento resultante y la aplicación de la ley forestal en su artículo 33.	Ante solicitud de uso de suelo se deberá indicar que la propiedad se encuentra en una zona de moderada amenaza lo cual puede generar algún tipo de afectación por eventos naturales tipo inundación y flujos de lodo. En cuanto a los permisos comerciales o patentes estos deberán contar con un Plan de Emergencia debidamente aprobado, con rotulación puntos de evacuación. No se permitan actividades que impliquen concentraciones de personas.	Medidas y acciones que promueven la reducción de la vulnerabilidad existente
<b>Amenaza Baja</b>	Zona de amenaza baja.	Corresponde a terrenos donde no existe afectación por flujos de lodo o avalanchas.	Generar una advertencia administrativa municipal en el uso de suelo indicando que la propiedad esta en una zona de baja amenaza.	Medidas y acciones en la planificación del desarrollo orientadas a evitar nuevas vulnerabilidades

**Fig. No. 9. Mapa potencial de amenaza por inundación y flujos de lodo a lo largo del Río Aguas Zarcas en general**



Los archivos shapefile de este mapa se encuentran bajo la supervisión y resguardo de la Sección de Ordenamiento Territorial y SIG de la Municipalidad de San Carlos.

Figura 10. Microzonificación de deslizamiento y flujo de lodo para la cuenca del Río Aguas Zarcas, Julio 2023

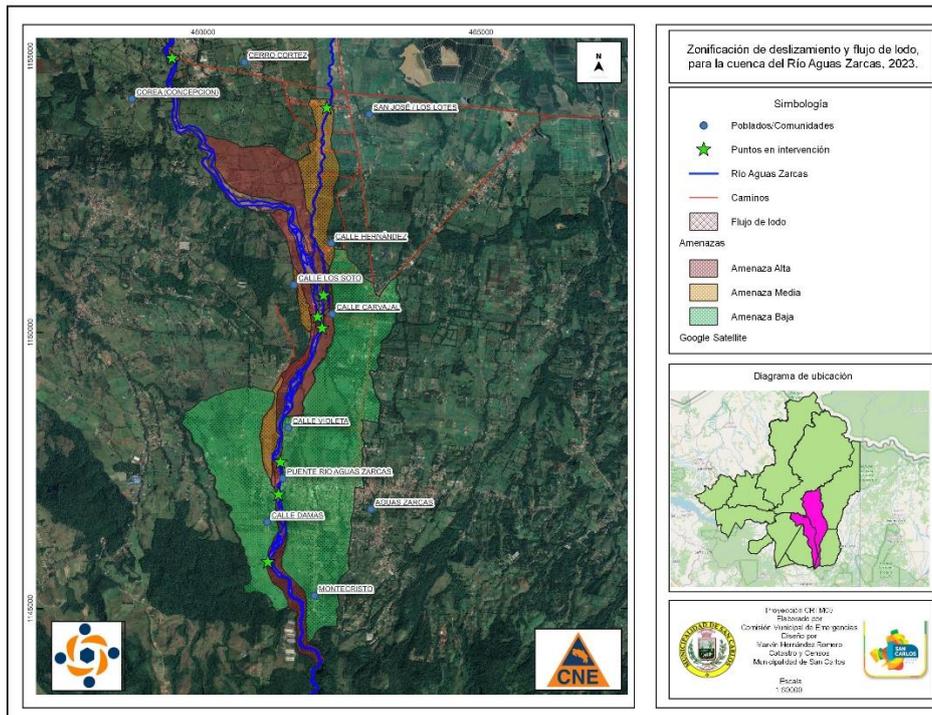
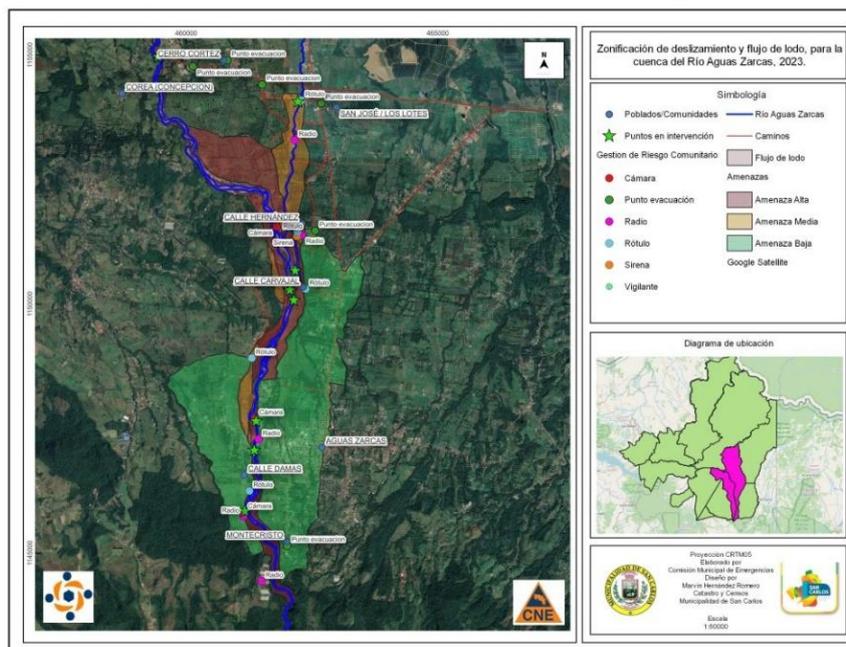


