
DESCRIPCIÓN GENERAL

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR INUNDACIONES

CUENCA DEL RIO GRANDE DE SONSONATE

1. Introducción

La problemática de inundaciones en áreas urbanas y rurales ha ocasionado pérdidas humanas y materiales en diferentes lugares y zonas del país a lo largo del tiempo. Estos problemas obligaron a desarrollar, Sistemas de Alerta Temprana (SAT) que son estructuras operativas diseñadas para el pronóstico de eventos naturales capaces de causar desastres.

En las instalaciones del CPH se alberga todo el equipo técnico y especializado necesario para la vigilancia hidrológica y la elaboración de pronósticos, informes, boletines y avisos hidrológicos que incluyen niveles y caudales en los ríos que se registran en las diferentes estaciones de los principales ríos del país. Actualmente están en funcionamiento veinte Sistemas de Alerta Temprana.

2. Descripción General

El presente informe tiene como objetivo realizar una descripción general del funcionamiento del SAT instalado en la cuenca del Rio Grande de Sonsonate o Sensunapan, (Mapa 1). El proceso descriptivo es el siguiente:

- 2.1 Características físicas de la cuenca.
- 2.2 Descripción de las estaciones de monitoreo localizadas en la cuenca.
- 2.3 Descripción del procedimiento de monitoreo.
- 2.4 Control de calidad y análisis de la información.
- 2.5 Procedimiento de generación del pronóstico hidrológico a corto plazo.
- 2.6 Comunicación Directa con integrantes de la Red Social Estructurada en la parte baja de la cuenca del río Lempa.

2.1 Características Físicas de la Cuenca

La cuenca del Grande de Sonsonate o Sensunapan se encuentra ubicada en la Región Hidrográfica Grande Sonsonate-Banderas. El departamento de Sonsonate tienen mayor parte sobre toda el área de la cuenca y en menor medida los departamentos de Ahuachapán y Santa Ana. Por su tamaño, la cuenca se ha dividido en tres zonas principales:

- LA PARTE ALTA que se extiende al noreste de Sonsonate desde las estribaciones del Volcán de Izalco y el Cerro Verde a una altura de 2,000 m.s.n.m.; presentando extensas áreas de cultivos de café.

- **LA PARTE MEDIA** se extiende hacia el oeste pasando por las cimas de una serie de estructuras volcánicas extintas con alturas que oscilan entre los 1,700 y 1.900 m.s.n.m.; presentando áreas extensas de cultivos de café y algunas zonas urbanas.
- **LA PARTE BAJA** que se extiende sobre una extensa área de colinas en el que se unen una serie de ríos que corren en un patrón de drenaje subparalelo y desembocan en el Río Grande de Sonsonate. El uso de suelos es utilizado en su mayoría con la explotación de cultivos y pastos, incluyendo extensiones considerables de caña de azúcar.

Algunas de las características principales de la cuenca son:

- Área total de la cuenca:** 221.17 Km²
- Longitud del cauce principal:** 46.47 Km.
- Longitud del cauce mas largo:** 46.47 Km.
- Elevación máxima de la cuenca:** 2,061 m.s.n.m.
- Pendiente Media Cuenca:** 24.81 %
- Pendiente Media del Cauce:** 3.46 %

El comportamiento de la Escorrentía superficial en la cuenca del Río Grande de Sonsonate presenta muy buenas características, esto debido a una buena drenabilidad natural tanto interna como externa por lo que conforma áreas de infiltración de agua; además de presentar un 83% de uso de suelo no conflictivo y que no promueven grandes cantidades de escorrentía superficial, misma que tienden a incrementar los caudales de la red hídrica.

2.2 Descripción de las Estaciones de Monitoreo Localizadas en la Cuenca

En la Cuenca del Río Grande de Sonsonate, se encuentra funcionando el Sistema de Pronóstico y Alerta Temprana por inundaciones que cuenta con 1 estación pluviométrica y 1 estación hidrométrica que posee sensor de nivel y de precipitación; además de encontrarse cerca de la estación meteorológica de Acajutla. Las dos estaciones recolectan la información en unidades métricas.

