



Evaluación diaria de las condiciones de amenaza por deslizamientos generados por lluvia y pronósticos por impactos

DISTRIBUCIÓN FORMATO PDF

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
 Jacqueline Rivera Especialista en Pronóstico de Impactos	Douglas Hernández Coordinador de Monitoreo Geológico	
Elías Campos. Técnicos en Monitoreo Geológico	 Manuel Roberto Díaz Gerente de Geología	Luis Eduardo Menjívar Director de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales
		31/08/2020





ÍNDICE

I. OBJETIVO.....	3
II. ALCANCE.....	3
III. DEFINICIONES.....	3
IV. MATERIALES Y EQUIPO.....	4
V. DESCRIPCIÓN.....	5
VI. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN.....	6
VII. REGISTROS.....	14
VIII. HOJA DE CONTROL DE MODIFICACIONES.....	14
IX. ANEXOS.....	15



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p> <p>GOBIERNO DE EL SALVADOR</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL</p> <p>SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01</p> <p>PÁGINA: 3 de 18</p> <p>FECHA: 31/08/2020</p> <p>REVISIÓN: 1</p>
---	--	---

I. OBJETIVO

Realizar la evaluación de amenaza por deslizamientos actual y pronosticada, considerando enfoques heurísticos y probabilísticos, y realizar los correspondientes pronósticos de impacto. Para emitir los cambios de etapa respectivos y generar información oportuna para la adecuada toma de decisiones

II. CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable por el área de Monitoreo geológico del MARN, nacia con la ejecución de scripts para evaluación de amenaza por deslizamientos actual y pronosticada para el muy corto plazo (conocido como Nowcasting, para periodos de evaluación menores de 6 horas), así como para temporalidades de 24, 48 y 72 horas, y finaliza con la emisión de información oportuna para la adecuada toma de decisiones

III. DEFINICIONES

Amenaza: Potencial ocurrencia de un hecho que pueda manifestarse en un lugar específico, con una duración e intensidad determinadas.

ASM: Humedad Promedio del Suelo (Average Soil Moisture), cantidad de agua presente en el suelo calculada con el modelo Sacramento, dentro del plataforma del CAFFGS.

CMA: Centro de Monitoreo de Amenazas.

CPH: Centro de Pronóstico Hidrológico.

CPM: Centro de Pronóstico Meteorológico.

CAFFGS: Sistema de Guía de Inundaciones Repentinas para Centroamérica (Central America Flash Flood Guidance)

Deslave: Es un tipo de deslizamiento en el cual se desprende una gran cantidad de tierra, y rocas, desplazándose rápidamente hacia abajo a través del sistema de drenaje de las laderas volcanes y montañas, hasta depositarse en la zona baja de las mismas.

Deslizamiento: Es el movimiento, hacia abajo de una ladera, de una masa de suelo o roca el cual ocurre principalmente sobre una superficie de ruptura o falla (debilidad del terreno).

Día meteorológico: tiempo comprendido desde las 7:00 am del día anterior hasta las 7 am del día en curso.

Impacto: Efectos negativos o adversos que un fenómeno, hidrometeorológico o geológico puede ocasionar a la población o sus bienes materiales.

mm: Milímetros. Abreviatura empleada para expresar la cantidad de lluvia precipitada.

Monitoreo en tiempo real: vigilancia permanente de los diferentes parámetros meteorológicos, hidrológicos y deslizamientos, que pueden o no conducir a un cambio de etapa si es necesario



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 4 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1</p>
--	--	--

Pronóstico basado en impactos: Los pronósticos basados en el impacto se centran en traducir las amenazas en impactos específicos por sector y ubicación, y el desarrollo de respuestas sectoriales para mitigar esos impactos. Los pronósticos de impacto enfatizan lo que hará la amenaza en lugar de describir cuál será la amenaza y sus características. Estos tipos de pronósticos están diseñados para expresar los impactos esperados como resultado del clima esperado (WMO, WBG, & GFDRR, 2016). Por lo tanto, un buen pronóstico basado en la amenaza siempre es necesario para la generación de un buen pronóstico de impactos.

Pronóstico meteorológico de muy corto plazo (Nowcasting): Es la descripción detallada del tiempo actual obtenidas por extrapolación, para periodos de 0 a 6 horas. Con este pronóstico es posible determinar las características de tormentas individuales con una precisión razonable.

Python: lenguaje de programación que tiene estructuras de datos de alto nivel eficientes y un enfoque simple.

Scripts: Aplicaciones informáticas o programas escritos en un lenguaje de programación específico.

SNPC: Sistema Nacional de Protección Civil.

Susceptibilidad a deslizamientos: Predisposición que posee el terreno a experimentar deslizamientos. Está asociado a características condicionantes del terreno tales como pendiente, humedad de los suelos, geología, entre otros.

Umbral de lluvia: Cantidad de lluvia por encima de la cual la probabilidad de ocurrencia de un movimiento en masa se incrementa significativamente.

WRF: Weather Research Forecast (Modelo numérico de pronóstico de lluvias)

Zonas de amenaza homogénea: Son aquellas zonas donde se ha caracterizado la amenaza bajo las mismas condiciones de intensidad, magnitud, frecuencia y tipología. Por lo tanto, esta zonificación homogénea debe comprender el estudio a detalle y caracterización de los diferentes parámetros que definen áreas de igual comportamiento, calificándolas a cada una de ellas de acuerdo con el grado real potencial o real de que una amenaza ocurra.

Zonas críticas por deslizamientos: son aquellos sitios donde los movimientos de ladera han sido categorizados por el potencial de generar movimiento de grandes volúmenes de material, y normalmente por impactos significativos y severos.

