DESCRIPCIÓN GENERAL
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR INUNDACIONES
CUENCA DEL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL

1. INTRODUCCION

La problemática de inundaciones en áreas urbanas y rurales ha ocasionado perdidas 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 Río Grande de San Miguel (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.

2.1 Características físicas de la cuenca.

Los limites naturales son: al Norte por la cordillera de Cacahuatique - Corobán, al Sur con una pequeña parte de la bahía de Jiquilisco, al Oeste por la cuenca el río Lempa pasando por el volcán de Usulután, al Este con la cuenca el río Goascorán. Algunas de las características principales de la cuenca son:

Área: 2246.8 km^2
Tipo de Drenaje: Dendrítico, y radial en las partes altas de la cuenca especialmente en las zonas volcánicas.
Longitud del cauce principal: 126.5 km.

Longitud del cauce mas largo: 137.0 km.
Pendiente media de la cuenca: 12.5%
Elevación media de la cuenca: 279.6 m.s.n.m.
Perímetro de la cuenca: 232 km.
Elevación máxima de la cuenca: 2129.9 m.s.n.m.

La magnitud y la distribución de la escorrentía superficial en una cuenca depende de muchos factores, tales como: las características físicas, geología, cobertura vegetal, etc. Para nuestro caso se ha dividido la cuenca en tres zonas: la parte alta, que comprende la zona norte hasta la estación Villerías, la cual presenta una alta escorrentía durante la época lluviosa, y una disminución en la época seca.

La escorrentía superficial presenta un comportamiento moderado en la parte media de la cuenca, la cual comprende desde la estación Villerías hasta la estación La Canoa. Sin embargo el área urbana esta propensa a sufrir inundaciones producto del desbordamiento del río, uno de los puntos propensos a verse afectados por estos desbordamientos esta situado en las cercanías de la colonia Jardines del Río ubicada en la parte sur del casco urbano de San Miguel. Además se incluye en la parte media lo que es la cuenca de la laguna de Olomega. Se destacan las zonas pantanosas en el área cerca de la laguna por lo superficial que se encuentra el manto freático.

La parte baja de la cuenca esta comprendida entre la estación La Canoa y la desembocadura de la cuenca. En esta área el río tiene poca pendiente, además de contar con un nivel freático superficial que contribuye enormemente a mantener la zona saturada, facilitando a que ocurran los desbordamientos. Actualmente se tienen las estaciones hidrométricas Vado Marín y Moropala, ubicadas en los municipios de El Tránsito y Concepción Batres, respectivamente.

2.2 Descripción de las estaciones de monitoreo, localizadas en la cuenca.

Actualmente se esta recibiendo la información de 4 estaciones hidrométricas, una ubicada en la parte alta, media y baja de la cuenca; estas poseen sensor de nivel y de precipitación. También, existen 3 estaciones meteorológicas ubicadas en la parte media y baja de la cuenca y 4 estaciones pluviométricas, que poseen sensor de precipitación, ubicadas en la parte alta, media y baja de la cuenca. Las once estaciones recolectan la información en unidades métricas.

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

Estación	Tipo de Estación	ID Estación	Coordenadas
San Francisco Gotera	Pluviométrica	22107390	N 13.6908, W 88.1095
Chapeltique	Pluviométrica	22108314	N 13.6424, W 88.2608
Volcán de San Miguel	Pluviométrica	503186AE	N 13.4426, W 88.2600
El Pacayal	Meteorológica	503113CC	N 13.4690, W 88.3233
San Miguel	Meteorológica	2211D192	N 13.4389, W 88.1591
Chirilagua	Pluviométrica	5034C264	N 13.2556, W 88.1966
Puerto Parada	Meteorológica	5032B43A	N 13.2507, W 88.4392
Villerías	Hidrométrica	5034816E	N 13.5173, W 88.1743
La Canoa	Hidrométrica	5034A782	N 13.3282, W 88.1655
Vado Marín	Hidrométrica	503150C6	N 13.3015, W 88.2899
Moropala	Hidrométrica	50345706	N 13.2839, W 88.3192

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 3 horas 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 , esa 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.

