



Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

---

INDICE

**Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo**

- Actividad 1 Trámites administrativos para la formalización de los servicios.
- Actividad 2 Instalación y puesta en operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima.
  - ✓ 2.1 Planeación, instalación y operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo recepción de video de alta resolución en las instalaciones del CENAPRED.
- Actividad 3 Desarrollo de un programa informático de visualización simultanea de las cuatro nuevas cámaras por selección de imagen y adecuaciones para su despliegue en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.
  - ✓ 3.1 Análisis, procesamiento y almacenamiento de las imágenes y videos de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo la incorporación de la información en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

**1. Resumen Ejecutivo Reportado (Metas y Actividades programadas, Metas y Actividades alcanzadas, Indicadores de cumplimiento en términos porcentuales, etc.)**

Durante el periodo comprendido entre el 14 de junio al 13 de septiembre de 2018, se brindó continuidad a las gestiones técnicas y administrativas correspondientes para la ejecución del Proyecto.

DESCRIPCIÓN DE AVANCE PARA CADA UNO DE LOS RUBROS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES PLAZOS Y COSTOS (PAPC)			
Nombre de la actividad	Breve descripción de la actividad desarrollada durante el trimestre.	ENTREGABLE	% AVANCE
Actividad 1. Trámites administrativos para la formalización de los servicios	El CENAPRED realiza las gestiones administrativas para la ejecución de proyecto, se cuenta ya con la ficha definitiva, proceso de contratación	Ficha técnica	100%
Actividad 2. Instalación y puesta en operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima	De inicio se realizaron reuniones de planeación para concretar los planes de instalación y definición de equipamiento, se definieron los requisitos mínimos para la captura de imagen, se implementaron las acciones para recibir las primeras imágenes de las cámaras ubicadas tanto en el volcán Popocatepetl como en el volcán Fuego de Colima.  Para el caso del volcán Popocatepetl, previamente se llevaron a cabo reuniones con personal técnico para acordar las primeras pruebas con las cámaras que se ocuparían en el volcán. (Figura 1) Durante un periodo de tiempo, una vez que se proporcionaron dos cámaras, se llevaron a cabo pruebas de	Actividad 2.1 Planeación, instalación y operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo recepción de video de alta resolución en las instalaciones del CENAPRED	100%





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

configuración y operación para que personal del CENAPRED se familiarizara con su uso. Después, se simularon los enlaces de comunicación que llevarían las imágenes por los medios hasta el Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales. Esta tarea requirió la participación y apoyo del área de cómputo del CENAPRED debido a que la topología de comunicaciones digitales al volcán está en una Red del tipo privada con direccionamiento específico. Una vez cumplido el periodo de prueba con las cámaras en CENAPRED, se llevó a cabo una instalación temporal en la estación Tlamacas ubicada a 5 Km del cráter del volcán y el objetivo de esta prueba fue corroborar que el enlace de comunicación soportara la transmisión de imágenes y video en tiempo real sin merma de los datos ya transmitidos por el mismo canal.

Dado que esta prueba tuvo éxito, se procedió a la instalación permanente de la cámara y los ajustes en configuración de Red.



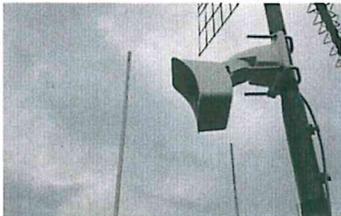
Figura 1. Tipo de cámara instalada en





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

	<p>los volcanes.</p> <p>La segunda cámara para el volcán Popocatepetl fue instalada en el edificio principal de gobierno del municipio de San Juan Tianguismanalco estado de Puebla. Esta vista corresponde al lado este del volcán.</p> <p>Para el caso de las cámaras para el volcán Fuego de Colima, se proporcionó acceso a una cámara de iguales características que las instaladas en el volcán Popocatepetl, ubicada en el flanco sur.</p> <p>Posteriormente, se realizaron pruebas (Figura 2) para un nuevo sitio de visión del volcán que proporcionara una conexión o salida a Internet de alta velocidad para la correcta transmisión de imágenes y video en tiempo real.</p> <p>Al finalizar este proyecto, se ha cumplido con el objetivo de contar con cuatro cámaras (dos para el volcán Popocatepetl y dos para el volcán Fuego de Colima) en el Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales del CENAPRED como parte complementaria al seguimiento de la actividad de ambos volcanes.</p>	
		