Figura No. 11, Mapa de Gestión Comunitaria del Río Aguas Zarcas



## XI. Medidas para la sostenibilidad y acciones en el corto plazo a lo largo del cauce del río Aguas Zarcas (RAZ), ver tabla No 5

ACCIONES	PLAZO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
1. Finiquitar el desarrollo de obras de primer impacto, para la recuperación de las márgenes del río Aguas Zarcas, Aguas Zarquitas y Kopper obras hidráulicas, protección de puentes y comunidades	Julio Diciembre	El avance de las obras depende de las condiciones climáticas y los eventos a lo largo del río. Fig. 12	Unidades Ejecutaras -CNE
2. Instalación de una red de vigilancia y seguimiento (radios, sirenas y cámaras de vigilancia) del río, que incluya la parte alta, media y baja.	Agosto- setiembre	La operación de la red debe mantenerse vigente, al menos por unos años mientras la subcuenca de RAZ recupera su equilibrio. Ver mapas figura No. 11 y 13	CNE- CME San Carlos, empresa privada y comunidades.
3. Actualización de los escenarios de a partir de las condiciones dinámicas y diagnóstico rápido de la vulnerabilidad.	Agosto	Análisis de la información gráfica, cartografía e histórica de la subcuenca a cargo de la Unidad de Investigación y Análisis y Riesgo	CNE – Municipalidad de San Carlos.
4. Instalación de una estación meteorológica en línea por parte del IMN, en el sector mirador, Pozo Verde, Parque Nacional Juan Castro	Agosto	Desarrollar coordinación entre el IMN, Coopelesca, Municipalidad para su instalación	IMN-COOPELESCA Municipalidad de San Carlos
5. Campaña de divulgación y educación sobre variables de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de la región.	Agosto - diciembre	Entre el CME-Area de Información de la CNE y otros.	CME San Carlos, medios de comunicación local.
6. Rotulación preventiva e informática sobre avalanchas, flujos de lodos a largo del (RAZ) en puntos específicos.	Agosto- octubre	Campaña de divulgación, ubicación de rotulación en los sitios más expuestos. Ver mapa	CNE – CME San Carlos.
7. Red de vigilancia comunitario	Agosto- diciembre	Vigilancia de puntos específicos por voluntarios comunales. Fig. 11 y 13	CCE-CME-CNE