IV. MATERIALES Y EQUIPO

1. Una computadora con sistema operativo Windows, con acceso a internet.
2. Scripts: estas son líneas de código en lenguaje Python, requiriendo tener instalados ArcGis.
3. Datos de humedad del suelo del sistema CAFFGS.
4. Registros pluviométricos de la red hidro-meteorológica del MARN.
5. Valores de lluvia pronosticada por el modelo WRF y del CPM.
6. Registros o reportes de afectaciones de las últimas 24 horas (fuentes. Protección Civil, red de Observadores Locales y fuentes de noticias, entre otras).
7. Radio, aplicación de twitter y SMS.



V. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Todas las herramientas del proceso de evaluación de amenaza actual y pronóstico se encuentran operativas en la computadora de monitoreo Geológico, ubicada en el Centro de Monitoreo de Amenazas Naturales del Observatorio Ambiental del MARN.

El proceso considera el análisis de las características propias y/o naturales del terreno, así como de factores externos que pueden generar inestabilidad de las laderas (en este caso el factor detonante son las precipitaciones), haciendo énfasis en las zonas de amenaza homogénea y zonas críticas por deslizamientos mostradas en el anexo 1. Los modelos actualmente utilizados han sido desarrollados bajo metodologías heurísticas y probabilistas, que utilizan parámetros y clasificaciones propias para el territorio salvadoreño. Los parámetros y datos considerados se muestran en las figuras 1 y 2.

- a) Modelo heurístico: basado en la metodología de Mora-Varhson, se realiza a través de un álgebra de mapas en formato raster, que combina factores condicionantes (susceptibilidad) y desencadenantes, tal como se muestra a continuación:

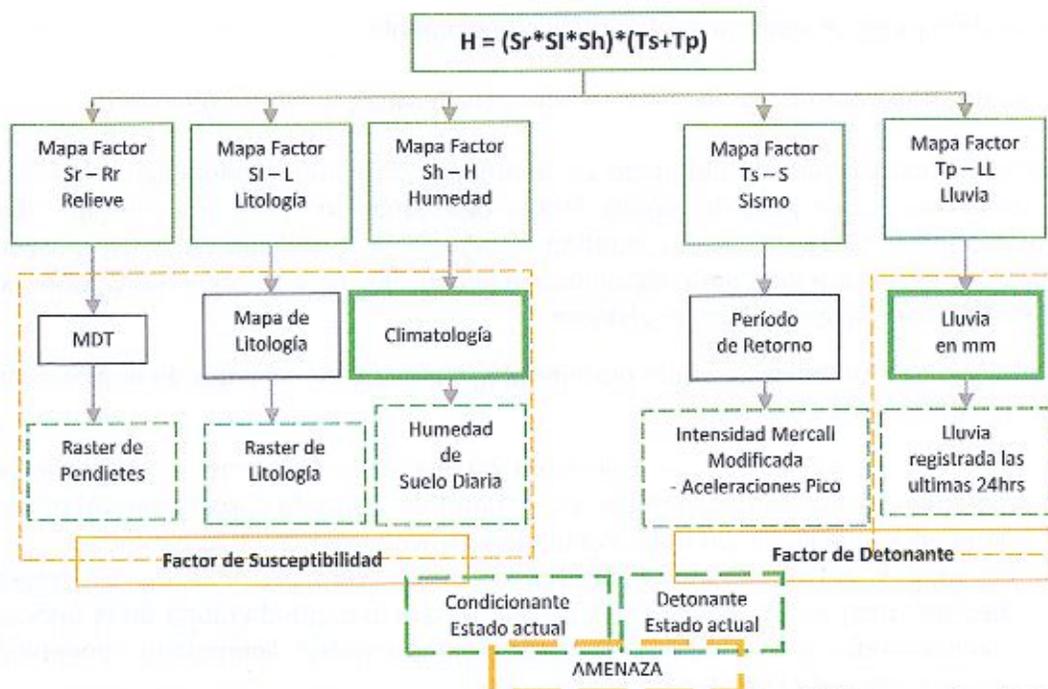


Figura 1. Flujo de análisis de cálculo de amenaza, con la metodología heurística. Donde "H" representa el nivel de amenaza por deslizamientos.

- b) Modelo Probabilista: basado en una regresión logística, este modelo estadístico calcula la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento utilizando las variables condicionantes derivadas de un modelo digital de terreno, características geológicas y umbrales de lluvia generadores de deslizamientos históricos. El cálculo de la probabilidad se realiza con la lluvia pronosticada como detonante mediante un álgebra de mapas en ArcGIS, como se muestra en el siguiente flujograma:

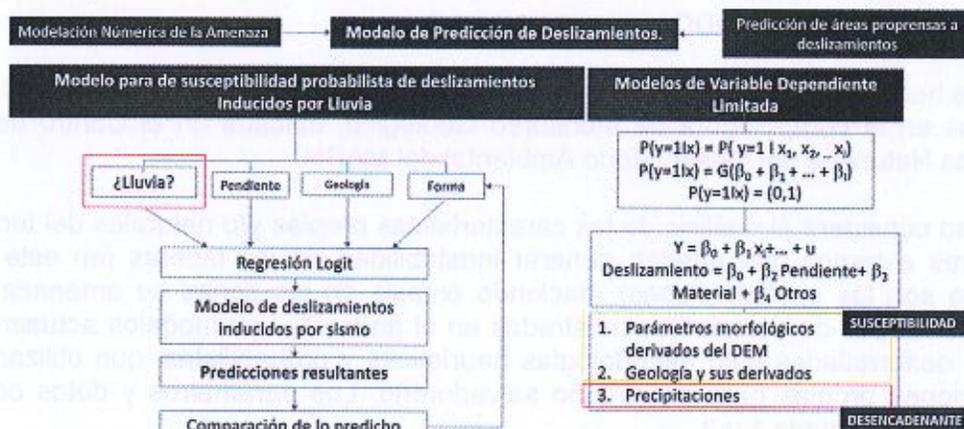


Figura 2. Flujo de análisis de cálculo del método probabilista.

