



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA SUR

ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GEOLOGÍA
MARINA

GEOMORFOLOGÍA Y RIESGOS POR INUNDACIÓN EN LA PARTE BAJA DE LA
CUENCA DE SAN JOSÉ DEL CABO B.C.S.
(UN ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL Y DE LA MANCHA URBANA
1970-2010).

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
GEOLOGA

PRESENTA
ANAHÍ MENDOZA ALBAÑEZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. SAÚL CHÁVEZ LÓPEZ

LA PAZ, B.C.S., OCTUBRE DE 2014

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo y paciencia durante la realización de esta tesis.

Agradecimiento al Dr. Payén-Izábal, Hugo Francisco y al cronista Ing. Eduardo Ruiz Castro, por la entrevista y aportación de fotografías del poblado de San José del Cabo.

A la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de CONAGUA, Delegación La Paz, Baja California Sur, por proporcionarme datos de las estaciones meteorológicas de San José del Cabo.

A la Dirección de Planeación Urbana y Ecología, de La Paz, Baja California Sur y al Instituto Municipal de Planeación Los Cabos (IMPLAN), por proporcionarme los planes de desarrollo urbano de San José del Cabo para los años de 1983, 1999 y 2011 y el Atlas de peligros naturales del centro de población de Los Cabos, B.C.S.

A la Dirección Municipal de Catastro Municipio de Los Cabos, por su proporción de los planos de San José del Cabo, San José Viejo-Veredas, Santa Rosa-Zacatal y Santa Anita.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Antecedentes.	1
I.2. Justificación.	2
I.3. Hipótesis.	3
I.4. Objetivos.	4
II. ÁREA DE ESTUDIO	5
II.1. Localización y acceso.	5
II.2. Reseña histórica de San José del Cabo.	6
II.3. Clima, vegetación y suelos.	8
II.4. Marco Geológico.	11
III. MARCO CONCEPTUAL Y DEFINICION DE RIESGO	15
IV. MATERIALES Y METODOS	18
V. RESULTADOS	22
V.1. Geomorfología.	22
V.2. Hidrología superficial.	37
V.2.1. Geomorfología e hidrología superficial de la cuenca de San José del Cabo como factor de riesgo a inundaciones.	43
V.3. Análisis de precipitaciones.	48
V.3.1. Aspectos meteorológicos como factor de riesgo a inundaciones. ...	55
V.4. Incidencia de huracanes.	61
V.4.1. Huracanes y tormentas tropicales como factor de riesgo a inundaciones.	66
V.5. Análisis del crecimiento demográfico - mancha urbana y actividad económica, del poblado de San José del Cabo B.C.S.	84
V.5.1. incremento de la mancha urbana de San José del cabo como factor de riesgo a inundaciones.	95

V.6. Evaluación del incremento de vulnerabilidad a inundaciones en el poblado de San José del Cabo, como efecto del incremento de su mancha urbana.	102
V.7. Estimación de posibles pérdidas económicas ante el riesgo de inundaciones en el poblado de San José del Cabo.	111
VI. CONCLUSIONES	118
VII. BIBLIOGRAFIA	121
ANEXO 1	

INDICE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio (en color rojo se delimita la cuenca hidrográfica de San José del Cabo).	5
Figura 2. a) Pintura del padre Jesuita Tirsch del poblado de San José del Cabo entre 1762-1767 (tomada del periodico La Tribuna, 2011). b) pintura de la misión de San José del Cabo en 1769, durante el funeral del científico francés Abbé Chappe D'Auteroche (fotografía de Mussées Nationaux y la Art Resource of New York, en Gámez, 2004).	7
Figura 3. Climas en el Estado de Baja California Sur (modificada de INEGI, 1996; CRM, 1999).	9
Figura 4. Vegetación de Baja California Sur (modificada de Arriaga, 1992).	10
Figura 5. Fisiografía de Baja California Sur, (modificada de INEGI, 1996; López Ramos, 1979).	11
Figura 6. Terrenos tectonoestratigráficos de Baja California Sur (modificada de CRM, 1999).	13
Figura 7. Geología estructural de Baja California Sur (modificada de CRM, 1999).	14
Figura 8. Unidades geomorfológicas principales del área de estudio (la línea segmentada en negro delimita las unidades y en rojo se delimita el parteaguas de la cuenca hidrográfica San José del Cabo B.C.S).	23
Figura 9. Modelo de pendientes en la cuenca San José del Cabo.	25
Figura 10. Geología de la cuenca de San José del Cabo (modificada de INEGI, 1998, CRM, 2002; SGM, 2008).	26
Figura 11. Trazo en planta de los perfiles topográficos que se muestra en la figura 13. Los números corresponden a los arroyos: 1) El Saltito, 2) San Lázaro, 3) San Miguelito, 4) La Palma, 5) San Ignacio, 6) Portezuelo, 7) Boca de La Sierra, 8) Las Pilas, 9) Santa Anita, 10) El Peyote y 11) La Calabaza (Imagen Tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013).	28
Figura 12. Perfiles topográficos: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', su trazo en planta se muestra en la figura 11.	29
Figura 13 . Límite inferior de la cuenca en el estero San José del Cabo. En la porción oeste el poblado de San José y al este el de La Playita; en la parte central el arroyo y el estero San José (Imagen Tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013). ..	35
Figura 14. Detalle del límite inferior de la cuenca en el estero San José del Cabo aislado de mar abierto por una barrera arenosa, dando origen a una pequeña laguna costera. (Imagen Tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013).	35
Figura 15. Red hidrográfica de la cuenca San José del Cabo.	38
Figura 16. Delimitación de cuenca hidrográfica de acuerdo a la definición geomorfológica y clasificada de acuerdo al orden cuantitativo de Horton – Strahler (tomada de Chávez-López, 2012).	39
Figura 17. Clasificación del orden de las corrientes en la cuenca San José del Cabo, de acuerdo al orden cuantitativo de Horton-Strahler.	40
Figura 18. Coeficientes de escurrimientos y orden de corrientes. en la cuenca San José del Cabo (Modificada de INEGI, 1988).	42
Figura 19. Modelo de elevación de la cuenca de San José del cabo, y polígonos de vulnerabilidad a inundaciones según Sánchez y Batista (2005).	45
Figura 20. Ubicación espacial de las estaciones meteorológicas en la cuenca San José del Cabo.	50