## XII. Medidas para la sostenibilidad en el mediano y largo plazo, tabla No.6

ACCIONES	PLAZO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE.
1. Diseño de un sistema de Alerta Temprana con elementos esenciales de observación continua	Agosto 2023 a febrero 2024	Este sistema debe incluir componentes de Amenaza, organización avisos y otros	CNE-CME-CCE San Carlos
2. Organización de la población colaborativa en preparativos (Plan de Contingencia) SAT.	Agosto 2023-febrero 2024	Comunidades en alto riesgo organizadas en comités comunales de emergencia- CCE-, para el soporte y sostenibilidad de la primera respuesta en coordinación con el CME, Base comunitaria para la sostenibilidad del SAT.	CNE-CME – CCE
3. Plan para el desarrollo de obras de mitigación y control	Enero 2024- diciembre 2026	Desarrollo de obras de mayor impacto tendientes a recuperar, estabilizar y disminuir la vulnerabilidad, manejo de eventos medianos y pequeños.	Obras fluviales del MOPT– SENARA- Municipalidad de San Carlos.
4. Estudios detallados de la subcuenca hidrográfica del RAZ, actualización de escenarios de riesgo y levantamiento de información actualizada	Enero- diciembre 2024	Levantamientos fotogramétricos LIDAR, modelos de inestabilidad, factores de disparo y otros.	CNE
5. Plan para el ordenamiento del territorio en la subcuenca hidrográfica del río Aguas Zarcas.	2023-2033	Diseñar e implementación de un Plan para la recuperar los espacios vinculados a cauces antiguos, zonas de protección, áreas de inundación, deslizamientos y otros, buscando usos conformes como protección, recuperación, usos agrícolas, recreativos, y otros.	Municipalidad de San Carlos.

### **XIII. Sobrevuelos de seguimiento y monitoreo en la parte superior de la subcuenca del Río Aguas Zarcas a partir del mes de setiembre del 2023.**

El deslizamiento generado en la subcuenca superior del Río Aguas Zarcas, se le ha dado el seguimiento y monitoreo oportuno desde el 18 de julio del 2023 hasta la fecha, sobrevuelos utilizando equipo no tripulado (DRONE) y en avionetas de la Sección Aérea de la Fuerza Pública, con la finalidad de determinar las condiciones del área y si existe algún cambio del terreno.

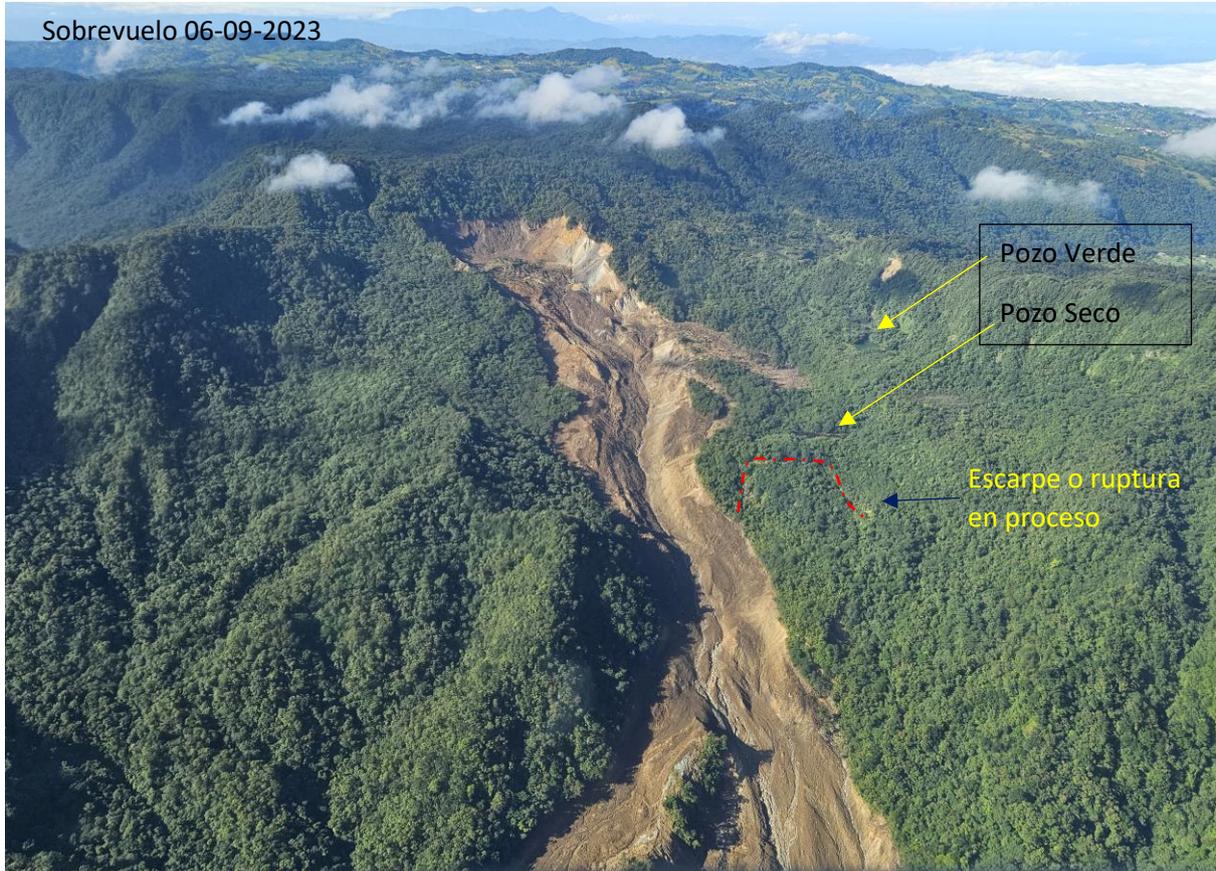
Además, a partir del 18-07-2023, periódicamente, vía terrestre se ha ingresado al área cercana para monitorear los agrietamientos aledaños a Pozo Verde con funcionarios de la Municipalidad de San Carlos y Coopelesca.