VI. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN

El técnico de monitoreo de deslizamientos realiza lo siguiente:

1. Evalúa la **amenaza actual** por deslizamientos considerando la lluvia precipitada.

- 1.1 Realiza 3 actualizaciones del mapa de amenaza con enfoque heurístico a las 05:00, 09:00 y 16:30 horas, empleando como factor detonante la lluvia en formato "GRD" que proporciona el CPH. Asimismo, emplea el modelo de humedad del suelo proveniente del ASM-CAFFGS para los datos disponibles a las 00, 06, 12 y 18 horas UTC, dependiendo de la actualización disponible en el sistema.

El modelo de humedad de suelo permite elegir el espesor de capa de suelo, considerando los siguientes casos:

- a) La capa U del modelo de humedad de suelo corresponde a los primeros 30 cm, medidos a partir de la superficie. En general, se utiliza la capa U para el primer periodo de la época de lluvia, en donde el suelo se encuentra con poca humedad
- b) La capa L del modelo de humedad de suelo corresponde a los siguientes 70 cm, medidos después de la capa U, y se utiliza para la segunda etapa de la época de lluvia, considerando que el suelo ya posee una humedad acumulada proveniente de la primera etapa de la época de lluvias.
- c) La capa T del modelo de humedad de suelo corresponde al espesor total (1m medido a partir de la superficie).
- d) Si la época de lluvias presenta déficit de precipitaciones podría utilizarse la capa U durante todo el período de lluvias.

- 1.2 Ejecuta los scripts denominados: **Amenaza_ASM_Preliminar.py** y **Probabilidad_actual.py**, para el cálculo de la amenaza con enfoque heurístico y probabilista. Los accesos directos se encuentran en la carpeta **C:\Scripts2017**.

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES <small>GOBIERNO DE EL SALVADOR</small>	PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO	CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 7 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1

Para ejecutar adecuadamente el script, el técnico modifica el campo día, mes, año y la capa de suelo del modelo ASM ("U", "L" y "T"), de acuerdo con lo mostrado en la en la figura 3.

```

day = "11"
month = "08"
year = "2019"
hour = "12"
model = "ASMU06"

```

Figura 3. Campos editables, previo a ejecutar el script.

Considérese que el parámetro "hour" representa la hora de la corrida del modelo en tiempo UTC, y "model =ASMU06" significa que el modelo considera la humedad acumulada por un período de 6 horas.

Los resultados se almacenan en C:\Scripts2017\Suscept_ASM\Mapa_AmenazaDiaria y en C:\Scripts2017\Probabilidad\Probabilidad_Actual, respectivamente.

2. Realiza pronóstico de amenaza por deslizamientos.

- 2.1. El técnico de monitoreo de deslizamientos evalúa el enfoque heurístico y probabilista a través de varios scripts y bases de datos de pronóstico numérico de precipitación (WRF, CPM y CAFFGS).
- 2.2. Verifica que las bases de datos numéricas del WRF han sido actualizadas en el servidor respectivo. Se utilizan los siguientes enlaces: http://srt.marn.gob.sv/conjunto_24h.html y http://srt.marn.gob.sv/wrf_2019_D/dominio3/00..06..12..18/geotiff/. En este último enlace, los valores de 00, 06, 12 y 18 representan las horas de actualización del WRF. Cuando se ejecute el comando sólo debe colocar un valor, dependiendo de la hora que desee consultar.
- 2.3. Verifica la disponibilidad de los productos del CAFFGS.
- 2.4. Descarga la información (geotiff del WRF) utilizando un ejecutable que está en el escritorio, llamado "Geotiff - Total.cmd".
- 2.5. Realiza la actualización de pronósticos de 24, 48 y 72 horas con un solo miembro del WRF, el miembro seleccionado, dependerá de las evaluaciones que CPM realice del modelo. En general se utilizan mayormente los miembros "C" o "D".
- 2.6. Genera los mapas de pesos tomando en cuenta todos los 7 miembros del WRF, el cual toma en cuenta la condición de susceptibilidad actual y la multiplica por la combinación pesos de todos los pronósticos del WRF, para obtener un solo mapa de amenaza. Este mismo proceso, genera un segundo mapa que asocia el nivel de amenaza calculado con los pesos de los 7 miembros del pronóstico al nivel de impacto esperado.
- 2.7. Ejecutará los siguientes scripts para obtener las evaluaciones detalladas previamente, utilizando los tiempos sugeridos en la tabla 1.