Figura 21. Distribución de isoyetas en la cuenca de San José del Cabo, según la carta hidrológica de aguas superficiales 1: 250,000 San José del Cabo F12-2-3-5-6 (INEGI, 1988), y ubicación espacial de las estaciones meteorológicas.	51
Figura 22. Distribución espacial de isoyetas, empleando datos de precipitación para los años de 1978 al 2010, de las estaciones meteorológicas: a) San José del Cabo, b) San Felipe, c) Caduaño, d) Yeneka, e) Santa Anita y Mangle.	53
Figura 23. Precipitación promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la cuenca San José del Cabo.	54
Figura 24. Ubicación de estaciones meteorológicas y de algunas zonas afectadas por la tromba de 1993 en la cuenca de San José del Cabo.	58
Figura 25. Trayectorias de tormentas tropicales y huracanes para el periodo de 1949 – 2010 que se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, Baja California Sur.	65
Figura 26. Trayectoria de depresiones, tormentas tropicales y huracanes con mayor influencia en Baja California Sur, durante el periodo de 1970-2010.	69
Figura 27. Interpolación de los datos de precipitación (isoyetas) de los huracanes Guillermo (1979), Irwin (1981), Paúl (1982), Kiko (1989, Lester (1992) y La Tromba (1993).	72
Figura Continua 27. Interpolación de los datos (isoyetas) del huracán Hilary (1993), Henriette (1995), Fausto (1996), Nora (1997), Isis (1998) y Frank (1998).	73
Figura Continua 27. Interpolación de los datos (isoyetas) de los huracanes Juliette (2001), Marty (2003), Ignacio (2003), Henriette (2007), Lowell (2008) y Georgette (2010).	74
Figura 28. Distribución de las isoyetas de precipitación de acuerdo al promedio de 17 fenómenos meteorológicos (huracanes y tormentas tropicales), para la simulación de un escenario probable de distribución de lluvias extraordinarias en la cuenca San José del Cabo.	78
Figura 29. Proceso de marea de tormenta, como efecto de los fuertes vientos asociados a una tormenta tropical o huracán.	81
Figura 30. Aéreas de inundación por efecto de Marea de Tormenta en la cuenca de San José del Cabo, De acuerdo a la escala Saffir-Simpson, empleada para clasificar la intensidad de los ciclones tropicales (Tabla q) (Tomada de: CENAPRED, Diagnóstico e Identificación de Riesgos de Desastres en México).	81
Figura 31. Población total de Baja California Sur de 1950 – 2010 y Delegaciones San José - Santiago (1950-1970) municipio de Cabo San Lucas (1980-2010).	87
Figura 32. Actividad económica por sector (primario, secundario y terciario) del Estado de Baja California Sur de 1930 – 2009.	87
Figura 33. Crecimiento de población en San José del Cabo de 1970 al 2010.	88
Figura 34. Porcentaje de la población ocupada por sectores económicos del municipio de Los Cabos de 1990 a 2010 (Diagnóstico Ambiental de Baja California Sur, 1998; XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 y Censo de Población y Vivienda, 2010).	89
Figura 35. Proyección del incremento de población de San José del Cabo y Cabo San Lucas al año 2040 (IMPLAN Los Cabos, 2011).	91
Figura 36. Proyección de crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo y Cabo San Lucas al año 2040 (IMPLAN Los Cabos, 2011).	92
Figura 37. Incremento de la mancha urbana de San José del Cabo de 1973 al 2010. .	93
Figura 38. Efecto espacial del crecimiento de la mancha urbana del poblado de San José del Cabo de 1973 al 2010.	94

Figura 39. Relación de pérdida de área de escurrimiento de la parte media y baja de la cuenca de San José del Cabo, como efecto del aumento de su mancha urbana (1973 - 2010).	96
Figura 40a. Geomorfología, hidrología y rangos de vulnerabilidad de la parte baja y media de la cuenca de San José del Cabo. Escenario en condiciones prístinas.	100
Figura 40b. Resume el crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo (1973 - 2010) y Zonas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros Naturales (2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (2012).	101
Figura 41. Efecto en el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones, debido al incremento de la mancha urbana: a) poblado de San José del Cabo en 1973 (1.2 km ²), y puntos identificados, como áreas de riesgo a inundación; b) incremento de la mancha urbana al año 2010 (38.2 km ²) y puntos identificados, como áreas de riesgo a inundación en el Atlas de Peligros Naturales (2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (2012).	104
Figura 42. Tendencia del incremento de la mancha urbana (área) de San José del Cabo ($\Delta s/\Delta T$), representada como perdida de área de escurrimiento.	107
Figura 43. Aumento de la vulnerabilidad a inundaciones en el poblado de San José del Cabo, como respuesta al incremento de su mancha urbana, y áreas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros Naturales (2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (2012).	109
Figura 44. Distribución de daños por tipo de evento (Tomada de CENAPRED, 2001).	111
Figura 45. Zonificación catastral y rango de vulnerabilidad a inundaciones.	115

INDICE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los riesgos de origen natural: geológicos e hidrometeorológicos (CENAPRED (2001)).	17
Tabla 2. Clasificación de riesgos debido a la actividad humana: químicos y sanitarios (CENAPRED (2001)).	17
Tabla 3. Clasificación de riesgos debido a la actividad humana: socio-organizativos (CENAPRED (2001)).	17
Tabla 4. Vulnerabilidad según la relación entre inundaciones y la altura del terreno (Sánchez y Batista, 2005).	47
Tabla 5. Ubicación geográfica y resumen de datos de precipitación media anual de las estaciones meteorológicas en la cuenca de San José del Cabo.	48
Tabla 6. Estaciones meteorológicas y precipitación media anual para el periodo de 1978 a 2010 CONAGUA; CNA (en línea).	52
Tabla 7. Precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo durante las lluvias del 3 y 4 de noviembre de 1993 (CNA).	56
Tabla 8. Clasificación de los ciclones tropicales de Saffir-Simpson (CENAPRED, 2013).	63
Tabla 9. Registro de tormentas tropicales y huracanes para el periodo de 1949 – 2010 que se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, Baja California sur.	64
Tabla 10. Registros de precipitación (mm) de las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo, durante las tormentas y huracanes, con influencia en B.C.S. para el periodo de 1970-2010. Depresiones Tropicales (DT), Tormentas Tropicales (T) y Huracanes (H, el numero asociado en la tabla representa la categoría).	68
Tabla 11. Clasificación de lluvias según su intensidad en 24 horas (CENAPRED, 2004).	76
Tabla 12. Estaciones meteorológicas y promedios de 17 tormentas tropicales y huracanes en la cuenca de San José del Cabo.	77
Tabla 13. Aumento de la vulnerabilidad a inundaciones como efecto del incremento de la mancha urbana (perdida de área de escurrimiento) de San José del Cabo al año 2010.	105
Tabla 14. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en el periodo 1999-2006.	112
Tabla 15. Zonas homogéneas y vialidades especiales 2013.	114