Estos agrietamientos desde los primeros días de su evidencia en el sendero, se ha incrementado la separación tanto horizontal y vertical en forma de un hundimiento o ruptura leve en el terreno. Los mismos están siendo monitoreados desde el punto de vista topográfico por parte de funcionarios de Coopelesca.

Para el 06 de setiembre del 2023, se realiza un sobrevuelo con apoyo de la Sección Aérea de la Fuerza Pública a lo largo del cauce superior del río Aguas Zarcas, para evaluar si hay avance del deslizamiento, nuevos desprendimientos o represamientos.



Se evidenció que un punto crítico corresponde al norte de lo que se conoce como Pozo Seco, donde se visualizó un corte en la montaña que evidencia una ruptura importante o escarpe del terreno.



El 14 de setiembre funcionarios de la Municipalidad de San Carlos y de Coopelesca efectuaron un sobrevuelo con DRONE, para evaluar el área de interés que es la parte norte de Pozo Seco, donde se constató que efectivamente se está dando un desplazamiento del terreno, debido a las evidencias de árboles volcados y desprendimientos a lo largo de un corte bien definido que abarca un área importante. El caudal actual o flujo nuevo del cauce del río Aguas Zarcas pasa cerca por la zona nueva de ruptura.



El 03 de octubre del 2023, en horas de la mañana se efectúa nuevamente un sobrevuelo a la zona del deslizamiento Quebrada Oro, Parque Nacional Juan Castro Blanco y se determinó que las condiciones en el área del deslizamiento se mantienen principalmente con el área de ruptura inicial sin ningún retroceso de la corona.



Se evidencia un mayor lavado de la parte superior y de los materiales depósitos en las márgenes, aunque aún falta sedimentos por descender a raíz de las lluvias y del caudal del Aguas Zarcas.



Se le da seguimiento a esta ruptura en el terreno que se ubica al costado norte de Pozo Seco y que refleja claramente un desplazamiento del terreno, que a corto plazo puede generar un mayor aporte de material hacia las partes bajas del río Aguas Zarcas.

Por consiguiente, bajo estas condiciones actuales es primordial mantener una estrecha vigilancia del sector, reforzar el SAT y de estar vigilantes con las condiciones de precipitación acorde con los datos de la estación meteorológica (Montaña Sagrada) a lo largo del río Aguas Zarcas, en virtud de que es factible que se generen nuevos desplazamientos importantes aguas abajo (lodo, troncos) en forma de flujos de lodos de forma más rápida, en virtud de que el canal no presenta obstáculos para su desplazamiento aguas abajo.