Estaciones con Transmisión en Tiempo Real Vía Satélite Sistema de Alerta Temprana, Cuenca del Río Grande de Sonsonate

| Estación | Tipo de Estación | ID Estación | Coordenadas |
|--------------|------------------|-------------|----------------------|
| Los Naranjos | Pluviométrica | 5032322E | N 13.876°, W 89.674° |
| Sensunapan | Hidrométrica | 5035E672 | N 13.660°, W 89.764° |
| Acajutla | Meteorológica | 2211A702 | N 13.568°, W 89.833° |

2.3 Descripción del Procedimiento de Monitoreo.

El procedimiento básico del sistema consiste en procesar la información recibida de las estaciones telemétricas, las cuales registran datos de precipitación y nivel del río, con una frecuencia de 15 minutos y que son transmitidas cada 1 hora o de forma aleatoria o random. Este monitoreo se realiza durante los 365 días del año. Es importante mencionar que durante el desarrollo de la época lluviosa, el monitoreo se incrementa a que se realice las 24 horas del día, esta decisión de monitorear las 24 horas al día se toma de acuerdo a las perspectivas meteorológicas proporcionadas por el Centro de Pronóstico Meteorológico (CPM).

2.4 Control de Calidad y Análisis de la Información.

El control y calidad de datos estará a cargo de cada técnico, la actividad se realizará constantemente, bajo la supervisión del coordinador del área o del hidrólogo de turno. Son estos últimos quienes tienen la responsabilidad de que la información cuente con un nivel de calidad dentro de un rango adecuado, sin faltas ni omisiones.

2.5 Procedimiento de Generación del Pronóstico Hidrológico.

En este apartado se obtuvieron los umbrales de precipitación acumulada para diferentes duraciones de las estaciones Los Naranjos y Acajutla, para la Cuenca del Río Grande de Sonsonate (Tabla 1). Como primer paso, se desarrolla un análisis hidrometeorológico de las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno (2, 5 y 10 años) de la estación Los Naranjos y Acajutla, mediante el cálculo probabilístico de distribución de frecuencia con distribución Gumbel.

Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo del hidrograma unitario, por medio del método de la SCS (Soil Conservation Service) para obtener hidrogramas de escurrimiento para periodos de retorno de 2, 5 y 10 años; tomando como base una lluvia con duración de 50 minutos e intervalos de intensidad de 10 minutos, en toda el área de influencia de la cuenca.

Una vez determinado los caudales e hidrogramas de escurrimiento para diferentes periodos de retorno, con la aplicación del modelo HEC-RAS y el levantamiento topográfico inicial de algunas secciones transversales en puntos críticos, se establecieron niveles de desbordamiento para los caudales calculados correspondiente a cada periodo de retorno evaluado. Posteriormente se procedió al trazo de las zonas de inundación para los diferentes periodos de retorno, delimitando las áreas con riesgo a inundación alto, bajo y moderado, mostrados en el Mapa 2.

Finalmente, mediante un proceso iterativo de cálculo hidráulico y mediante la generación de diferentes caudales, correlacionado a intensidades de lluvia, se pudo obtener umbrales

de precipitación acumulada para diferentes duraciones en las estaciones Los Naranjos y Acajutla, como el mostrado en Tabla 1 y 2 respectivamente.