INDICE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Vista de Este a Oeste de la cuenca. En primer plano se muestra el valle aluvial, integrado por depósitos Cuaternarios. En segundo plano, la sierra alta constituida por roca de composición granítica y caracterizada por pendientes pronunciadas y cimas irregulares con picachos.	24
Fotografía 2. a) Se observan los valles intermontanos compuesto por rocas graníticas y depósitos arenosos aluviales, formados entre montañas, además se muestra a la construcción de la actual presa San Lázaro, b) se muestra la cortina de la presa cuyo desfogue es hacia el arroyo San Lázaro (4° orden) el cual a su vez se integra aguas abajo a la corriente principal del arroyo San José (6° orden) (Fig. 12, 18).	27
Fotografía 3. Se presenta con una orientación NW-SE. En primer plano se muestra la cañada las cuales presentan pendientes pronunciadas y valles aluviales angostos. En segundo plano la sierra alta, caracterizada con un paisaje irregular, en contacto con la sierra alta se encuentra la llanura aluvial que corresponde a Mesa San Bernabé y al fondo las sierras bajas las cuales son menos pronunciadas.	30
Fotografía 4. En primer plano se muestra a la sierra alta y a la cañada con orientación NW-SE, en segundo plano a la llanura aluvial Mesa San Bernabé y en última instancia a la sierra baja que corresponde a los Cerros en Santa Catarina con 240 msnm y Santa Gertrudis a 200 msnm.	30
Fotografía 5. Panorámica tomada de NW- SE, en primer plano se muestra el poblado de San José, en segundo de muestra el valle aluvial, posteriormente la sierra baja y en la parte superior derecha parte de la zona costera.	33
Fotografía 6. En primer plano se observa el arroyo San José y los escarpes erosivos de aproximadamente 5 metros de altura, sobre el cual se asienta la Colonia Santa Anita. Al fondo se aprecia la sierra alta.	33
Fotografía 7. Detalle de la barrera arenosa que protege al estero San José del Golfo de California.	37
Fotografía 8. Zona turística hotelera en la franja costera, de San José del Cabo. ...	37
Fotografía 9. Se muestra el arroyo "Don Guillermo", visto el 4 de noviembre de 1993, a las 9 de la mañana, desde el puente del Rosarito (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).	58
Fotografía 10. Actual calle Francisco Payén Sandoval, en la parte superior derecha la iglesia de Guymitas. En el lugar donde se observa el carro hundido actualmente hay una gasolinera (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).	59
Fotografía 11. Vado de Santa Rosa, actualmente hay unidad habitacional (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas A.C).	59
Fotografía 12. Carros y casas sepultadas como parte de los daños causados por la tromba del 3 de noviembre de 1993 "gran diluvio" (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).	60
Fotografía 13. Erosión y destrucción del puente Chileno, por la tromba del 3 de noviembre de 1993 "gran diluvio" (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).	60
Fotografía 14. Erosión y destrucción del puente Palmilla por la tromba del 3 de noviembre de 1993 "gran diluvio". Hacia la derecha, actualmente se encuentra un campo de golf (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces	

Cabeñas AC).	60
Fotografías 15. Estas imágenes muestran el efecto de la inundación, causada por el ciclón Kiko de categoría 3 en agosto de 1989, así como parte de los daños en San José del Cabo (fotografías proporcionadas por el Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas A.C.).	71

RESUMEN

El área de estudio se localiza en la región meridional del estado de Baja California Sur. El poblado de San José del Cabo en su mayor parte ocupa la parte baja y media de la porción occidental de la cuenca hidrográfica del mismo nombre, la cual se emplea como condición de contorno para analizar el riesgo a inundaciones en dicho poblado.

Para abordar el estudio se emplea como plataforma de trabajo un sistema de información geográfica (SIG), empleando la metodología de cambios geomorfológicos, descrita en el manual de Engineering and Design Coastal Geology of Department the US ARMY, así como el método EPR (End Point Rate) descrito en Coastal Monitoring, para estimar la tasa de transformación del entorno geomorfológico ($RL = (\Delta S / \Delta T)$) y el coeficiente de correlación (R^2).

La cuenca de San José del Cabo es exorreica con 184 km de perímetro y un área de 1275 km², su red hidrográfica es de tipo dendrítico subparalelo y régimen intermitente de sexto orden. La integran tres unidades geomorfológicas principales: sierras (alta y baja), llanura aluvial y franja costera. De estas destacan los aspectos físicos de la sierra alta ubicada en la porción occidental de la cuenca, al referirlos como factores de riesgo a inundaciones, puesto que durante episodios de lluvia dichos aspectos aumentan el riesgo a inundaciones. En general el gradiente altimétrico de la cuenca le confiere rangos de vulnerabilidad; de intensamente a poco inundable, a partir del área cercana a la línea de costa y hasta la cota topográfica de los 140 msnmm respectivamente. Por lo que su parte baja y media (llanura aluvial), por su bajo relieve topográfico y escasa pendiente presenta el mayor riesgo y vulnerabilidad natural a inundarse.

Las características climáticas de la de la cuenca de San José del Cabo son de aridez, sin embargo sus aspectos meteorológicos se presentan como un factor de riesgo ya que existen antecedentes de lluvias extraordinarias referidas como trombas. De igual forma su ubicación geográfica, la sitúa en una región de alta probabilidad a incidencia de huracanes, por lo que estos cobran importancia, como la principal amenaza al riesgo de inundaciones, ya que de los huracanes formados en

la cuenca oriental del Pacífico Norte, el 16 % impactan en la región de Los Cabos, lo que representa el 0.65 probabilidad con un promedio de 1.5 huracanes por año. Dicho riesgo se incrementa con el Índice de Oscilación Austral (IOA), puesto que cuando se presenta un evento ENOS, las posibilidades de lluvia y el número de huracanes se incrementan.

El municipio de Los Cabos, cobra importancia demográfica y económica, a partir de la década de 1980, con una reconversión del sector económico primario al terciario, basado principalmente en la actividad turística. Actualmente, la tasa de crecimiento demográfico de Los cabos, ha superado las expectativas, de tal manera que para el año 2015, se espera que superara a la población del municipio de La Paz. El acelerado crecimiento demográfico en el poblado de San José del Cabo, se refleja en el incremento de su mancha urbana con poca o nula planificación, generando importantes modificaciones en la geomorfología de la porción occidental de la cuenca; convirtiéndose así en un factor de riesgo inducido (antrópico). De acuerdo a la estimación de la tasa de transformación del entorno geomorfológico ($RL = \Delta S / \Delta T = 0.9 \text{ km}^2/\text{año}$) y al coeficiente de correlación ($R^2 = 0.9$), se determina que los rangos de vulnerabilidad natural a inundación para el periodo analizado (1973 - 2010), se han incrementado como efecto del incremento de la mancha urbana de San José del Cabo, cuya respuesta en el tiempo se traduce en pérdida de área de drenaje y escurrimiento, lo cual ha condicionado el aumento del riesgo y vulnerabilidad a inundaciones, ya que su efecto durante las lluvias, es el retardo de la salida de agua hacia el mar, incrementando la vulnerabilidad a inundaciones, de tal manera que áreas por arriba de la cota de 160 msnmm que hasta 1973 no presentaban rango de vulnerabilidad a inundaciones, actualmente se considera con un rango de poco inundable. Por lo que la ubicación y distribución altimétrica del poblado de San José del Cabo en la cuenca, en general le confiere algún rango de vulnerabilidad a inundarse (intensamente a poco inundable), consecuentemente ante las amenazas meteorológicas que condicionan el riesgo de inundaciones, es de esperar causen importantes pérdidas económicas llegando a convertirse en desastres.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Antecedentes.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2001), a nivel mundial el riesgo por inundaciones ha ido en aumento de forma exponencial en las últimas décadas, debido a los procesos inducidos por las transformaciones antropogénicas de los sistemas naturales de drenaje, cómo son los cauces de los arroyos y ríos, los cuales en algunos casos han sido modificados por asentamientos irregulares.