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

Figura 2. Pruebas de comunicación			
3. Desarrollo de un programa informático de visualización simultanea de las cuatro nuevas cámaras por selección de imagen y adecuaciones para su despliegue en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.	<p>Como parte esencial de la adquisición y despliegue de las imágenes y video de las cámaras de monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, programaron aplicaciones de adquisición, almacenamiento, y despliegue Web para todas las cámaras.</p> <p>El programa de adquisición fue realizado en lenguaje Java Script, y tiene las cualidades de definir los tiempos de captura en segundos, detener y activar la grabación, diversas rutas de almacenamiento (entre ellas una dedicada para publicación Web) y conformación de una base de datos (imágenes) con orden de carpetas por año-mes-día que permite la facilidad de consulta de imágenes.</p>	3.1 Análisis, procesamiento y almacenamiento de las imágenes y videos de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo la incorporación de la información en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.	100%
<b>Describir cada uno de los resultados alcanzados, indicando de manera cuantitativa en qué medida cubre lo comprometido en la Ficha Técnica.</b>			
Resultados obtenidos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>El CENAPRED cuenta con imágenes y video de cuatro cámaras (dos ubicadas en el volcán Popocatepetl y dos para el volcán de Fuego), con esto se complementa el seguimiento a la actividad de ambos volcanes fortaleciendo el monitoreo visual para solventar la identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</li> <li>Las imágenes obtenidas quedan dentro de una base de datos con la característica de facilitar la consulta posterior a eventos de origen volcánico. Con lo anterior, se mejoran las acciones de análisis, procesamiento y almacenamiento de las imágenes y videos de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo la incorporación de la información en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.</li> </ul>			





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatépetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

## SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN INFORME TÉCNICO FINAL

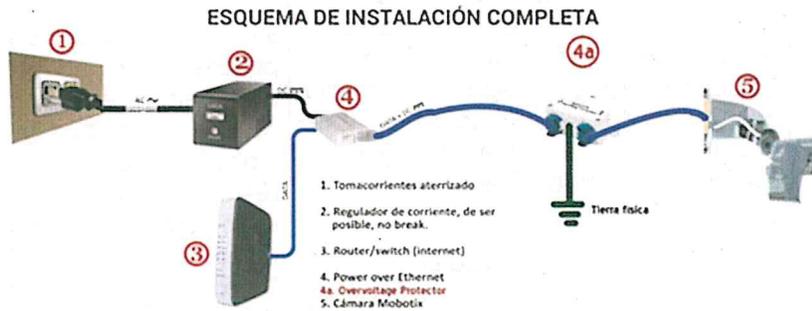


Figura 3. Esquema de Instalación



Figura 4. Cámara del volcán Popocatépetl con logotipos oficiales





**SEGURIDAD**

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CNPC**

COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

## SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN INFORME TÉCNICO FINAL

### Colocación de nuevas cámaras para el monitoreo del volcán Popocatepetl



Tlamacas, Estado de México. A 5 Km al cráter del volcán



Figura 5. Instalación de cámara para volcán Popocatepetl

### Nueva cámara en volcán de Colima



Cámara "El mirador", Colima. A 9.63 Km del cráter, flanco sur.

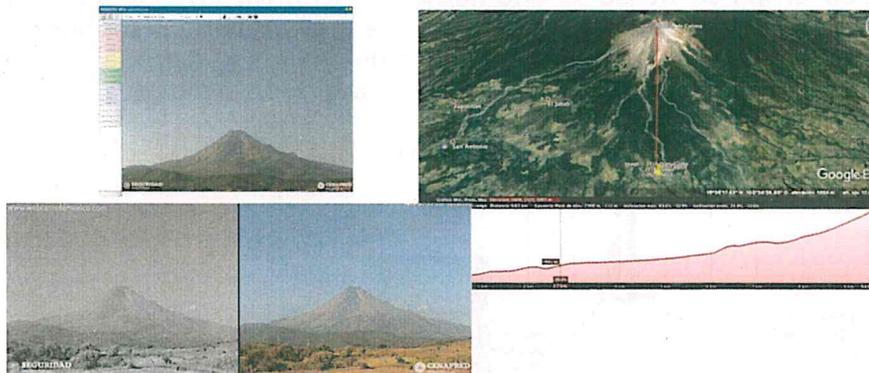


Figura 6. Cámara para el volcán de Colima





Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

## SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN INFORME TÉCNICO FINAL

### Los resultados, ¿de qué forma abonan a la parte preventiva del proyecto?

Los resultados abonan a mejorar el monitoreo visual de volcanes activos como son el Popocatepetl y Fuego de Colima. Esto contribuye a un mejor entendimiento de los fenómenos asociados a la actividad volcánica, por ejemplo, seguimiento de emisiones de ceniza, alcance de fragmentos de lava, desgasificación, entre otros.