TABLA 1: UMBRALES DE ALERTA DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE SONSONATE MONITOREADA EN LA ESTACIÓN LOS NARANJOS (lluvia en mm)

| UMBRAL DE ALERTA | DURACION DE LLUVIA (MINUTOS) | | | | |
|------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 30 Min | 60 min | 90 min | 120 min | 150 min |
| Aviso | 18 – 22 | 28 – 32 | 36 – 40 | 42 – 46 | 50 – 54 |
| Alerta | 25 – 28 | 36 – 40 | 44 – 48 | 50 – 55 | 58 – 61 |
| Emergencia | 32 – 36 | 42 – 47 | 52 – 56 | 58 – 62 | 64 – 68 |

TABLA 2: UMBRALES DE ALERTA DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE SONSONATE MONITOREADA EN LA ESTACIÓN ACAJUTLA (lluvia en mm)

| UMBRAL DE ALERTA | DURACION DE LLUVIA (MINUTOS) | | | | |
|------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 30 Min | 60 min | 90 min | 120 min | 150 min |
| Aviso | 18 – 22 | 24 – 28 | 30 – 34 | 38 – 43 | 46 – 52 |
| Alerta | 24 – 27 | 31 – 34 | 39 – 43 | 47 – 51 | 55 – 60 |
| Emergencia | 29 – 33 | 36 – 42 | 46 – 52 | 55 – 60 | 65 – 70 |

Se espera desarrollar umbrales de alerta en la estación hidrométrica Sensunapan, como forma de apoyar a los umbrales mostrados en la tabla 1 y 2.

2.6 Comunicación Con Integrantes de la Red Social Parte Baja de la Cuenca.

La Red Social, es una Red de Enlaces Sociales, es un número representativo de ciudadanos, líderes locales y comunales, que viven en zonas identificadas como de alto riesgo a inundaciones (Mapa 2), con el fin primordial de ser receptores de la información científica que la DGOA produce diariamente, y a la vez que transmitan y verifiquen información de interés para el CPH / DGOA. El objetivo principal de contar con una Red Social es tener el conocimiento oportuno del nombre y teléfono de las personas que habitan en las planicies de inundación y será a quienes se les avisara de inmediato ante la amenaza o presencia de un fenómeno hidrometeorológico.

CUENCA RIO GRANDE DE SONSONATE, RED DE OBSERVADORES LOCALES

| NOMBRE | INSTITUCION | CARGO | TELEFONO |
|----------------|--------------------|--|-----------|
| Hilton Aguilar | La Playa, Acajutla | Coordinador de Red Comunal de Protección Civil con radiocomunicación | 7749-9722 |

Dirección General del Observatorio Ambiental

| NOMBRE | INSTITUCION | CARGO | TELEFONO |
|----------------------------------|--------------------------------|--|-----------|
| Teresa Rivera Miranda | Comunidad La Coquera, Acajutla | Vocal Comité Comunal de Protección Civil | 7999-8873 |
| Noé Escalante Ramos | | Presidente y Coordinador ADESCO La Coquera con radiocomunicación | 7358-1960 |
| María Patricia Flores | Unidad de Salud Acajutla | Promotor (Supervisora) | 7815-5379 |
| Kenny Ivette Gómez | | Promotor | 7751-1590 |
| Nelson Elizandro Larin | | Promotor | 7182-4887 |
| Margarita López | | Promotor | 7091-3385 |
| Martha Griselda García | | Promotor | 7915-9511 |
| Josefina Chavarría de Villanueva | | Promotor | 7170-5278 |
| María Julia Chávez | | Promotor | 7785-3087 |
| Víctor Manuel Ayala | | Promotor | 7951-4575 |
| José Mauricio Martínez | | Promotor | 7777-0673 |
| Celia Andrea Luna Meléndez | | Promotor | 7991-5566 |
| Gladis Emperatriz García | | Promotor | 7151-2175 |
| José Rafael Lemus | | Promotor | 7129-8692 |
| Ángela Martínez | | El Amatal | Albergue |
| Claudia Margarita Flores | Primeros Auxilios | | 7109-4068 |
| Vilma Estela Flores Cruz | Alerta Temprana | | 7990-2840 |
| Emerson David Ruiz | Costa Azul | Primeros Auxilios | 7386-4054 |
| Evelin Mariela Ruiz | | Coordinadora | 7100-3134 |
| Ángel Antonio Lemus | | Información | 7168-7988 |
| Marvin Ezequiel Suarez | | Coordinador | 7925-4254 |
| Guadalupe Miranda | Arenera No. 4 | Presidenta | 7018-1176 |