México no ha sido ajeno a estas situaciones, ya que las inundaciones ocurren en diferentes Estados del país, tales se han originado en las partes medias y bajas de las cuencas, las cuales por lo general presentan un relieve topográfico relativamente plano y adyacente a ríos o arroyos; por lo que durante lluvias torrenciales asociadas al paso de ciclones y/o tormentas tropicales, son sujetas a inundación cuando la cantidad de lluvia sobrepasa la cantidad de descarga del agua y su absorción en los suelos generando el rebase de su cauce. Estas áreas corresponden a valles aluviales o llanuras de inundación, donde su amplitud es función de diversos parámetros como son la magnitud de los caudales, la topografía del lugar, la cantidad de sedimentos transportados, dureza del fondo y paredes del cauce. Debido a esto las llanuras de inundación o valles aluviales son de naturaleza cambiante, por lo que no se consideran estáticas ni estables, lo que constituye un peligro para las actividades que se desarrollen en ellas.

Los daños ocasionados por las inundaciones producen un impacto socio-económicos, en variados sectores de la economía, como es el caso de la agricultura, vivienda, comercio, industria, y afecta a los servicios públicos (Beltrán, 2000).

En Baja California Sur, los trabajos que se han realizado referentes a riesgos son escasos, pese a que se ubica en una región sujeta a huracanes y tormentas tropicales que producen lluvias torrenciales. Entre los trabajos que se han realizado

referente a riesgos se encuentra el de (Beltrán, 2000), quien realizó una identificación y evaluación de riesgo asociados a los fenómenos hidrometeorológicos que ponen en peligro a la ciudad de La Paz, por medio de un análisis de las variables ambientales (amenaza, vulnerabilidad y riesgo).

Martínez-Noriega (2003), elaboró un estudio de evaluación y riesgo por avenidas fluviales en La Paz, para medir el cambio ambiental y sus repercusiones en la vida, salud y economía de la población.

López y Villers (1998), para la zona de Los Cabos, realizaron una caracterización de los componentes ambientales en relación con los aspectos naturales, sociales, y económicos. Rojas (2007), por su parte en el área de Cabo San Lucas realizó un estudio para identificar las zonas susceptibles a inundaciones y erosión, como resultado de las altas precipitaciones pluviales que llegan a presentarse en la región.

Para el área de San José del Cabo, a la fecha los trabajos relacionados a riesgos, se limita a la elaboración de un atlas municipal, en el cual se abordan diferentes tópicos de manera muy general; por lo que en este trabajo se abordará de manera detallada lo relacionado a riesgos por inundaciones en la parte baja de la cuenca San José del Cabo.

I.2. Justificación.

La porción meridional del Estado de Baja California Sur, en donde se ubica el poblado de San José del Cabo es una de las regiones más expuesta a los huracanes y tormentas tropicales, los cuales producen precipitaciones que llegan a superar en cuestión de horas la precipitación promedio anual. Esto ocasiona corrientes torrenciales cuya respuesta se ve reflejada en cambios en las formas del relieve, en la parte baja de la cuenca donde se encuentra el poblado antes referido. De hecho

se tienen antecedentes de inundaciones desde 1793, cuando el templo de la misión de San José del Cabo fue destruido y reubicado.

De aquí que el estudio de la geomorfología de la cuenca y su análisis de riesgos por inundación, adquiere interés e importancia debido al acelerado crecimiento poblacional y mancha urbana así como a la importancia que dicho poblado ha adquirido en las últimas décadas como destino turístico internacional y consecuentemente con esto la importancia socioeconómica para el Estado.

Teniendo en cuenta estos argumentos el presente trabajo se justifica efectuando como parte del Proyecto de Procesos Costeros (PC 0.16: Morfodinámica Hidrodinámica y Modelado Costero) del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., con base en el análisis de los aspectos físicos de la cuenca y el crecimiento de la mancha urbana como un factor de riesgo; teniendo como parte de los objetivos elaborar el mapa de riesgo por inundaciones.

Esto será el resultado de una investigación académica, que tiene una aplicación práctica ya que se empleara como plataforma de trabajo un sistema de información geográfica (SIG) el cual puede ser utilizado para actualizar y modificar el atlas de riesgos del Municipio de Los Cabos, así como en la planificación y ordenamiento de los futuros desarrollos urbanos de San José del Cabo, B.C.S.

I.3. Hipótesis.

El bajo relieve topográfico en los valles aluviales que integran las porciones medias y bajas de las cuencas hidrográficas, las hace más vulnerables a ser inundadas durante eventos de lluvias extraordinarias.

Considerando lo anterior se plantea como hipótesis que el riesgo a inundaciones en la porción baja de la cuenca San José del Cabo, B.C.S, ha tendido a incrementarse en las últimas décadas por efecto del crecimiento anárquico de su mancha urbana.

I.4. Objetivos.

Analizar los cambios causados en la geomorfología de la parte media y baja de la cuenca de San José del Cabo, por efecto del crecimiento de su mancha urbana; así como analizar dicho crecimiento en tiempo-espacio (1970-2010), como un factor de riesgo por inundaciones.

Para lograr los objetivos antes mencionados, se plantean los siguientes objetivos particulares:

1. Describir la morfometría y geomorfología de la cuenca de San José del Cabo.
2. Analizar los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca de San José del Cabo, como lluvias típicas, y lluvias extraordinarias asociadas a tormentas tropicales y ciclones (aspectos hidrometeorológicos).
3. Analizar el crecimiento poblacional, actividad económica y aumento de la mancha urbana para el periodo de 1970 al 2010.
4. Identificar en tiempo y espacio los cambios geomorfológicos inducidos por el crecimiento poblacional y la mancha urbana en la parte baja de la cuenca de San José del Cabo (1970-2010).
5. Analizar de acuerdo a los aspectos geomorfológicos e hidrometeorológicos, así como del crecimiento poblacional y mancha urbana (1970-2010) las zonas con mayor vulnerabilidad a ser afectadas por inundaciones.
6. Evaluar de acuerdo a datos catastrales, las posibles pérdidas económicas ante el riesgo de inundaciones en la mancha urbana.

En su conjunto con el cumplimiento de estos objetivos se elaborara el diagnóstico para identificar zonas de riesgo y vulnerabilidad a inundación, como efecto de lluvias torrenciales en la parte baja y media de la cuenca de San José del Cabo.

II. ÁREA DE ESTUDIO

II.1. Localización y acceso.

El área de estudio se encuentra ubicada en la porción meridional del Estado de Baja California Sur, México. Limitada geográficamente por las coordenadas 23°05′, 23°25′ latitud norte y por los meridianos 109°35′ y 110°00′ de longitud oeste (Fig. 1).

Se encuentra bien comunicada tanto por vía terrestre, aérea y marítima.

Por vía terrestre el acceso desde la ciudad de la Paz (capital del Estado) es por la carretera federal No. 1, con dos opciones: (1) por Todo Santos (cuatro carriles, y (2) por El Triunfo (dos carriles). Por vía aérea se cuenta tanto en la Ciudad de La Paz como en San José del Cabo con los aeropuertos internacionales. Por vía marítima el acceso es por el Océano Pacífico y el Golfo de California; San José del Cabo cuenta con la marina Puerto Los Cabos para el atraque de embarcaciones de poco calado.