Mapa	Horas de referencia para ejecución de las evaluaciones (en hora local)	Horas recomendadas de los modelos en UTC ***	Scripts.	Alojamiento de resultados.
Pronóstico WRF (U, L y T).	00:00 06:00 12:00 18:00	CAFFG: 06:00 y WRF: 18:00 CAFFG: 12:00 y WRF: 00:00 CAFFG: 18:00 y WRF: 06:00 CAFFG: 00:00 y WRF: 12:00	<i>Pronostico_ASM-WRF.py</i> <i>Pronostico_ASM-WRF_48.py</i> <i>Pronostico_ASM-WRF_72.py</i>	C:\Scripts2017\Suscept_ASM\MapasASM_WRF
Pronóstico CPM (U, L y T).	05:00 07:00 16:00	CAFFG: 06:00,12:00,18:00 y Lluvia de 24, 48 y 72 horas del CPM	<i>Pronostico_ASM-CPM_Total.py</i>	C:\Scripts2017\Suscept_ASM\MapasASM_CPM
Mapa de pesos 7 miembros (U, L y T)	00:00 06:00 12:00 18:00	CAFFG: 06:00 y WRF: 18:00 CAFFG: 12:00 y WRF: 00:00 CAFFG: 18:00 y WRF: 06:00 CAFFG: 00:00 y WRF: 12:00	<i>PronosticoS_WRF.py</i> (24, 48 y 72 horas)	C:\Scripts2017\Suscept_ASM\MapasAME_7_WRF
Mapa de probabilidad pronosticada con WRF	00:00 06:00 12:00 18:00	WRF: 18:00 WRF: 00:00 WRF: 06:00 WRF: 12:00	<i>Probabilidad-WRF.py</i> (24, 48 y 72 horas)	C:\Scripts2017\Probabilidad\Probabilidad_WRF
Mapa de probabilidad pronosticada con CPM	05:00 07:00 16:00	Lluvia de 24, 48 y 72 horas del CPM	<i>Probabilidad-CPM.py</i> (24, 48 y 72 horas)	C:\Scripts2017\Probabilidad\Probabilidad_CPM

*** Revisar la disponibilidad de los datos más recientes dentro del servidor del WRF.

Tabla 1. Horas de referencia para la ejecución de los diferentes productos.

2.8. Consideraciones particulares para la ejecución de los scripts.

- a) Dependiendo del script que utilice la base de datos del WRF, se deberán modificar los campos día, mes, año, capa de suelo del modelo ASM ("U", "L" y "T"), la hora de actualización del WRF ("RUN_WRF"), miembro del WRF a utilizar ("MIEMBRO", desde el "A" hasta el "G") y el periodo a pronosticar ("PRONOSTICO", 24, 48 o 72), tal como se muestra a continuación.

```

day = "05"
month = "08"
year = "2015"
hour = "12"
model = "ASM106"

RUN_WRF = "06"      # (00, 06, 12 y 18) Ingresar la data de pronóstico con la que se realizará la evaluación
MIEMBRO = "D"      # "A", "B", "C", "D", "E", "F" y "G" Ingresar el miembro del WRF con el que se realizará la evaluación
PRONOSTICO = "24h" #Este pronóstico es de 24 horas fijo

print PRONOSTICO + " " + "HORAS"
print model
print RUN_WRF
print MIEMBRO

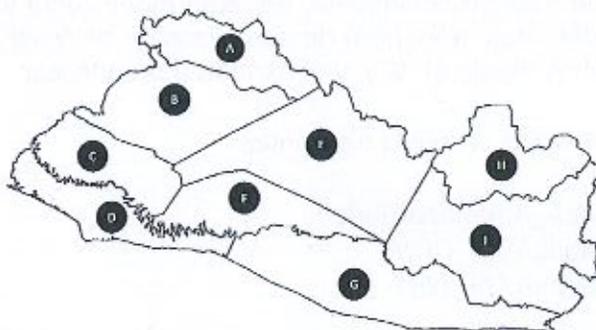
```

Figura 4. Muestra la corrida para el modelo WRF para las próximas 24 horas.





- b) Para los mapas que consideran el pronóstico del CPM, se actualizan las cantidades de lluvia de 24, 48 y 72 horas, en las nueve zonas de amenaza homogénea definidas por el CPM (las cuales son 9: A, B, C, D, E, F, G, H, I), tal como se muestra en detalle dentro de la figura 5.



```

#-----
#CAMBIAR LOS VALORES DE LLUVIA DE 24 HORAS

file = open("C:\Scripts2017\datos\CPM_24.txt", "w")
file.write ("REGION Dato" + os.linesep)
file.write ("A 50" + os.linesep)
file.write ("B 50" + os.linesep)
file.write ("C 40" + os.linesep)
file.write ("D 30" + os.linesep)
file.write ("E 60" + os.linesep)
file.write ("F 50" + os.linesep)
file.write ("G 60" + os.linesep)
file.write ("H 60" + os.linesep)
file.write ("I 60")
file.close()

print "FIN TEXTO DE LLUVIA DE 24 HORAS"

#-----
#CAMBIAR LOS VALORES DE LLUVIA DE 48 HORAS

file = open("C:\Scripts2017\datos\C_48.txt", "w")
file.write ("REGION Dato" + os.linesep)
file.write ("A 30" + os.linesep)
file.write ("B 20" + os.linesep)
file.write ("C 10" + os.linesep)
file.write ("D 0" + os.linesep)
file.write ("E 10" + os.linesep)
file.write ("F 10" + os.linesep)
file.write ("G 0" + os.linesep)
file.write ("H 10" + os.linesep)
file.write ("I 5")
file.close()

print "FIN TEXTO DE LLUVIA DE 48 HORAS"

#-----
#CAMBIAR LOS VALORES DE LLUVIA DE 72 HORAS

file = open("C:\Scripts2017\datos\C_72.txt", "w")
file.write ("REGION Dato" + os.linesep)
file.write ("A 5" + os.linesep)
file.write ("B 5" + os.linesep)
file.write ("C 0" + os.linesep)
file.write ("D 0" + os.linesep)
file.write ("E 5" + os.linesep)
file.write ("F 0" + os.linesep)
file.write ("G 0" + os.linesep)
file.write ("H 0" + os.linesep)
file.write ("I 5")
file.close()

print "FIN TEXTO DE LLUVIA DE 72 HORAS"

```

Figura 5. Muestra la corrida para el modelo CPM para las próximas 24, 48 y 72 horas respectivamente.

- 3. Evalúa la amenaza por ocurrencia de lluvia intensa durante el transcurso de los turnos (tiempo real).

En caso de presentarse una lluvia intensa, el técnico de deslizamientos realiza una evaluación de la amenaza en tiempo real, utilizando el script Amenaza_Instantanea.py, el cual se encuentra en la carpeta C:\Scripts2017\Suscept_ASM\.