El análisis de la Información esta enfocado directamente a poder pronosticar el nivel que se registrara en la estación La Canoa ubicada en la parte media de la cuenca, conociendo el nivel registrado en la estación Villerías ubicada en la parte alta de la cuenca. Además es importante conocer el tiempo de transito de la onda, o sea, el tiempo en que tardara el nivel máximo registrado en la estación Villerías en desplazarse, hacia la estación La Canoa. Para pronosticar estos niveles y este tiempo de transito de la onda, el Servicio Hidrológico

Nacional a través del Área de Investigación Hidrológica a desarrollado unas curvas de correlación entre los niveles (Grafica 1), y entre los tiempos de transito registrados en las dos estaciones (Grafica 2). Así como, ha desarrollado los umbrales de nivel critico donde se distinguen las diferentes etapas hidrológicas que presentan las dos estaciones de la cuenca (tabla 1). Es de hacer mención especial que este tiempo de transito que se obtiene, después de realizar el análisis hidrológico respectivo, es el mismo tiempo con el que contarían los técnicos del CPH para poder avisarle a la gente de la Red Social, que vive en las comunidades ubicadas en la parte baja de la cuenca y en las riberas del río Grande de San Miguel. Adicionalmente a este proceso se cuenta con información de precipitación registrada aguas arriba de la cuenca específicamente en las estaciones pluviométrica de San Francisco Gotera y Chapeltique. Esta información fue analizada por el área de Investigación Hidrológica, y se lograron desarrollar graficas que relacionaban la cantidad de agua medida o precipitada en las estaciones meteorológicas y el efecto que causaban en las estaciones hidrométricas o de nivel. Estos análisis facilitan el poder conocer el comportamiento del nivel esperado en las estaciones hidrométricas. A manera de tener una idea del incremento de nivel del río en Villerías de acuerdo a la precipitación en la parte alta de la cuenca específicamente en las estaciones San Francisco Gotera y Chapeltique, se pueden tomar preliminarmente los siguientes rangos, los cuales deben irse validando y ajustando a medida que se tenga nueva información:

Rango de lluvia (mm)	**Rango de Incremento de nivel (m)**
0-20	0.2 - 3.4
20-40	1.2 - 4.8
40-60	2.0 - 6.0

Actualmente se cuenta con un Sistema de Pronóstico de Ríos para la cuenca, es el mismo sistema que se esta instalado para la cuenca del Río Lempa. El sistema NWSRFS, funciona con la información de la lluvia pronosticada y que proporciona el Centro de Pronóstico Meteorológico. Además se utiliza las condiciones iniciales de la cuenca, como la humedad del suelo, etc. Este sistema nos proporciona el pronóstico de las condiciones del nivel del río actuales y un pronóstico de sus condiciones esperadas hasta tres días al futuro.

Además se cuenta con un Sistema de Alerta Temprana alterno, este es diferente a los análisis Hidrológicos descritos anteriormente. Este sistema es automático, ya que enlaza vía fax a la alcaldía de Concepción Batres en el departamento de Usulután; que es el municipio al que corresponden varias comunidades localizadas en la parte baja de la cuenca del Río Grande de San Miguel, con la oficina del Centro de Pronóstico Hidrológico.

Funciona de la siguiente manera:

1. Ante la presencia de un evento extremo el monitoreo que se realiza en el CPH, es durante las 24 horas del día.

2. Al sobrepasar unos límites de umbrales predeterminados, ya sea de precipitación o de nivel, automáticamente se envía un fax hacia la alcaldía de Concepción Batres.
3. La alcaldía se encarga de transmitir el aviso de alerta vía teléfono a todas las comunidades que están organizadas y preparadas para poner en marcha los planes de emergencia desarrollados ante la presencia de un evento hidrometeorológico severo.
4. El CPH, estará pendiente del monitoreo constante, evolución o debilitamiento del fenómeno hidrometeorológico, y transmitirle la información oportuna a la alcaldía de Concepción Batres.