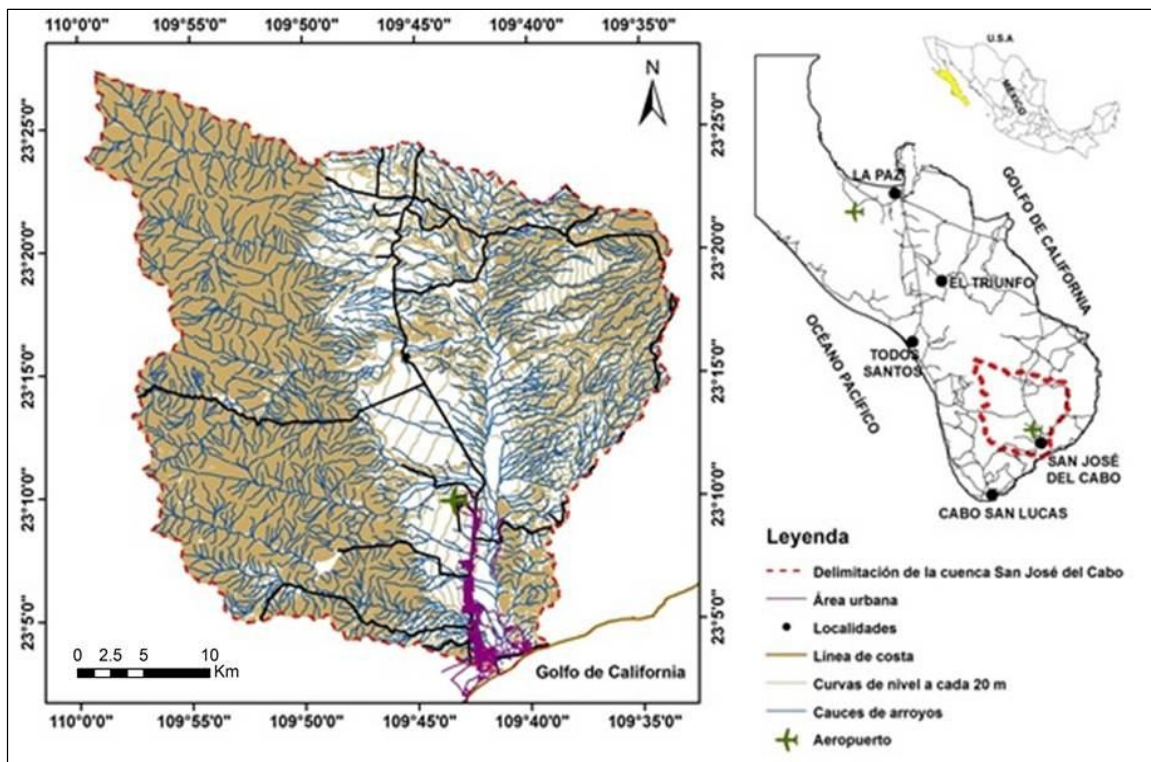


Figura 1. Localización del área de estudio (en color rojo se delimita la cuenca hidrográfica de San José del Cabo).

II.2. Reseña histórica de San José del Cabo.

Según Cariño (1997), los Californios fueron grupos nómadas y establecieron recorridos más o menos fijos donde los puntos de referencia eran los aguajes y las cuevas que sirvieron de alojamiento. Solamente las familias extensas o grupos, cuyos recorridos continuamente tocaban la costa, tuvieron actividades de pesca y colecta de productos marinos. La misma autora refiere que los Guaycuras, y principalmente los Pericues, fueron los que mayor contacto tuvieron con el medio marino. Es así que la zona más poblada se localizaba en el sur, ya que el resto de la península exigía, por su aridez, la existencia de poblaciones restringidas y dispersas. La explotación de los bancos perleros, fue una de las principales razones que impulsaron la colonización de la península tras numerosos intentos fallidos; entre los que destacan el de Hernán Cortés quien el 3 de mayo de 1535, llega a lo que actualmente conocemos como Bahía de La Paz y la nombra Bahía de La Santa Cruz.

La persistencia del padre Kino y la gestión del padre Juan María de Salvatierra para continuar con la obra evangelizadora en la península, da fruto, y el 6 de febrero de 1697, se concede a la Compañía de Jesús el monopolio evangelizador de la península, logrando entre 1697 y 1768 el establecimiento de dieciocho misiones; las cuales podemos referir como el primer precedente exitoso hacia la colonización de la península, el cual no hubiese sido posible sin el apoyo y ayuda de las etnias indígenas Guaycura, Pericú y Cochimí (Californios) (Cariño,1997).

Dentro de estas misiones destaca la de San José del Cabo Añuití fundada el 8 de abril de 1730 por el jesuita Nicolás Tamaral y el padre visitador José Echeverría, en cuyo momento se fundó con una población aproximada de 1,000 habitantes, entre indígenas y españoles (Ruiz–Castro y Payén-Izábal, 2012, comunicación personal). Originalmente la misión se estableció cerca de la playa, junto al estero San José, en el área que actualmente es el panteón, cambiándose poco después por problemas de inundación y por considerar al sitio como insalubre, al lugar que actualmente se conoce como San José Viejo. (Fig. 2).

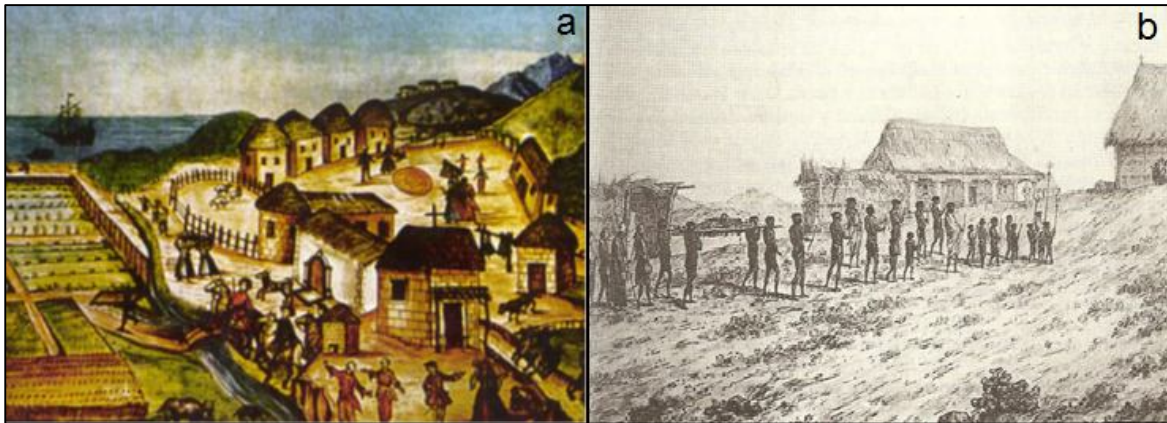


Figura 2. a) Pintura del padre Jesuita Tirsch del poblado de San José del Cabo entre 1762-1767 (tomada de Verdugo, 2011). b) pintura de la misión de San José del Cabo en 1769, durante el funeral del científico francés Abbé Chappe D'Auteroche (fotografía de Musées Nationaux y la Art Resource of New York, en Gámez, 2004).