Antes de ejecutar el script, se requiere que se modifique el archivo "ActualizadorLluvia.txt", que se encuentra en la misma carpeta, así como los datos de del modelo de humedad de suelo del CAFFGS tal como se indicó en la figura 3 de este documento.

El producto final es un mapa con las condiciones de amenaza en tiempo real, el cual se almacena en C:\Scripts2017\Suscept_ASM\MapasAmenazaInstantaneas\.

- 4. En casos para los que no se tenga disponibilidad de descarga de datos del CAFFGS, realiza una evaluación alternativa de la amenaza actual y pronosticada por deslizamientos, ejecutando los siguientes scripts:

- a) Amenaza diaria sin CAFFG: Amenaza_SINCAFFG.py.
- b) Pronóstico WRF para 24h, 48h y 72h sin CAFFG: Pronostico-WRF_SINCAFFG.py.



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p> <p>GOBIERNO DE EL SALVADOR</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL</p> <p>SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01</p> <p>PÁGINA: 10 de 18</p> <p>FECHA: 31/08/2020</p> <p>REVISIÓN: 1</p>
--	--	--

c) Pronóstico CPM para 24h, 48h y 72h sin CAFFG: Pronostico-CPM_SINCAFFG.py

Esta evaluación considera un modelo de humedad estático que proviene del análisis de datos históricos.

Al igual que en los literales a) y b) de este procedimiento, deberán modificarse los parámetros de los campos que corresponden a día, mes, año, hora de actualización del WRF, miembro del WRF a utilizar ("MIEMBRO", desde el "A" hasta el "G"), y el periodo a pronosticar.

Los mapas resultantes se almacenan en las carpetas siguientes:

- C:\Scripts2017\Suscept_ASMMapa_AmenazaDiaria
- C:\Scripts2017\Suscept_ASMMapasASM_CPM
- C:\Scripts2017\Suscept_ASMMapasASM_WRF

5. Después de realizar las evaluaciones de amenaza actuales y pronosticadas, define el nivel de amenaza y su probabilidad, y establece los impactos potenciales con su respectiva probabilidad, para el territorio nacional, con énfasis en las zonas de amenaza homogénea, zonas críticas por deslizamientos, de acuerdo con los criterios establecidos en el Protocolo de "Pronóstico de Impactos por Deslizamientos" (matriz de impacto, umbrales, flujogramas, etc.).
Ver anexo 1.

En el caso de El Salvador se reconocen las siguientes zonas críticas: sector suroriental del cerro Apaneca, Ahuachapán (énfasis cantón Taltapanca, caserío Tizapa); flanco oriental del volcán de Santa Ana; El Picacho en el volcán de San Salvador; flanco norte y este del volcán de San Vicente; costado noroccidental del cerro Pelón, en las cercanías de la ciudad de Berlín, Usulután; flanco noroccidental del Volcán de San Miguel; y ladera nororiental del volcán de Conchagua. (énfasis cantón Yologual y Conchagüita).

6. Modifica los niveles de amenaza y pronóstico de impactos si el Nowcasting elaborado por el CPM indica que se prevén cambios significativos con relación a los pronósticos de corto plazo (24,48 y 72 horas)

7. Complementa la evaluación de amenaza por deslizamientos a través de lo siguiente:

a) Revisa las cantidades diarias de lluvias registradas: esta información es accesible en la misma aplicación informática para la opción de Hidrología. Se debe hacer énfasis en las zonas homogéneas por deslizamientos. Alternativamente se puede utilizar el siguiente enlace: <http://mapas.snet.gob.sv/lluvia.php?>

b) Revisa permanentemente la información meteorológica de la DOA: Pronóstico, radares e imágenes de satélite. Son accesible a través de los siguientes sitios web:

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/pronostico/24+horas/>

<http://www.snet.gob.sv/googlemaps/radares/radaresSV.php>

http://www.snet.gob.sv/googlemaps/radares/lastRadarImageNew_ppda.php

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/monitoreo/satelite/>

<http://srt.marn.gob.sv/sat2/ir1/SAT/imagen.html>

<https://weather.us/model-charts/french/2019091800/el-salvador/accumulated-precipitation/20190920-0300z.html>



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES GOBIERNO DE EL SALVADOR</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 11 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1</p>
--	--	---

- c) Consulta las imágenes de satélites y boletines de la actividad meteorológica provenientes de la NOAA. Se recomiendan los siguientes accesos:
 Pronóstico Marino: <http://www.nhc.noaa.gov/marine/>
 Análisis y pronóstico de superficie: http://www.nhc.noaa.gov/tafb_latest/atlsfc24_latestBW.gif
 Página principal del Centro Nacional de Huracanes: <http://www.nhc.noaa.gov/>

- d) Realiza los Cambios de Etapa de acuerdo con el Protocolo de "Pronóstico de Impactos por Deslizamientos" y en el protocolo integrado de "Pronóstico por Impactos por Eventos Hidrometeorológicos".

Se reconocen cinco etapas de actuación: Monitoreo, Pre-aviso, Aviso, Alerta y Emergencia. Se deben realizar los cambios de etapa cuando la categorización de amenaza e impactos, y sus respectivas probabilidades sobrepasan los umbrales de seguridad para la población. Las acciones de cada etapa permitirían intensificar la vigilancia del fenómeno y emitir información con mayor frecuencia para alertar a la población en riesgo e informar al SNPC para la adecuada toma de decisiones.

- e) Contacta las redes de Observadores Locales
 Se han formado redes de observadores locales para las siguientes zonas de vigilancia por deslizamientos de tierra: Apaneca, Picacho, San Vicente, Berlín, volcán de San Miguel, volcán de Conchagua, La Montañona (Chalatenango) y El Tigre.