GRÁFICO 1

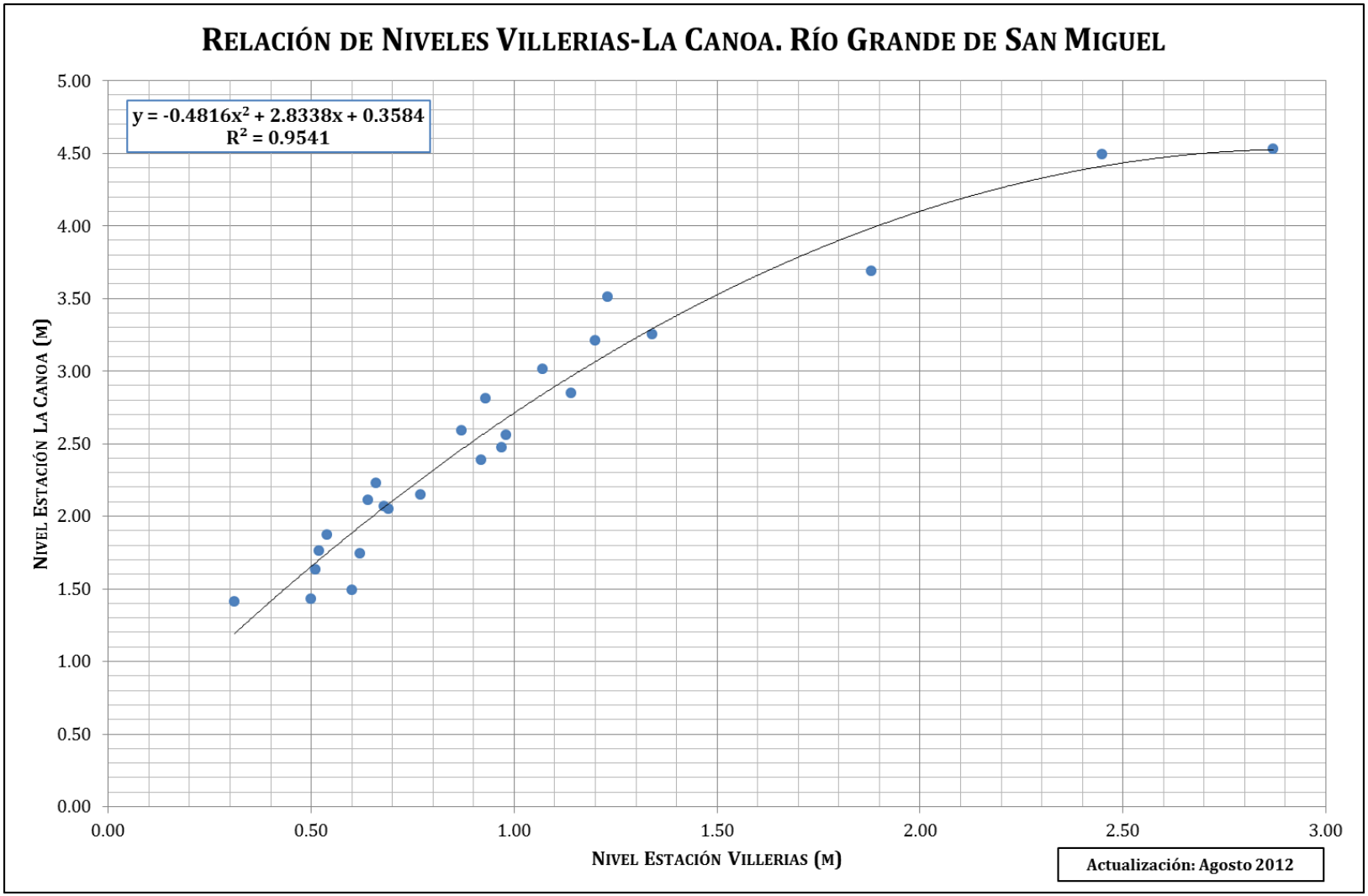

RELACIÓN DE NIVELES VILLERIAS-LA CANOA. RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL
y = -0.4816x² + 2.8338x + 0.3584
R² = 0.9541
NIVEL ESTACIÓN LA CANOA (M)
NIVEL ESTACIÓN VILLERIAS (M)
0.00
0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
Actualización: Agosto 2012