En 1793 el templo de la misión fue destruido por otra inundación y fue reconstruido en 1799. El 17 de febrero de 1822, un ataque del navío “independencia” de insurgentes chilenos, fue rechazado y dejó la misión en tan malas condiciones que acabó por ser abandonada permanentemente en 1840, influyendo también para esto la falta de personal. Posteriormente, entre 1920 – 1940, se da lo que se conoció en San José del Cabo como la época de oro, por ser un periodo de mucho auge económico, debido a la siembra y cultivo de la caña de azúcar y producción de tomate (Río, 1984).

Actualmente de la misión de San José Viejo no queda nada, la iglesia que hoy existe fue construida en 1940 (Verdugo, 2011), y se ubica en la Plaza Mijares, y San José del Cabo y Cabo San Lucas conforman actualmente un corredor turístico en una franja costera de 33 km de longitud.

II.3. Clima, vegetación y suelos.

Baja California Sur, es una de las entidades más áridas del país, sus aspectos orográficos tienen una influencia importante en la distribución y variación climática del Estado, la cual de acuerdo a la clasificación propuesta por Köppen y modificada por García (1973), predomina el grupo y subgrupos de clima seco (Fig. 3).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1996), en la porción sur de la península, en donde se ubica el área de estudio (Fig. 1), el gradiente altimétrico de la sierra de La Laguna (mayores elevaciones del Estado 800 a 2200 msnmm), condiciona variaciones importantes en la temperatura y precipitación, en distancias relativamente cortas, ya que mientras en las partes altas de la sierra se presenta un clima templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 14.7 °C y precipitación total anual entre 500 a 700 mm, (la mayor de todo el Estado), hacia las partes bajas en donde se ubica el área de estudio predomina el clima muy seco muy cálido y cálido (BW (h'')), con temperatura media anual de entre 22 a 24 °C y precipitación total anual de entre 200 a 300 mm.

Resulta conveniente destacar que las características climáticas resumidas anteriormente para Baja California Sur, son más complejas de lo que se sugiere, debido en buena medida a los sistemas convectivos originados en latitudes menores que producen lluvias durante el verano y el otoño, asociadas a la presencia de ciclones y tormentas tropicales, cuya frecuencia en el Pacífico oriental se enfatiza en el mes de septiembre (Latorre y Penilla, 1988). Dada la importancia de estos eventos meteorológicos para el presente trabajo, esto se retoma posteriormente con mayor detalle en el análisis de las estaciones meteorológicas en el apartado de resultados. Visto a los huracanes, como la principal amenaza que condiciona inundaciones en la cuenca de San José del Cabo.

Las características orográficas y climáticas descritas, condicionan a su vez la distribución de vegetación en la región la cual presenta condiciones ecológicas muy

particulares, condicionadas por el aislamiento de la sierra de La Laguna, en donde se ubica el único bosque de pino–encino, lo cual contrasta con la vegetación tipo matorral *Sarco Crasicaule* que caracteriza la aridez del área de estudio así como de la mayor parte del Estado (INEGI, 1996; Arriaga, *et al.*, 1992) (Fig. 4).

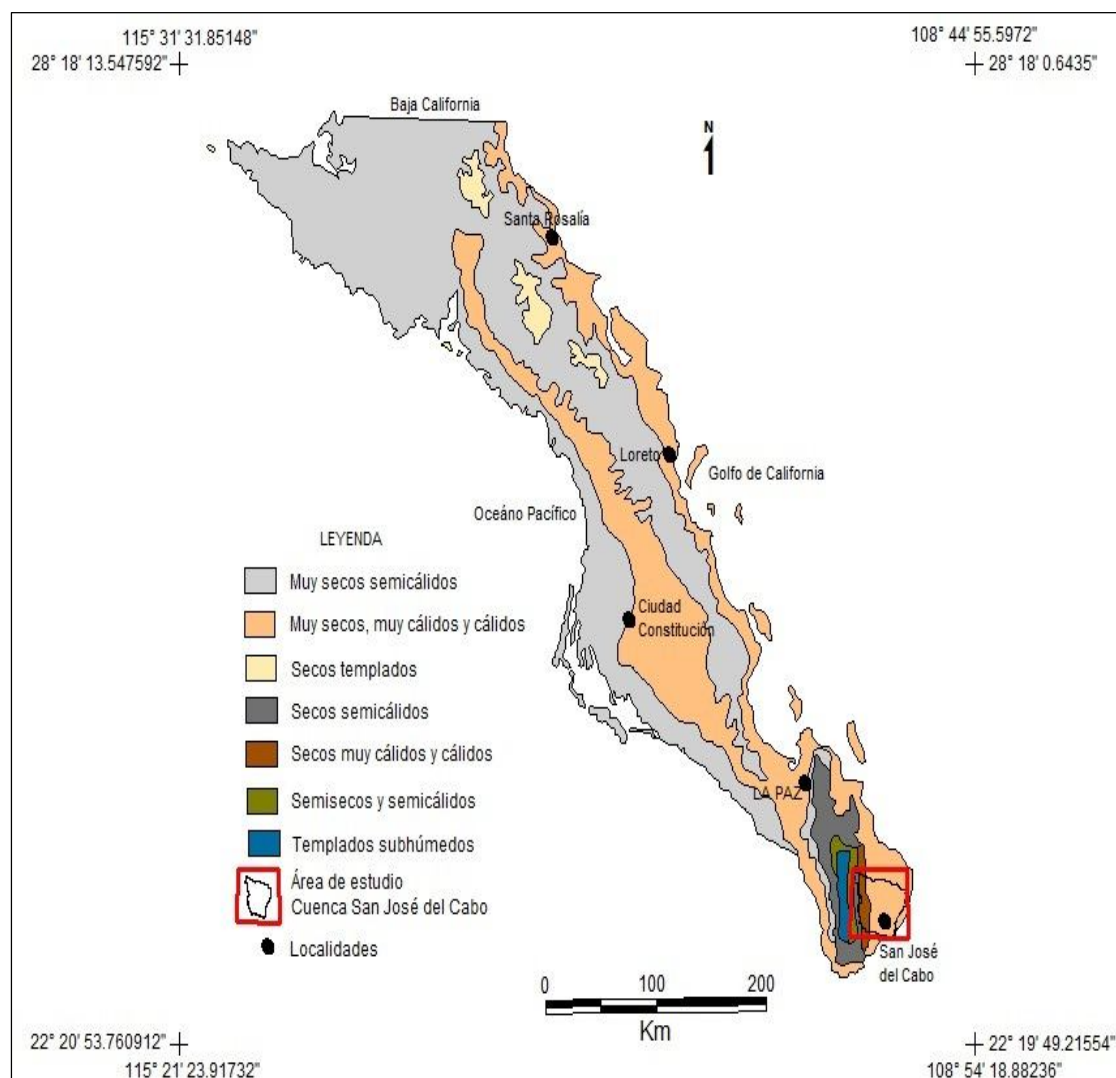


Figura 3. Climas en el Estado de Baja California Sur (modificada de INEGI, 1996; CRM, 1999).