Por lo tanto, esta información es de utilidad para la toma de decisiones en materia preventiva tanto para las autoridades como para la población. Adicionalmente, con el análisis de estas imágenes se puede corroborar o mejorar algunos aspectos de los mapas de peligros de ambos volcanes. Estos mapas son información de carácter preventivo.

### Señalar el proceso o la metodología empleada para la obtención de los productos reportados

Las metodologías base empleadas en el proyectos son varias y dependen de la especialidad que intervienen. La primera es la metodología para la implementación de estaciones de monitoreo volcánico. Esta metodología consiste básicamente en considerar las pruebas de Laboratorio, definición de los medios de transmisión, pruebas de "estrés" con el equipo sobre el medio, diseño y cálculo del sistema de energía, estudio de línea de vista, y finalmente, procuración de la seguridad del sitio donde se instaló cada cámara. Otra metodología empleada es la observación empírica de emisiones volcánicas para el análisis de dispersión de ceniza. Este método empírico utiliza la geométrica descriptiva en dos dimensiones para proyectar desde dos ángulos ortogonales la posición de la pluma en los sentidos Norte-Sur y Este-Oeste. Finalmente para el programa informático de análisis se ocupó la metodología de ingeniería de software a través de diagramas de flujo y traducción a código.

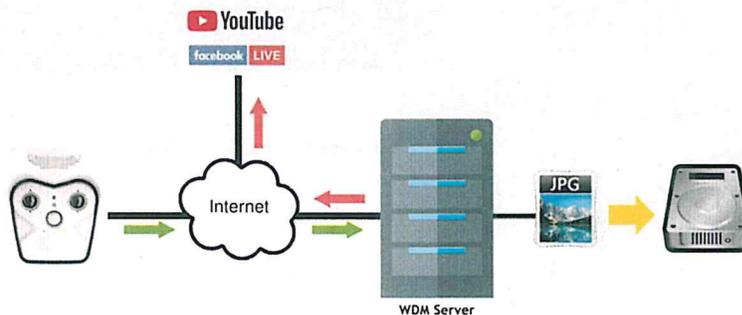


Figura 7. Esquema de Tecnologías



Nombre del proyecto	Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

## SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN INFORME TÉCNICO FINAL

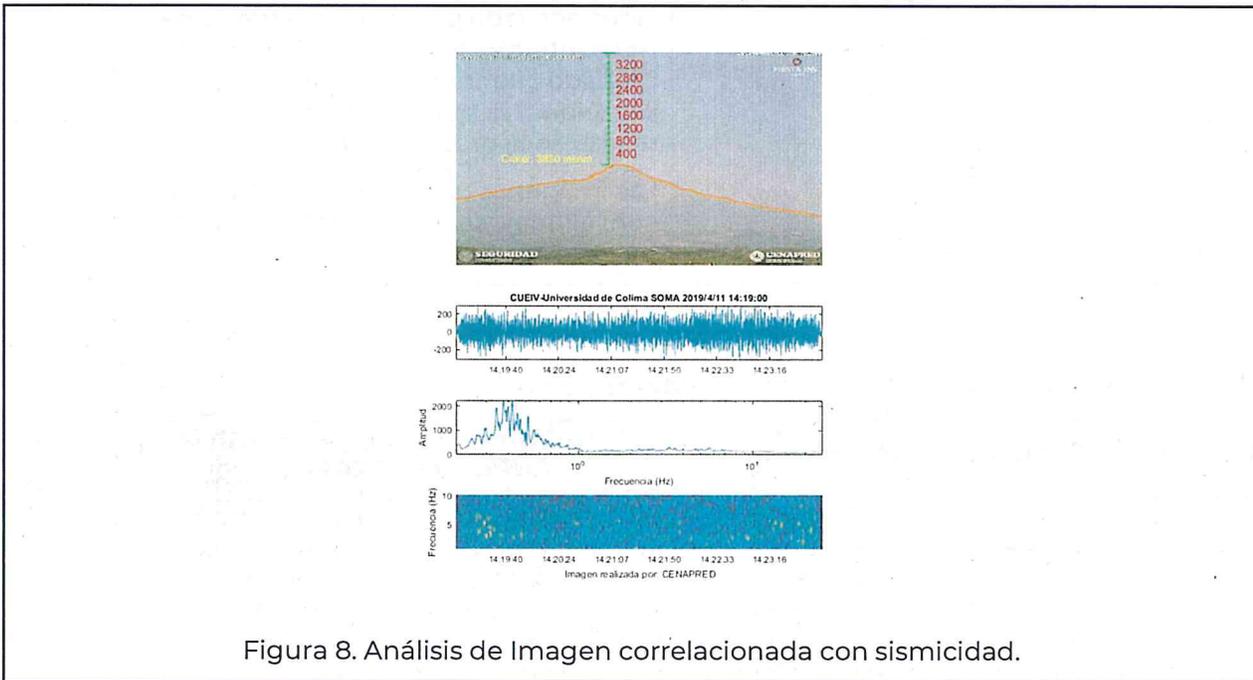


Figura 8. Análisis de Imagen correlacionada con sismicidad.

**2. Descripción detallada, en su caso, de las características de los bienes adquiridos de acuerdo al PAPC y lo comprometido dentro de la Ficha Técnica. Si se trata de equipo, incluir especificaciones técnicas y los mapas que se entreguen deberán tener formato shape.**

No.	Concepto	Descripción
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cámaras de video alta resolución para el volcán Popocatepetl</li> <li>Cámaras de video alta resolución para el volcán Fuego de Colima</li> </ol>	Los sistemas de vídeo IP se han optimizado para aplicaciones remotas y la tecnología basada en la nube, ya que las cámaras pueden reducir el ancho de banda del vídeo modificando el tamaño y la frecuencia de vídeo. Las cámaras almacenan vídeo de alta resolución en el soporte integrado, envían imágenes de bajo ancho de banda en vivo y permiten la reproducción de bajo ancho de banda. Asimismo, las cámaras pueden gestionar un búfer circular de