GRÁFICO 2

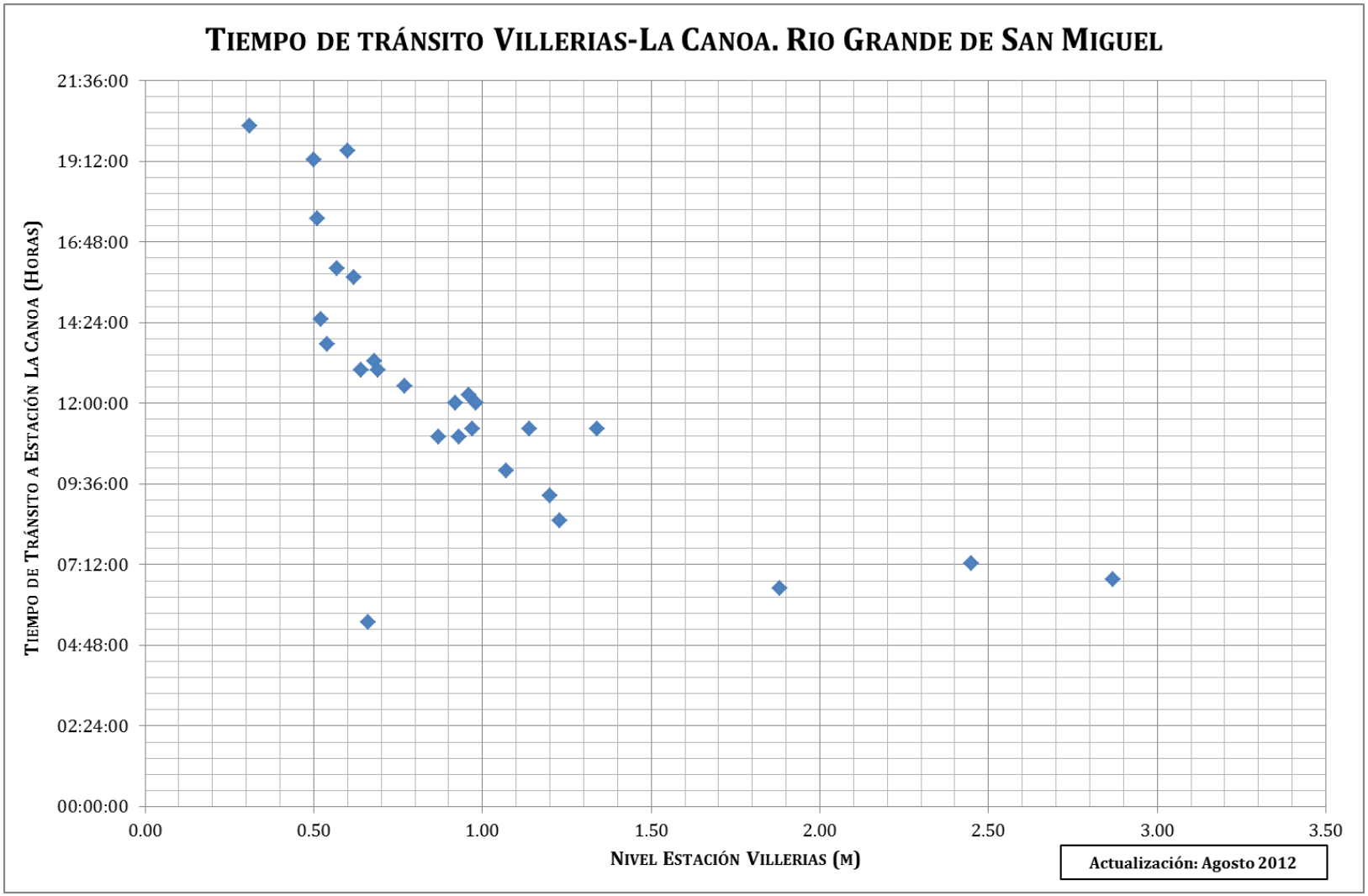

TIEMPO DE TRÁNSITO VILLERIAS-LA CANOA. RIO GRANDE DE SAN MIGUEL
TIEMPO DE TRÁNSITO A ESTACIÓN LA CANOA (HORAS)
21:36:00
19:12:00
16:48:00
14:24:00
12:00:00
09:36:00
07:12:00
04:48:00
02:24:00
00:00:00
0.00
0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
NIVEL ESTACIÓN VILLERIAS (M)
Actualización: Agosto 2012