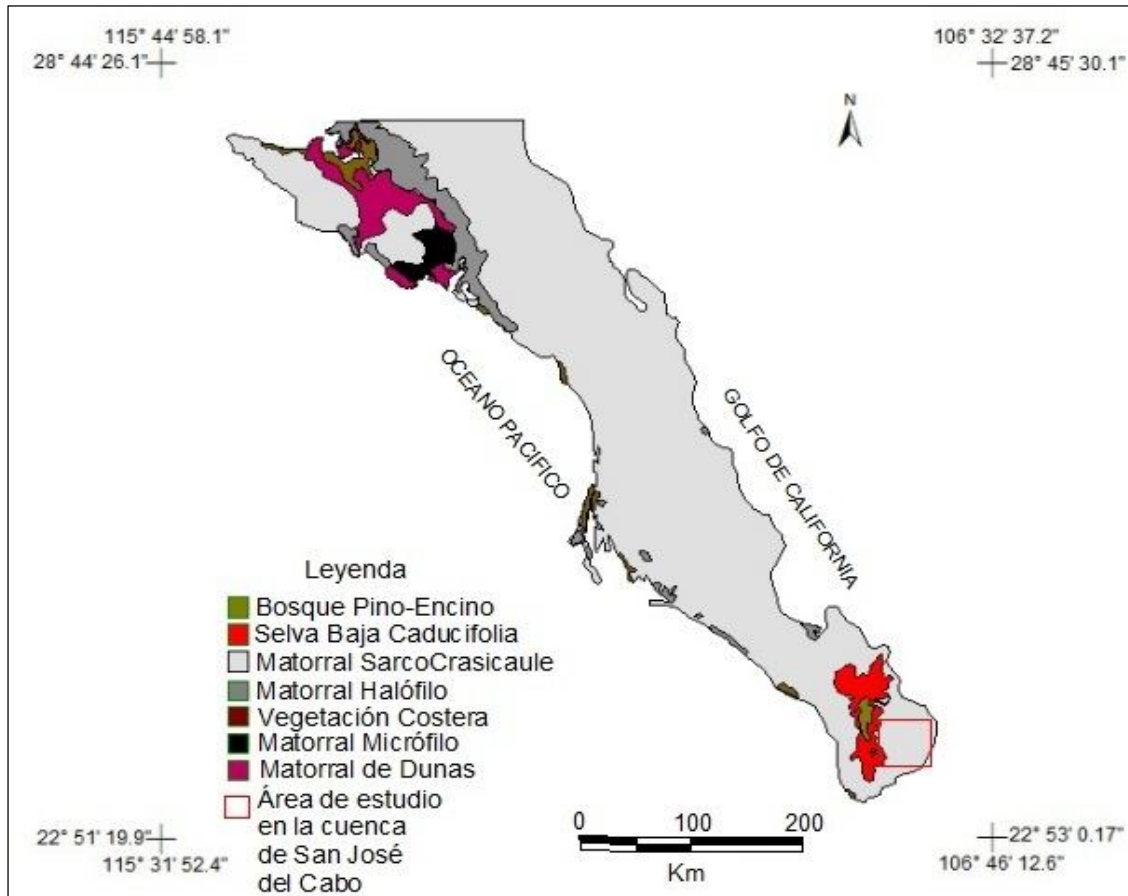


Figura 4. Vegetación de Baja California Sur (modificada de Arriaga, 1992).

Los suelos predominantes a lo largo del Estado son los regosoles, yermosoles y litosoles; de los tres el más abundante son los regosoles (INEGI, 1981). Los suelos de la Sierra de la Laguna son en general someros y fácilmente erosionables, mientras que en la llanura aluvial (área de estudio) los suelos son principalmente regosoles, los cuales están constituidos por materiales sin consolidar del tamaño de la arena y limo principalmente, la clase textural es gruesa. Respecto a su origen la mayoría de estos suelos son resultado de la alteración de las rocas graníticas (Cancino, *et al.*, 1994; INEGI, 1996).

II.4. Marco Geológico.

De acuerdo al Consejo de Recursos Minerales (CRM, 1999, actualmente Servicio Geológico Mexicano: SGM), San José del Cabo, se ubica en la subprovincia fisiográfica discontinuidad del Cabo (Fig. 5), producto de una historia geológica compleja, ligada a la evolución del margen noroccidental mexicano, que fue afectado por varios procesos de convergencia y divergencia, los cuales condicionaron el origen de la actual península de Baja California (Campa y Coney, 1983; Gastil *et al.*, 1976; López Ramos, 1979; Sedlock *et al.*, 1993).