#### **XIV. Lecciones aprendidas**

1. Eventos mayores de carácter histórico pueden ocurrir aún en condiciones de disparo bajo los umbrales mínimos.
2. El Ordenamiento Territorial es la única opción en el largo plazo que puede disminuir los daños materiales y pérdidas de vidas a lo largo de las riberas de los ríos.
3. Las obras de protección tienen vida útil finita, requieren un mantenimiento continuo y son poco resistentes o eficientes ante eventos de flujos de lodo.
4. La expectativa de tomar un video o foto exclusiva puede generarse en una estimulo altamente motivador para la población incluso por encima de su propia seguridad.
5. No existe un mecanismo eficaz al 100% de aviso en tiempo real en las condiciones de la parte alta de la subcuenca del río Aguas Zarcas, ante ello no deben alimentarse expectativas falsas de seguridad.
6. No descartar el escenario más pesimista en ninguna circunstancia.
7. La comunicación en casos de emergencia debe ser clara y sencilla, pero con información sólida y confirmada y de forma unificada por todos los entes involucrados en cuanto a la Gestión del Riesgo.
8. El diseño de puentes a futuro debe considerar estudios de hidráulica debido a flujos de lodo o avalanchas, para asegurar su respuesta y no generen obstrucciones hidráulicas.

## **XV. Recomendaciones generales**

1. Es necesario desarrollar un plan estratégico enmarcado en el plan de capacitación Comunidades Pellizcadas, que involucre a las comunidades de los distritos de Aguas Zarcas, Palmeras, Pital, Cutris y Pocosol y sectores de la parte baja de la cuenca en una estrecha coordinación con el CME.
2. Desarrollar al año al menos dos simulacros basados en los escenarios generados por el evento de julio 2023 en la cuenca del río Aguas Zarcas por parte del CME.
3. Crear una Unidad Técnica Local conformada por personal de diferentes disciplinas de instituciones vinculadas al CME, con la participación de empresas privadas que le den un seguimiento sistemático a la deformación y comportamiento de la parte alta de la subcuenca del río Aguas Zarcas.
4. Contar con una partida presupuestaria en el Gobierno Local para darle mantenimiento a las obras de protección y medidas de control que se han construido a lo largo del río Aguas Zarcas.
5. Establecer los escenarios actualizados de amenaza, compartirlos con las comunidades organizadas y crear una estrategia de divulgación de estos a la comunidad y autoridades locales.
6. Mantener con el SINAC y COOPELESCA un control de acceso a visitantes a la parte alta de la subcuenca. Cerrar del todo aquellos sectores de mayor riesgo, y controlar o limitar el acceso a sectores de potencial amenaza.
7. Vigilar por parte de Coopelesca el área de agrietamiento por el sendero a Pozo Verde, por medio de un control topográfico de los agrietamientos en el entorno y de monitorear periódicamente el posible avance. Cualquier cambio o deformación en el área informarle al CME de San Carlos y al 911.
8. El CME debe dar un seguimiento local a eventos regionales identificados por el IMN, sobre todo cuando hay altos niveles de saturación en las partes altas
9. Seguimiento y monitoreo del área de deslizamiento dentro del Parque Juan Castro Blanco en coordinación con CNE-CME-SINAC-Coopelesca periódicamente.
10. El Gobierno Local debe establecer una ordenanza para estimular o desestimular el uso indebido en las márgenes de la subcuenca del río Aguas Zarcas y otras, por medio de incentivos fiscales.