TABLA 1 UMBRALES DE ALERTA DE ESTACIONES HIDROMETRICAS TELEMETRICAS

UMBRALES DE ALERTA DE ESTACIONES HIDROMETRICAS TELEMETRICAS			
ESTACION	**MONITOREO Y PREAVISO**	**AVISO**	**ALERTAY EMERGENCIA**
	0 - 75%	**75% - 90%**	**90% - 100%**
VILLERIAS*	0 - 3.60	3.60 - 4.40	4.40 - 5.00
LA CANOA			
VADO MARIN			
MOROPALA			

*Dato de umbral preliminar, que debe ser verificado en base a las secciones transversales

NOTA: el porcentaje se refiere, a la altura de la sección transversal en cada estación.

NIVEL DE REFERENCIA DE LA SECCION EN ESTACION VILLERIAS = 5.44 m

El nivel de referencia se tomó con base en la inundación del 20 de Septiembre de 1974.

NIVEL DE REFERENCIA DE LA SECCION EN ESTACION EL DELIRIO: 5.52 m

El nivel de referencia se tomó con base en el nivel de 5.24m correspondiente al Tr de 25 años.

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.

La estructuración de la Red se presenta en el siguiente cuadro:

RED DE OBSERVADORES LOCALES
CUENCA DEL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL

LUGAR	CONTACTO	TELEFONO	OBSERVACIONES	CONDICIONES
Jardines del Río	Jorge Alberto Flores	2667-5554	OK	ROJO
El Picudo	Francisco Mondragón	2661-4179	OK	ROJO
El Consuelo	Norma Emperatriz Sánchez	7781-3862	OK	ROJO
COED San Miguel	Gilberto Martínez	2660-7419 7872-8168 2660-1668 casa	OK	ROJO
Alcaldía de C. Batres	Marta Cecilia	2627-0202 2627-0350	OK	ROJO
Comunidad El Limón	Precedes de Jesús Reyes	7931-6442	OK	ROJO
Comunidad El Icaco	Ramón Méndez (Presidente ADESCO)	7479-1263	OK	ROJO
Comunidad Botoncillo 2	Rubén Arnulfo Rodríguez	7211-8093	OK	ROJO
Colonia Paniagua	José Alberto Vásquez	7585-6902	OK	ROJO
Colonia Las Flores	Gloria Marina Hernández de Rodríguez	7941-6106	OK	ROJO
Miembro comunal de Protección Civil de Paniagua	Marvin Alvarado	7735-1585	OK	ROJO
Col. Carrillo	Blanca Alvarado	2667-1744	OK	VERDE
Col. Carrillo	Sonia Maritza Hernández	2667-1745	OK	VERDE
El Zapotal	Josefa Campos	7825-7753	OK	VERDE
El Zapotal	Antonia Lazo	7710-1408 2601-3224	OK	VERDE
Hato Nuevo, Crio. Nance Amarillo	Lorena Guadalupe Galeas Merlos	2683-2229	OK	AMARILLO
Ctón. El Brazo	María Lilian Alvarado	2632-5117	OK	AMARILLO
Gobernación de San Miguel	Martín Fco. Zaldivar	2661-2311 2661-6090 fax	OK	AMARILLO
3era. Brigada de San Miguel	Cnel. Jorge Alberto Contreras	2250-0060 2250-0061 2250-0387 fax	OK	AMARILLO
PNC San Miguel	Comandante de turno	2671-6000 2671-6001 fax	OK	AMARILLO
Gobernación de Usulután	Julio Cesar Portillo	2662-0618	OK	AMARILLO