Las redes se configuraron identificando personal clave en cada zona crítica, tales como líderes comunitarios, colaboradores locales, delegados municipales de Protección Civil, entre otros. El objetivo planteado con este personal ha sido mantener comunicación constante a partir de la etapa de Aviso, para advertirles de la evolución de la amenaza de deslizamientos en su sector y que puedan tomar acciones oportunas para evitar pérdidas en vidas humanas.

La lista de contactos de las redes de observadores locales se encuentra en la base de datos contactos del Área de Monitoreo Geológico.

- f) Valida los impactos sucedidos de acuerdo con el pronóstico, una vez finaliza cada día meteorológico.
 En las primeras horas del turno diurno se debe hacer la validación de los impactos de deslizamientos reportados en las últimas 24 horas comparando con los impactos esperados en el pronóstico de 24 horas del día anterior haciendo uso del documento en Excel **Verificación_2019.xlsx** ubicado en la carpeta **D:\MONITOREO 2019**

8. Elabora boletines ordinarios de amenaza, informes especiales de pronóstico de impacto, e informes consolidados de pronósticos por impacto, de acuerdo con la etapa de actuación en que se encuentre el área de deslizamientos, en concordancia con el protocolo de "Pronóstico de Impactos por Deslizamientos" y en el protocolo integrado de "Pronóstico por Impactos por Eventos Hidrometeorológicos". **Ver modelos en anexos 2, 3 y 4.**

9. Participa en la consolidación del informe integrado de impactos a partir de la etapa de Aviso, o siempre que la DGPC se encuentre en una etapa de alerta o advertencia por lluvia.

10. Divulgación de información.



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 12 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1</p>
--	--	---

- a) Avisos de probabilidad de impactos y por cambios en los niveles de amenaza se realizan a través de radio y redes sociales (twitter, WhatsApp, etc.). Para divulgar la información en cualquiera de los medios se deberá considerar tres aspectos importantes:
- La **zona** donde se genera el cambio de amenaza por la lluvia registrada: sitios en zonas **críticas** y de **amenaza homogénea**.
 - El **nivel de amenaza** alcanzado, niveles de amenaza muy baja y baja no generan un potencial de impacto con altas probabilidades en las zonas críticas u homogéneas, mientras que condiciones de amenaza moderadas a mayores si pueden tener una probabilidad más alta de generar impactos.
 - La **intensidad de la precipitación**, es otro de los aspectos a considerar al momento de enviar información, principalmente en zonas críticas de los volcanes de Santa Ana, San Salvador, San Vicente y San Miguel.

La tipología de la información a transmitirse a los diferentes receptores y medios se muestran a continuación:

- AI SNPC.
Informa a través de la radio sobre los cambios de amenaza instantáneos evaluados. Un mensaje típico es el siguiente:

“01:30 p.m. Probabilidad baja (60%-80%) de ocurrencia de pequeños deslizamientos en ejes de carretera en los municipios de Santiago de María y Alegría. Se tiene amenaza baja a deslizamientos, debido a 46.2 mm de lluvia registrados.”

Solicitar CONFIRMACIÓN de recepción del mensaje

- Al público en general y medios de comunicación.
Informa a través de las redes sociales (twitter oficial del MARN) y de SMS (mensajes cortos a celulares) sobre el pronóstico de impacto evaluado por Nowcasting y las condiciones de amenaza instantánea. Un mensaje típico es el siguiente:

“08:50 p.m. Probabilidad alta (60%-80%) de ocurrencia de pequeños a medianos deslizamientos y flujos, que pueden afectar infraestructura; en los municipios de Zaragoza y San José Villa Nueva. Se espera que la lluvia en las próximas horas genere condiciones de amenaza alta a deslizamientos.”

- b) Boletines de amenaza, informes especiales de pronóstico de impacto, e informes consolidados de pronóstico de impactos.

Se divulgan a través de la página web y las redes sociales del MARN. La periodicidad se establece en el protocolo de “Pronóstico de Impactos por Deslizamientos” y en el Protocolo Integrado de “Pronóstico por Impactos por Eventos Hidrometeorológicos”.

- c) Elabora presentación en Power Point de las condiciones de amenaza por deslizamientos indicando los niveles actuales y pronosticados, así como el pronóstico de impactos. Se debe incorporar información de afectaciones si las hubiere.

Este producto es útil en los siguientes casos:



 <p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES GOBIERNO DE EL SALVADOR</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 13 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1</p>
--	--	---

- Clínica digital: Normalmente se actualiza con una frecuencia de 24 horas o antes si es requerido. Es accesible para todo público a través de www.marn.gob.sv. Ver procedimiento de elaboración de clínica digital.
- Discusión técnica en el Centro de Monitoreo de Amenazas Naturales: una vez al día cada área de monitoreo expone a través de presentaciones, lo referente a las condiciones de amenaza de su competencia, con el objeto de discutir aspectos técnicos.
- Conferencia de prensa en casos de emergencia: este tipo se realiza una vez exista la necesidad de presentar información en caso de ocurrir un evento extremo, la actualización de la misma dependerá de los requerimientos y cambios que surjan durante el periodo.

11. Complementa la bitácora de deslizamientos.

La bitácora que consigna las actividades realizadas durante cada turno de monitoreo. Debe especificar:

- a) El turno correspondiente (fecha y periodo). Diariamente se manejan dos horarios: de 7:00 am a 5:00 pm (10 horas), y de 5:00 pm a 7:00 am (14 horas)
- b) Encargado de turno
- c) Actividades desarrolladas
- d) Novedades durante el turno
- e) Firma de entrega de turno
- f) Nombre y firma de la persona que recibe el siguiente turno



VII. REGISTROS

CÓDIGO	REGISTRO

VIII. HOJA DE CONTROL DE MODIFICACIONES

REVISIÓN ANTERIOR	REVISIÓN ACTUAL	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	FECHA
0	1	Se incorpora el pronóstico por impactos al procedimiento	31/08/2020
-	0	Revisión Inicial	31/03/2017





IX. ANEXOS.

Anexo 1: Mapa de zonas críticas y de amenaza homogénea.