**SEGURIDAD**  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CNPC**  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

**SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN  
INFORME TÉCNICO FINAL**

	<p>vídeo activado por eventos a través de la red o Internet. El canal en vivo y el vídeo grabado cuentan con un alto grado de seguridad, ya que el cifrado del vídeo se realiza en la propia cámara.</p> <p>Las imágenes pueden ser montadas y consultadas vía la página Web del Atlas Nacional de Riesgos.</p>
--	---

**3. Productos que se tienen al momento del reporte.**

No.	Producto utilizable	Mecanismo de integración con la CNPC o el CENAPRED
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cámaras de video alta resolución para el volcán Popocatepetl</li> <li>Cámaras de video alta resolución para el volcán Fuego de Colima</li> <li>Programa de análisis, procesamiento y almacenamiento</li> </ol>	<p>El monitoreo del volcán Popocatepetl lo realiza el CENAPRED en conjunto con la UNAM, de manera permanente y han trabajado en proyectos previos relacionados con el desarrollo de métodos de monitoreo e investigación de distintos fenómenos como el vulcanismo y sus efectos. Asimismo, para el caso del volcán de Colima, el CENAPRED coadyuva con al Universidad de Colima para el seguimiento puntual de su actividad. En ambos casos, el proyecto contribuye directamente con las funciones de la CNPC de dotar de información a las Unidades de Protección Civil locales en caso de actividad de estos volcanes. Así como también, publicar por medio de comunicados, informes o reportes tomando como base los datos (imágenes) de los distintos métodos de monitoreo como es el caso del monitoreo visual.</p>





**SEGURIDAD**

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CNPC**

COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

Nombre del proyecto	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo</b>
Institución Ejecutora	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
Persona responsable del proyecto	Ing. Enrique Guevara Ortiz Director General del CENAPRED
	Informe técnico final

## **SUBCUENTA DE INVESTIGACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL FOPREDEN INFORME TÉCNICO FINAL**

---

### **4. Comentarios**

El Comité Interno de la Subcuenta de Investigación para la Prevención, aprobó el informe técnico final de este proyecto, con fundamento en el artículo 30 de los Lineamientos para la operación del Comité Interno de la Subcuenta de Investigación en el marco de Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales.



**2019**

EMILIANO ZAPATA