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

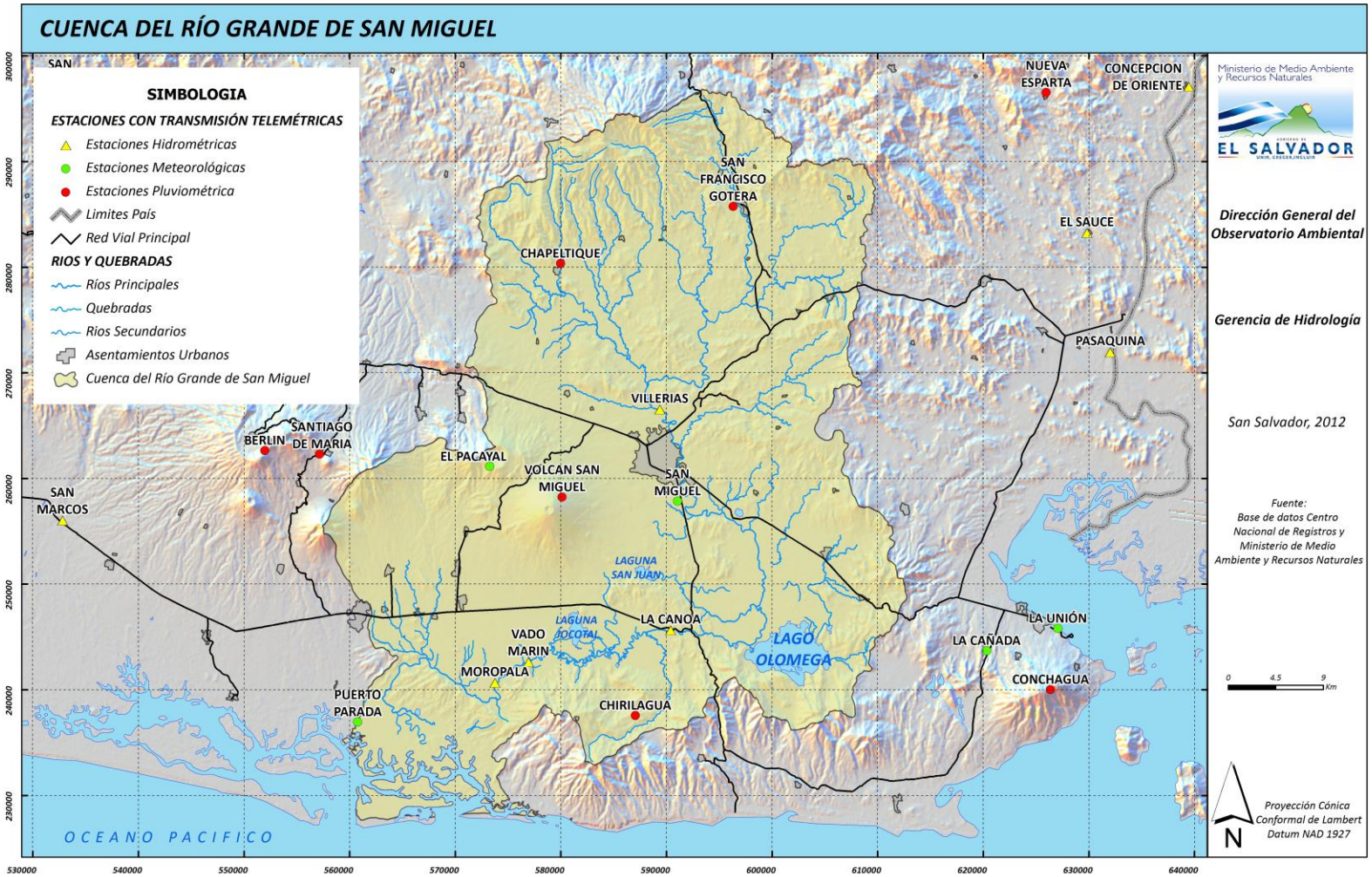
EL SALVADOR

Dirección General del Observatorio Ambiental

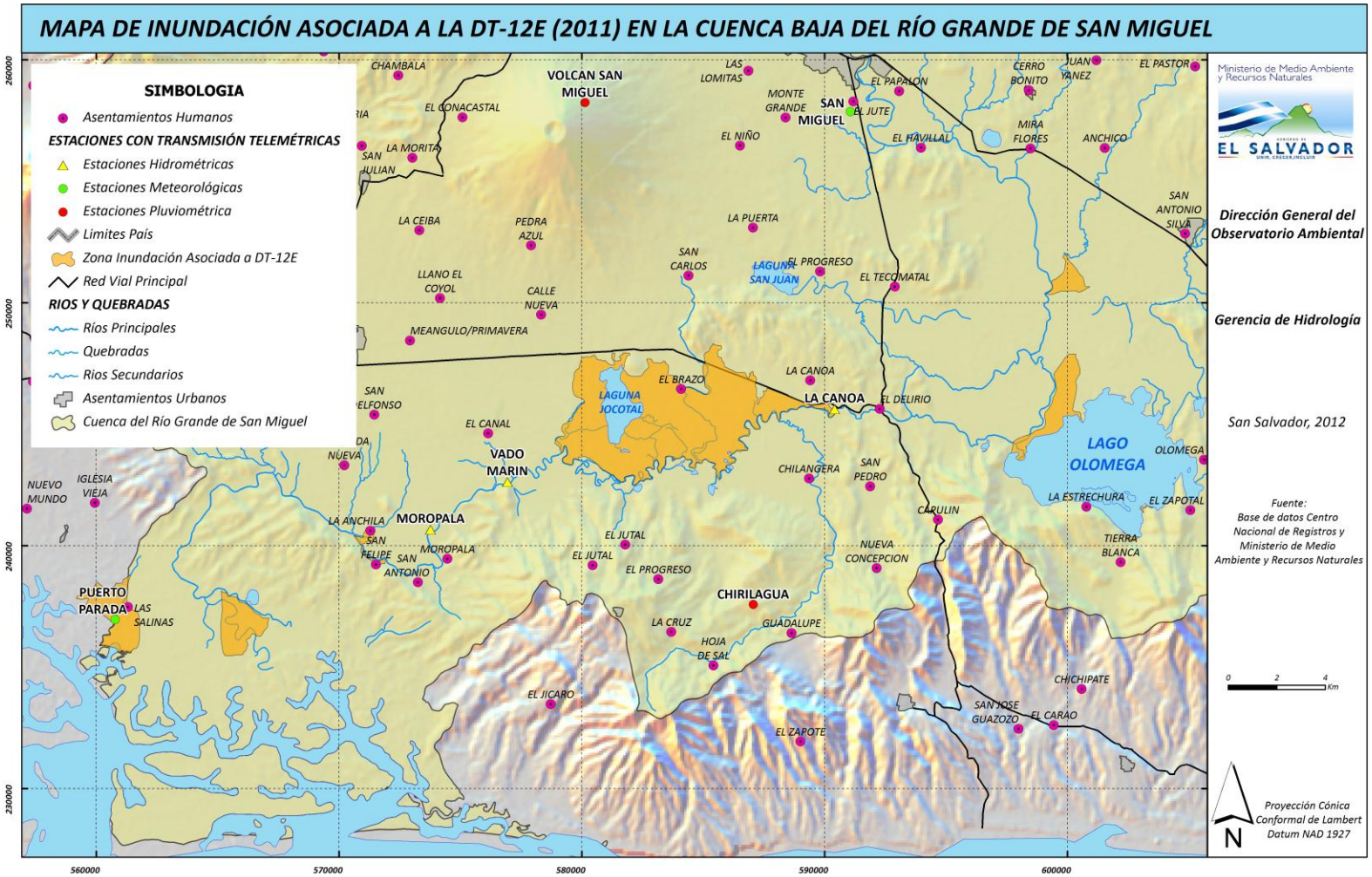
LUGAR	CONTACTO	TELEFONO	OBSERVACIONES	CONDICIONES
Alcaldía Municipal El Transito	Baltasar Parada	2820-4298 2616-0380 2616-0389	OK	**AMARILLO**
CDA - Usulután	Daniel González	2624 3475 7718 5433		**AMARILLO**
Alcaldía de Usulután.		2662-0103	OK	**AMARILLO**
6° Brigada Usulutan	Comandante de Turno	2250-0340 2662-0024	OK	**AMARILLO**
Alcaldía de Chapeltique	Alcalde José Rivas	2618-2273 2618-2360	Ok	**AMARILLO**
PNC Chapeltique	Jefe de Turno	2618-2032	OK	**AMARILLO**
Alcaldía Guatajiagua	Sr. Flores	2658-6223	OK	**AMARILLO**
Alcaldía Gotera		2601-6300	OK	**AMARILLO**
OYKOS Solidaridad	Giovanni Magaña	2616 - 0770		Trabajos varios en El Transito. Usulutan.