Dirección General del Observatorio Ambiental

| NOMBRE | INSTITUCION | CARGO | TELEFONO |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------|
| Dolores del Carmen Melara | | Colaboradora | 7990-8262 |
| Luis Alonso Murcia | Marines Agua Zarca | Sindico | 7933-8976 |
| Edwin Rolando Orellana | | Secretario | 7265-0612 |
| Margarita Olivar | La Marañonera | Primeros Auxilios | 7390-8041 |
| Martina Olivar de Abrego | | Coordinadora | 7390-8041 |
| Mauricio Selidon Beteta | | Observador Local | 7956-9471 |
| Magdaleno Abrego | | Coordinador | 7016-5005 |
| Verónica Margarita Escobar | Caserío El Río | Albergue | 7182-7317 |
| Flor Ester López | | Secretaria | 7845-1636 |
| Silvia Guadalupe Martínez Ganuza | Caserío La Playa | Evacuación | 7834-8474 |
| Manuel de Jesús Ulloa | | Apoyo Administrativo | 7115-9189 |
| Vilma Haydee Barrera | La Playa Metalío | Albergue | 7375-9509 |
| Manuel Alfredo Guevara | Colonia Monzón | Coordinador | 7806-9135 |
| Alfredo Cruz García | Las Marginales, Sensunapan | | 2430-5252 |
| Teresa de Jesús Torres | Comunidad Los Vertientes | | 2452-5836 |
| Teresa del Carmen Hdez. | Comunidad Rio Sensunapan | | 2411-5174 |
| Alexander Ramírez Méndez | Protección Civil Sonsonate | | 7980-3222 |