11. Por parte de las instituciones del Estado representadas en el cantón, aportar los insumos necesarios e información para incorporarlos en el Plan Emergencias Cantonal acorde a la Ley de Emergencias 8488 en la Gestión del Riesgo.
12. El mapa generado para la microzonificación fue realizado en conjunto con funcionarios de la Municipalidad de San Carlos, donde la información esta respalda y resguardada por Catastro, Ambiental y SIG de la Municipalidad de San Carlos en formato SHP.
13. Aplicar lo que establece la Ley de Salud, con respecto a la habitabilidad o no de las viviendas, comercios afectados de acuerdo con la microzonificación propuesta para el río Aguas Zarcas indicadas en la Fig. 9 y 10 y tabla No. 4, pág. 25
14. Además, por parte de la Gestión comunitaria a lo largo del río Aguas Zarcas, se genera el mapa No. 11.
15. La propuesta de microzonificación está sujeta a una revisión o análisis en conjunto con autoridades municipales, de requerirse alguna modificación o sugerencia debe efectuarse una reunión para que ambas instancias (CNE-Municipalidad) analicen y efectúen las recomendaciones pertinentes.
16. Debe desarrollar un “Plan Regulador”, con miras en planificar el uso del suelo con ayuda de la Dirección de Urbanismo del INVU en un corto plazo en virtud de la alta vulnerabilidad existente de las subcuencas hidrográficas del cantón.
17. En la Tabla No. 4. pág. 25, en la zona de alta amenaza, para aquellas fincas en las que se desarrollan actualmente actividades tales como ganadería, porqueriza, tilapias y construcciones tales como (galerones, corrales, plantas de aguas residuales) y reguladas por el MAG, SENASA antes de la emergencia se mantienen su uso.
18. A futuro, de requerirse construcciones nuevas o reparaciones para estas actividades ubicadas dentro de la zona de amenaza alta, deben ser valoradas por parte de las instituciones afines (MAG, SENASA) para determinar su factibilidad.
19. A todos aquellos propietarios que se encuentren dentro de esta zona deben estar vigilantes ante cualquier situación a lo largo del cauce del río Aguas Zarcas.
20. Aplicar lo que establece en el Reglamento de Construcción del INVU, en el artículo 330 que cita: Obras temporales para actividades de concentración de personas. Las obras temporales que sean utilizadas para la concentración de personas deben acatar las disposiciones establecidas en el Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud, Decreto Ejecutivo N° 39472-S y sus reformas o la normativa que lo sustituya, sin perjuicio de la normativa nacional en la materia.”

21. Las captaciones de aguas y concesiones tanto para consumo humano como por otro tipo de actividades en el área no están consideradas con ningún tipo de restricción dentro de esta zonificación, más bien se considera una actividad que puede convivir con las condiciones de amenaza identificadas hasta la fecha.
22. Considerando que en la Tabla No. 4 pág. 25 se indica que la zona de baja amenaza (Color verde) por deslizamiento comprende terrenos donde no existe afectación por flujos de lodos y avalanchas a raíz del deslizamiento generado en la parte superior de la subcuenca del río Aguas Zarcas, se recomienda no incorporar ningún tipo de advertencia municipal para los tramites de visado municipal dejando sin efecto el criterio anterior.

<p><b>Amenaza Baja</b></p>	<p>Zona de amenaza baja.</p>	<p>Corresponde a terrenos donde no existe afectación por flujos de lodo o avalanchas.</p>	<p>Generar una advertencia administrativa municipal en el uso de suelo indicando que la propiedad esta en una zona de baja amenaza.</p>	<p>Medidas y acciones en la planificación del desarrollo orientadas a evitar nuevas vulnerabilidades</p>
----------------------------	------------------------------	---	---	--

## XVI. Alcance del informe

De conformidad a las resoluciones emitidas por la Sala Constitucional, con respecto a los criterios técnicos dados por funcionarios especializados de la CNE y de los Comités Asesores Técnicos, se aclara que las recomendaciones de éste informe son de carácter vinculante para las instituciones a quienes se dirigen (acuerdo 443-2011 de la Junta Directiva de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias), además, en dicho acuerdo se establece una serie de pasos apegados a la normativa actual de país, en cuanto a las regulaciones y medidas que deben efectuar los municipios en el ámbito de la Gestión del Riesgo.

Sin otro particular, se despide

**Julio Madrigal Mora, Geólogo**

**Lidier Esquivel Valverde, jefe**

**Unidad de investigación y Análisis del Riesgo**

## ANEXO 1. Registro fotográfico y mapas

### Area de deslizamiento en la microcuenca de quebrada Oro, Cuenca superior del río Aguas Zarcas, Parque Nacional Juan Castro Blanco