ACTUALIZACION: AGOSTO 2012

MAPA 1


CUENCA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL
SIMBOLOGIA
ESTACIONES CON TRANSMISIÓN TELEMÉTRICAS
Estaciones Hidrométricas
Estaciones Meteorológicas
Estaciones Pluviométrica
Limites País
Red Vial Principal
RIOS Y QUEBRADAS
Ríos Principales
Quebradas
Rios Secundarios
Asentamientos Urbanos
Cuenca del Río Grande de San Miguel
NUEVA ESPARTA
CONCEPCION DE ORIENTE
SAN FRANCISCO GOTERA
EL SAUCE
CHAPELTIQUE
PASAQUINA
VILLERIAS
SANTIAGO DE MARIA
BERLIN
EL PACAYAL
VOLCAN SAN MIGUEL
SAN MIGUEL
SAN MARCOS
LAGUNA SAN JUAN
LAGUNA JOCOTAL
LA CANOA
LAGO OLOMEGA
LA UNIÓN
LA CAÑADA
CONCHAGUA
VADO MARIN
MOROPALA
PUERTO PARADA
CHIRILAGUA
OCEANO PACIFICO
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
EL SALVADOR
Dirección General del Observatorio Ambiental
Gerencia de Hidrología
San Salvador, 2012
Fuente:
Base de datos Centro Nacional de Registros y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
0 4.5 9 Km
Proyección Cónica Conformal de Lambert
Datum NAD 1927
N
300000
290000
280000
270000
260000
250000
240000
230000
530000
540000
550000
560000
570000
580000
590000
600000
610000
620000
630000
640000

MAPA 2


MAPA DE INUNDACIÓN ASOCIADA A LA DT-12E (2011) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL
SIMBOLOGIA
Asentamientos Humanos
ESTACIONES CON TRANSMISIÓN TELEMÉTRICAS
Estaciones Hidrométricas
Estaciones Meteorológicas
Estaciones Pluviométrica
Limites País
Zona Inundación Asociada a DT-12E
Red Vial Principal
RIOS Y QUEBRADAS
Ríos Principales
Quebradas
Rios Secundarios
Asentamientos Urbanos
Cuenca del Río Grande de San Miguel
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
EL SALVADOR
Dirección General del Observatorio Ambiental
Gerencia de Hidrología
San Salvador, 2012
Fuente:
Base de datos Centro Nacional de Registros y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Proyección Cónica Conformal de Lambert
Datum NAD 1927
N
0 2 4 Km
VOLCAN SAN MIGUEL
SAN MIGUEL
LA CANOA
CHIRILAGUA
VADO MARIN
MOROPALA
PUERTO PARADA
LAGO OLOMEGA
LAGUNA JOCOTAL
LAGUNA SAN JUAN
CHAMBALA
EL CONACASTAL
LA MORITA
SAN JULIAN
LAS LOMITAS
MONTE GRANDE
EL JUTE
EL PAPALON
EL NIÑO
EL HAVILLAL
CERRO BONITO
JUAN YANEZ
EL PASTOR
MIRA FLORES
ANCHICO
SAN ANTONIO SILVA
LA CEIBA
PEDRA AZUL
LA PUERTA
SAN CARLOS
EL PROGRESO
EL TECOMATAL
LLANO EL COYOL
CALLE NUEVA
MEANGULO/PRIMAVERA
EL BRAZO
LA CANOA
EL DELIRIO
EL CANAL
CHILANGERA
SAN PEDRO
OLOMEGA
LA ESTRECHURA
EL ZAPOTAL
CARULIN
TIERRA BLANCA
NUEVA CONCEPCION
NUEVO MUNDO
IGLESIA VIEJA
LA ANCHILA
SAN FELIPE
SAN ANTONIO
EL JUTAL
EL PROGRESO
LAS SALINAS
LA CRUZ
GUADALUPE
HOJA DE SAL
EL JICARO
EL ZAPOTE
CHICHIPATE
SAN JOSE GUAZOZO
EL CARAO
260000
250000
240000
230000
560000
570000
580000
590000
600000