CUENCA RIO GRANDE DE SONSONATE, CONTACTOS INSTITUCIONALES

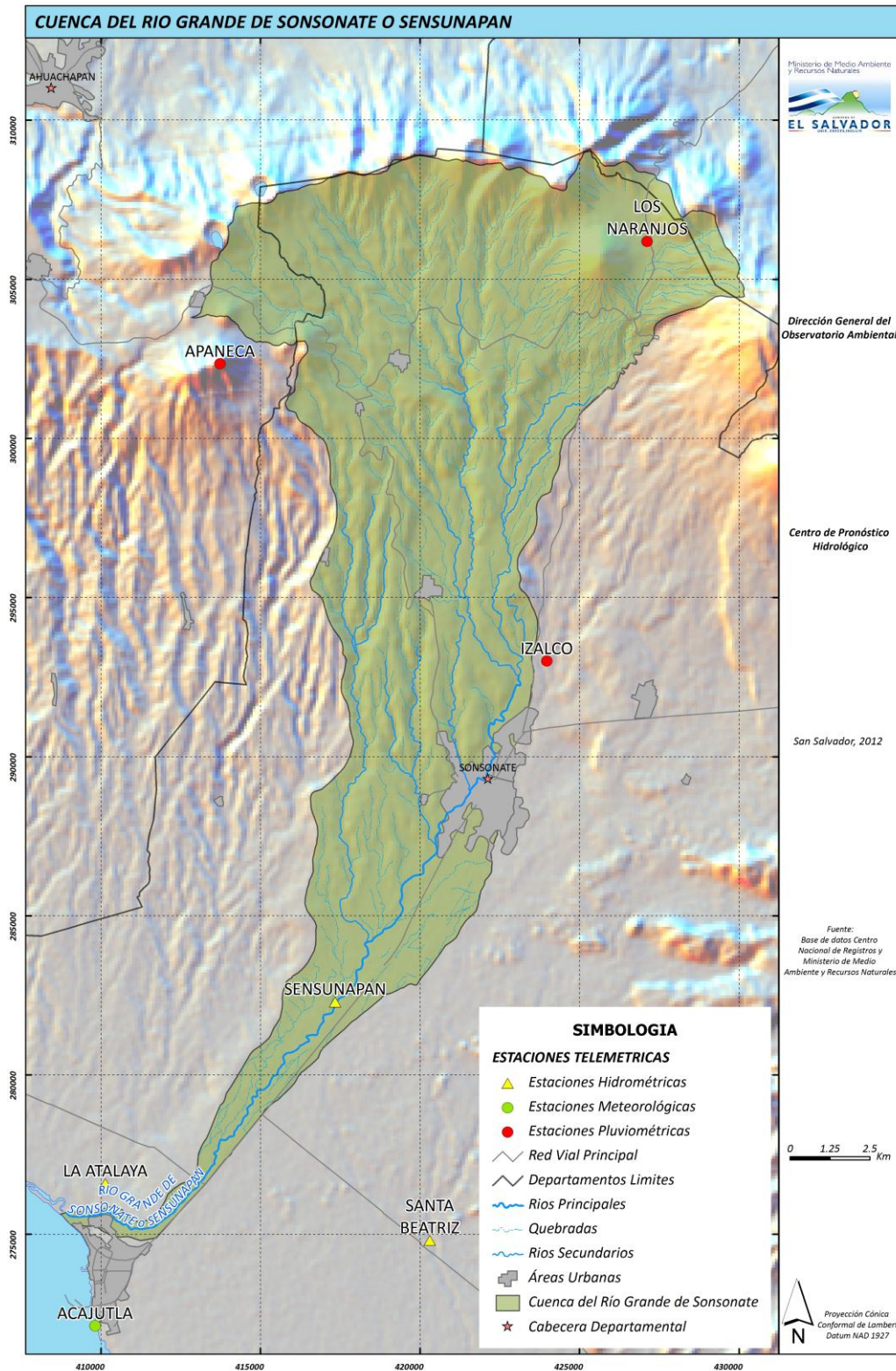
| NOMBRE | INSTITUCION | CARGO | TELEFONO |
|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------|
| Herbert Rolando Garzona García | Col. Sta. Martita, Los Naranjos | Operador de Radiocomunicación | 2483-7580 |
| Juan Carlos Rauda | Protección Civil Juayua | Operador Base de radiocomunicación | 7129-6536 |
| Edgar Antonio Alfaro | Alcaldía de Juayua | Unidad Medio Ambiente | 2452-2003 |
| Moisés David Bonilla Martínez | Alcaldía de Acajutla | Jefe Proyección Social de Alcaldía con radiocomunicación | 7609-8076 |

Dirección General del Observatorio Ambiental

| NOMBRE | INSTITUCION | CARGO | TELEFONO |
|-----------------------------|-----------------------|---|-----------|
| Francisco Vega | | Proyección Social de Alcaldía con radiocomunicación | 7110-9475 |
| Eliseo de Jesús Carballo | | Proyección Social de Alcaldía | 7304-9219 |
| Ana Batres de Guevara | | Jefa Recursos Humanos de Alcaldía | 2429-7326 |
| Luis Lemus | | Jefe Unidad Ambiental Alcaldía de Acajutla | 7854-2339 |
| Mario Márquez | Alcaldía de Sonsonate | Jefe de Unidad Ambiental con Radio Comunicación | 7807-4658 |
| Verónica Villalta de Navas | CARITAS, Sonsonate | Gestión de Riesgos | 2451-4033 |
| Francisco Calzadilla Torres | CARITAS, Sonsonate | Gestión de Riesgos con Radio Comunicación | 7747-2771 |
| Roberto Duran | | Gobernación Sonsonate | 2451-0530 |
| Hilton Aguilar | Acajutla | | 2452-4109 |

Actualización: Septiembre 2012

MAPA 1



MAPA 2