### Flujo de avalanchas de troncos



**Sector afectado de infraestructura y contiguo a puente sobre RN-140, Aguas Zarcas**



### Afectación de infraestructura en Calle Carbajal, Flujo de lodo



### Calle Hernández, Río Aguas Zarquitas



## San Jose de Aguas Zarcas



## Apoyo tecnico interinstitucional



## Intervención de maquinaria

### Calle Damas, margen izquierda, protección de camino municipal



### Cerca a puente de RN140





**Intervención con maquinaria en el cauce del Río Aguas Zarcas, protección a población Calle Hernández**



**Instalación de Estación meteorologica (IMN)  
 Apoyo de Coopelesca, Municipalidad de San Carlos, CME, CNE, IMN**



**Rotulación preventiva e informática sobre avalanchas, flujos de lodos a largo del (RAZ) en puntos específicos.**



**ATENCIÓN**  
 Domingo 30 de julio, 2023  
**Vecinos de Aguas Zarcas y  
 comunidades aledañas**

Solicitamos evitar la navegación en el río San Carlos, ya que la CNE está trabajando con maquinaria en el río Koooper y podría descender material en la desembocadura del Río San Carlos.

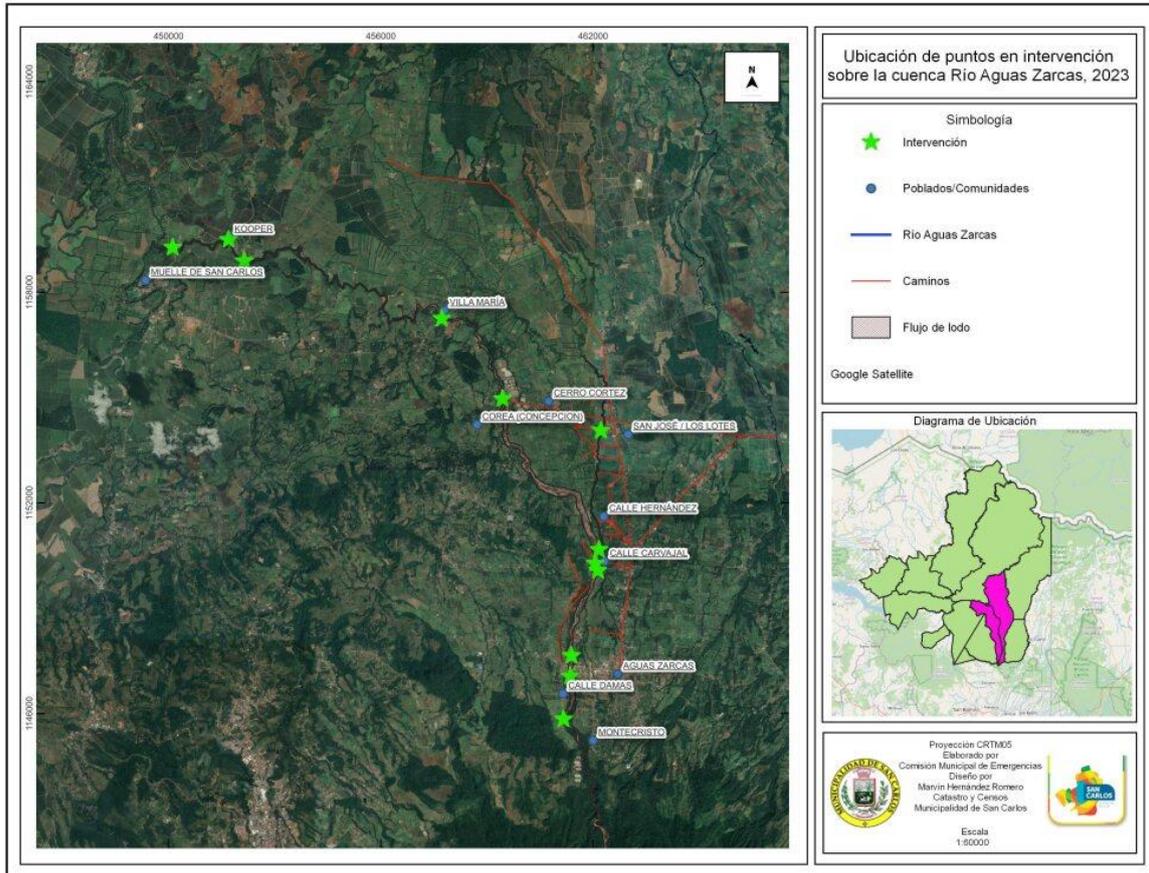


**SNGR** **CME**  
 San Carlos

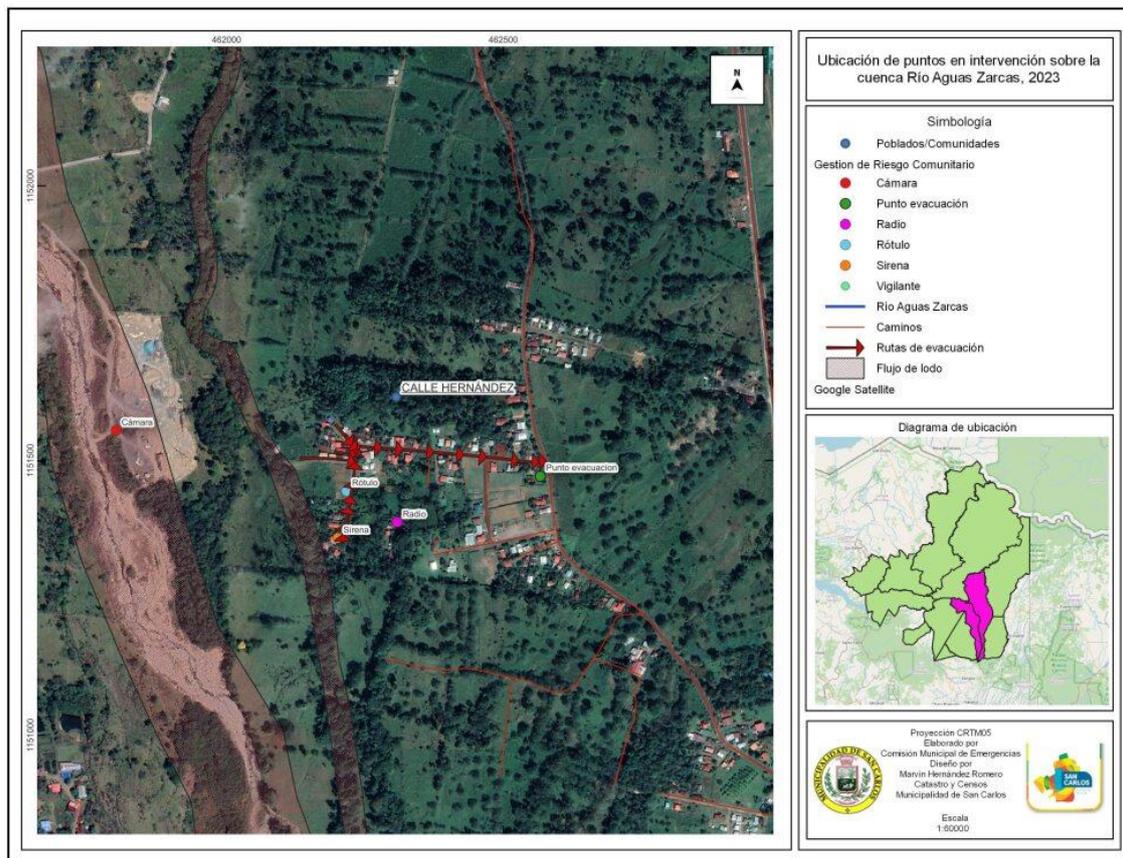
**Fig.  
 12**



**Mapa de obras de primer impacto, para la recuperación de las márgenes del río Aguas Zarcas, Aguas Zarquitas y Kopper obras hidráulicas, protección de puentes y comunidades  
 (Fuente Municipalidad de San Carlos)**



**Fig. 13. Mapa Instalación de una red de vigilancia y seguimiento en Calle Hernández (radios, sirenas, cámaras de vigilancia y ruta de evacuación)  
 (Fuente Municipalidad de San Carlos)**



## Agradecimiento

Por su valioso apoyo técnico y de campo a los funcionarios de la Municipalidad de San Carlos, que de una u otra forma acompañaron a la CNE, en los recorridos al área del deslizamiento, cauce del río Aguas Zarcas y comunidades afectadas, gracias.

- Carlos Andrei Salas Ramirez
- Marvin José Hernández Romero
- Jose Eduardo Herrera Zamora