Simbología

Zonas Homogeneas		Zonas Críticas	Tramos Carretera
Chaparrastique	La Montañona	Apaneca	1 Carretera del Volcán, entre El Tonalá y Misahuá
Conchagua	Montecristo	Volcán de Santa Ana	2 Ruta de Las Flores, entre Nahzuato y Ataco
Cordillera del Balsamo	Pacayal	Picoacho	3 Calle a Los Naranjos, entre San Marcos y San Marcos
El Imposible	Perquin	Volcán de San Vicente	4 Carretera a La Palma, entre Toluja y La Palma
Ilamatepec-Costepeque	Picoacho-Boqueron	Berlin	5 Carretera Puercoavaca, entre Santiago
Ilopango	San Ignacio - La Palma	Conchagua	6 Calle a Los Olivos, entre Santa Tecla y Colón
Jucuaran	San Vicente	Volcán de San Miguel	7 Calle a San Vicente a la altura de la Curia La Lucha
Berlin - Alogria	Apaneca-Juayua		8 Carretera a Pinarajonca, en la entrada de Ocho Seca
			9 Carretera a Hacienda, costado noroccidental del volcán de San Miguel
			10 Carretera a Jucuarán
			11 Carretera a El Tonalá, entre El Baldo y Interoce
			12 Ruta de la Paz, entre Mangrove y Perquin
			13 Carretera longitudinal del Norte, entre San Marcos y Nueva Esperanza
			14 Carretera longitudinal del Norte, entre Ciudad Barrios y Deseado
			15 Carretera longitudinal del Norte, entre Interoce y Nueva Esperanza
			16 Carretera entre Las Vueltas y Que de Agua
			17 Tramo de Carretera entre Jucuarán y Concepción de Ataco
			18 Carretera desde Santa Tecla hasta el puente de El Imposible
			19 Carretera a Comalapa entre Chapultepec y San Marcos
			20 Carretera a Jucuarán



 <p>GOBIERNO DE EL SALVADOR MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p>PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO</p>	<p>CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 16 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1</p>
--	--	---

Anexo 2: Modelo de boletín de amenaza ordinario



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
GOBIERNO DE EL SALVADOR

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Dirección General del Observatorio Ambiental
Monitoreo Geológico.
Teléfono.: 2132-9625

Boletín No. 176. Condiciones de Amenaza por Deslizamientos.
Jueves 31 de octubre de 2019.
Elaboró: Manuel Barrios.

Condiciones actuales:

De acuerdo con los registros de precipitación, el contenido de humedad en el suelo y las características intrínsecas del terreno, las condiciones actuales en las zonas de amenaza homogénea por deslizamientos son las siguientes:

- **Amenaza Alta:** Cordillera Cacahuatlque-Corobán: municipios de Perquín y Ciudad Barrios.
- **Amenaza Moderada:** alrededores del Lago de Coatepeque, municipios de Hulzucar y Rosario de Mora, carretera Longitudinal Norte: entre Sensuntepeque y Nuevo Edén de San Juan, y entre Ciudad Barrios y Osicala.

Las condiciones de amenaza actuales pueden ser consultadas en: [enfance de mapa actual](#)

Condiciones esperadas:

Las lluvias esperadas durante las próximas 24 horas son tormentas con intensidades de moderadas a fuertes, con énfasis en la franja norte y alrededores de la cordillera volcánica del país. Lo anterior indica que los niveles de amenaza por deslizamientos esperados en el territorio son los siguientes:

- **Amenaza Alta:** cordillera Alotepaque-Metapán (alrededores de Montecristo) y en los municipios de San Ignacio, Citlá y La Palma.
- **Amenaza Moderada** en: cordillera de Tacuba y cordillera Apaneca-Juayúa.
- **Amenaza Baja y muy baja** para el resto del territorio.

Recomendaciones:

- A las personas que transitan en el tramo de carretera Panamericana comprendida entre el túnel Los Chorros y ciudad de Colón se les recomienda guardar especial precaución dada la predisposición de los taludes a generar caída de rocas y derrumbes, aún sin presencia de precipitaciones o sismicidad.
- A los habitantes de la colonia Santa Lucía, en Ilopango, se les recomienda guardar especial precaución debido a la cárcava que se encuentra en la zona; así como otros sitios del Área Metropolitana de San Salvador.
- A las personas que transitan caminos y carreteras en zonas urbanas, tener precaución ante la ocurrencia de lluvia intensa, en tramos con taludes de fuertes pendientes.
- Para zonas en donde se realicen trabajos de conformación de taludes, rellenos, cortes, entre otros; y que generen que estos factores antrópicos configuren un cambio repentino en el estado de estabilidad del terreno, deben tomarse las medidas de precaución respectivas con el fin de evitar pérdidas y daños a la vida y a la propiedad.
- En general, se deben acatar las recomendaciones que emita la Dirección General de Protección Civil, al respecto.

****NOTA:** Los niveles de amenaza presentados en este boletín se evalúan considerando las condiciones naturales del terreno tales como pendientes, litología y humedad. Es importante mencionar que estos no indican necesariamente que están ocurriendo deslizamientos de tierra, sino que el terreno posee condiciones de susceptibilidad y lluvia pronosticada que podrían favorecer la generación de estos. Este boletín es válido para las siguientes 24 horas, de ser necesario se emitirá un boletín anticipado.



 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES GOBIERNO DE EL SALVADOR	PROCESO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL SUBPROCESO DE MONITOREO DE FENÓMENOS NATURALES PARA ALERTA TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO OPERATIVO	CÓDIGO: IAM-MFN-PO-01 PÁGINA: 17 de 18 FECHA: 31/08/2020 REVISIÓN: 1

Anexo 3: Modelo de informe especial de Impacto

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES GOBIERNO DE EL SALVADOR	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales Dirección General del Observatorio Ambiental Monitoreo Geológico. Teléfono.: 2132-9625
<p>Informe Especial No. 1 Atención por alta probabilidad de flujos de escombros en el volcán de Santa Ana.</p> <p style="text-align: right;">Fecha y hora de emisión: 2019-10-28 10:00:00</p> <p>Existe alta probabilidad flujos de escombros afectando en caminos y vivienda en los alrededores del complejo volcánico Santa Ana. Así como, probabilidad media de ciadas de roca afectando conectividad en las carreteras el Litoral (entre El Zonte y Mizata) y Longitudinal del Norte (Sensuntepeque).</p> <ul style="list-style-type: none"> Atención especial en los alrededores del lago de Coatepeque. <p>El pronóstico por impactos puede ser consultado en el siguiente enlace: www.enlace.de.plataforma.de.IBF</p> <p>Condiciones de amenaza esperadas:</p> <p>Las lluvias esperadas durante las próximas 24 horas son tormentas con intensidades de moderadas a fuertes, con énfasis en la franja norte y alrededores de la cordillera volcánica del país. Lo anterior indica que los niveles de amenaza por deslizamientos esperados en el territorio son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Amenaza Alta: cordillera Santa Ana y lago de Coatepeque. Amenaza Moderada en: cordillera del Bálsamo, municipio de Sensuntepeque. Amenaza Baja y muy baja para el resto del territorio. <p>Las condiciones de amenaza actuales pueden ser consultadas en: enlace de mapa actual</p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> A las personas que transitan en el tramo de carretera Panamericana comprendida entre el turicentro Los Chorros y ciudad de Colón se les recomienda guardar especial precaución dada la predisposición de los taludes a generar caída de rocas y derrumbes, aún sin presencia de precipitaciones o sismicidad. A los habitantes de la colonia Santa Lucía, en Ilopango, se les recomienda guardar especial precaución debido a la cárcava que se encuentra en la zona; así como otros sitios del Área Metropolitana de San Salvador. A las personas que transitan caminos y carreteras en zonas urbanas, tener precaución ante la ocurrencia de lluvia intensa, en tramos con taludes de fuertes pendientes. Para zonas en donde se realicen trabajos de conformación de taludes, rellenos, cortes, entre otros; y que generen que estos factores antrópicos configuren un cambio repentino en el estado de estabilidad del terreno, deben tomarse las medidas de precaución respectivas con el fin de evitar pérdidas y daños a la vida y a la propiedad. En general, se deben acatar las recomendaciones que emita la Dirección General de Protección Civil, al respecto. <p>**NOTA: Los niveles de amenaza presentados en este informe se evalúan considerando las condiciones naturales del terreno tales como pendientes, litología y humedad. Es importante mencionar que estos no indican necesariamente que están ocurriendo deslizamientos de tierra, sino que el terreno posee condiciones de susceptibilidad y lluvia pronosticada que podrían favorecer la generación de estos. Este boletín es válido para las siguientes 24 horas, de ser necesario se emitirá un informe anticipado.]</p> <p style="text-align: center;"> Kilómetro 5¼ Carretera a Santa Tecla, Calle y Colonia Las Mercedes, Edificio MARN No. 2 (anexo al Edificio ISTA), San Salvador, El Salvador, Centroamérica. http://www.snet.gob.sv </p>	
	



Anexo 4: Modelo de informe consolidado de pronóstico por impacto

ATENCIÓN	Crecidas repentinas en ríos y quebradas de respuesta rápida en la costa de Usulután	
Domingo 18 de agosto de 2019	Periodo: 24 horas	ATENCIÓN
<p>Tormentas son esperadas principalmente en el occidente y costa del territorio, la influencia de estas generaría crecidas repentinas en ríos y quebradas que drenan a la zona costera del territorio. Así como, pequeños y puntuales deslizamientos en caminos de montaña al occidente y noroccidente del país .</p>		<p>Probabilidad alta (60 % - 80 %)</p> <ul style="list-style-type: none"> Crecidas repentinas en ríos y quebradas de corto recorrido que drenan a la costa del departamento de Usulután, sin ocasionar desbordamientos. Así mismo, encharcamiento en calles, accesos y potreros, de las zonas rurales de la costa del territorio. <p>Durante: tarde y noche.</p>
		VIGILANCIA
		<p>Probabilidad media (30 % - 60 %)</p> <ul style="list-style-type: none"> Inundaciones en colonias por colapso de la red de drenaje; así como, calles y avenidas principales con encharcamientos y daños en la superficie, de las zonas urbanas en Santa Ana, AMSS y San Miguel. Pequeños deslizamientos que interrumpen parcialmente carreteras en la cordilleras de Tacuba; y caminos secundarios en Juayúa-Apaneca, Montecristo y San Ignacio - La Palma.
		<p>Probabilidad baja (10 % - 30 %)</p> <ul style="list-style-type: none"> Vientos leves y ocasionalmente moderados en Metapán, cordillera del Bálamo (en La Libertad) y alrededores del Imposible; ocasionando caída de ramas, árboles y vallas frágiles, de pequeñas dimensiones, sin afectar la movilidad de la población. <p>Durante: tarde y noche.</p>