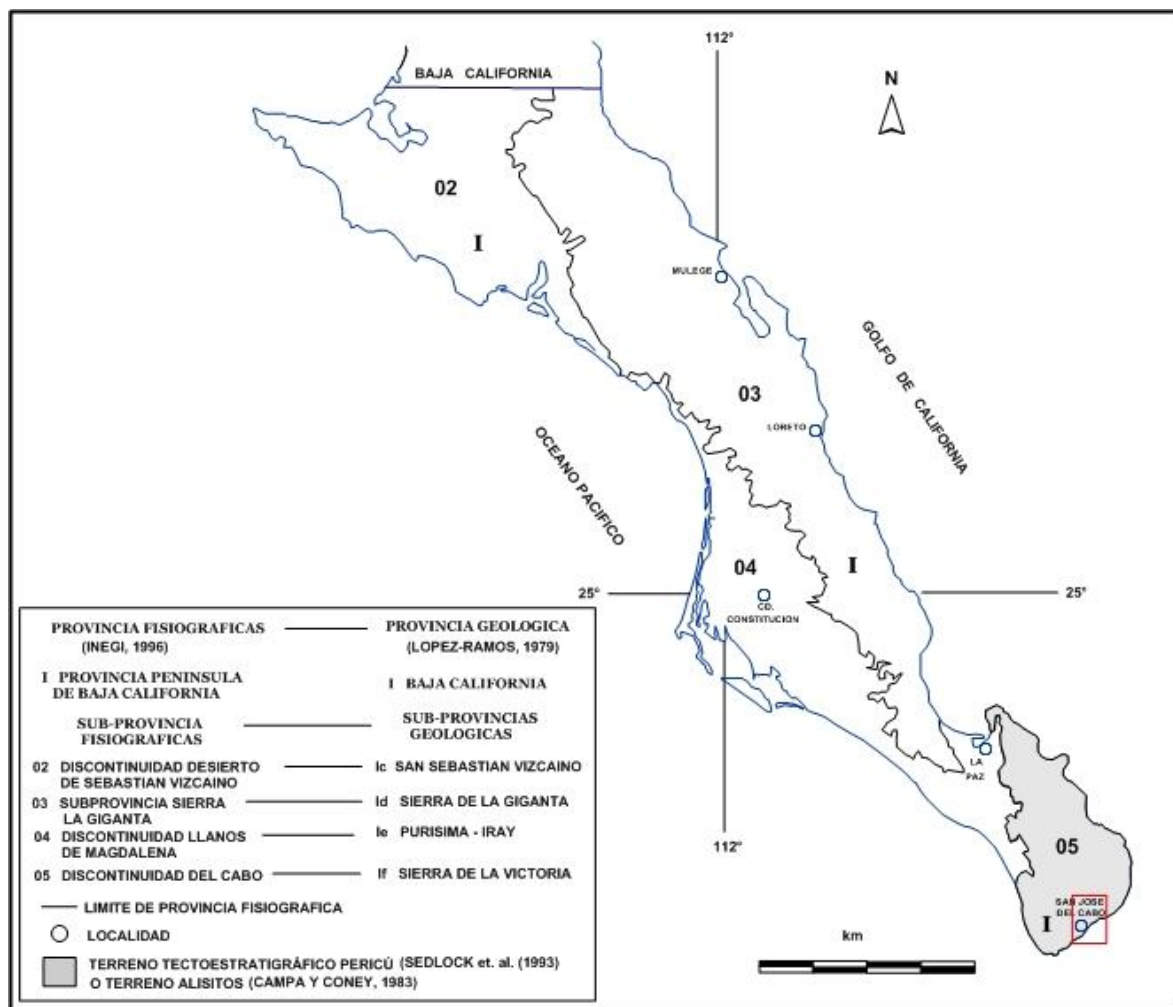


Figura 5. Fisiografía de Baja California Sur, (modificada de INEGI,1996; López Ramos, 1979).

Las topoformas de mayor presencia en esta discontinuidad, las integran sierras altas y bajas, con bajadas de pendiente pronunciada a moderada asociadas a lomeríos hasta alcanzar la franja costera. Asimismo, en esta discontinuidad es importante la presencia de mesetas, cañadas y llanuras aluviales (INEGI, 1996).

El bloque que conforma la subprovincia fisiográfica discontinuidad del Cabo, Ortega-Gutiérrez (1982), lo denomina como Complejo Cristalino de La Paz, y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1995), como Bloque de los Cabos, cuya génesis y evolución se relaciona con el emplazamiento de los terrenos tectonoestratigráficos que conforman el Estado, y cuya porción meridional, Campa y Coney (1983) denominan como Terreno Alisitos y Sedlock *et al.* (1993) Terreno Pericu, el cual se encuentra integrado en dos terceras partes de rocas ígneas intrusivas del Cretácico (CRM, 1999) (Fig. 6). El origen y la historia temprana de las rocas prebatolíticas son pobremente conocidas, por lo que se infiere que el Terreno Pericú fue, probablemente, desprendido desde el occidente de México y añadido al extremo meridional de Baja California, durante la apertura del Golfo, antes del Cenozoico tardío, y cuya actividad continúa en la actualidad mediante el sistema de fallas de San Andrés (CRM, 1999).

La actividad tectónica que afectó al Terreno Pericú, se refleja por la deformación penetrativa a causa de una fuerte compresión este-oeste e intrusionado por granitoides desde el Cretácico Superior hasta el Mioceno, lo que propició metamorfismo por compresión y de contacto a partir del Mioceno la intensa actividad de los procesos tectónicos distensivos asociada a la apertura del Golfo de California, se ve reflejada en el bloque tectónico San José del Cabo (Terreno Pericú), por numerosas fallas normales y laterales, dentro de las cuales destacan por su carácter regional las fallas La Paz, El Carrizal, San Juan de Los Planes, Santiago y San José del Cabo (Campa y Coney, 1983; CRM, 1999; Sawlan y Smith, 1984; Sedlock *et al.*, 1993) (Fig. 7).

Esta actividad tectónica modeló el relieve, actual de la región La Paz – Los Cabos, caracterizada por una geología estructural de bloques escalonados con fosas y pilares (Álvarez y Rojas, 1997).

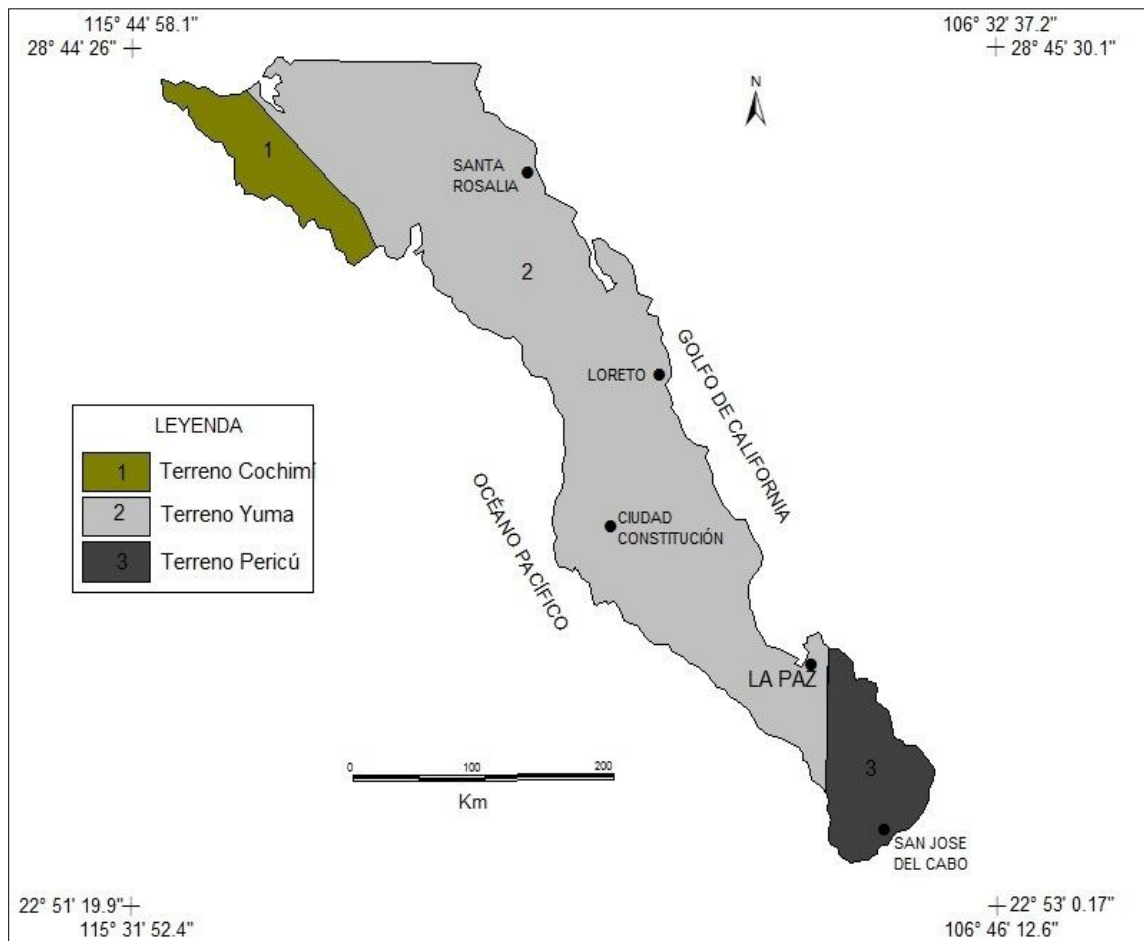


Figura 6. Terrenos tectonoestratigráficos, de Baja California Sur (modificada de CRM, 1999).

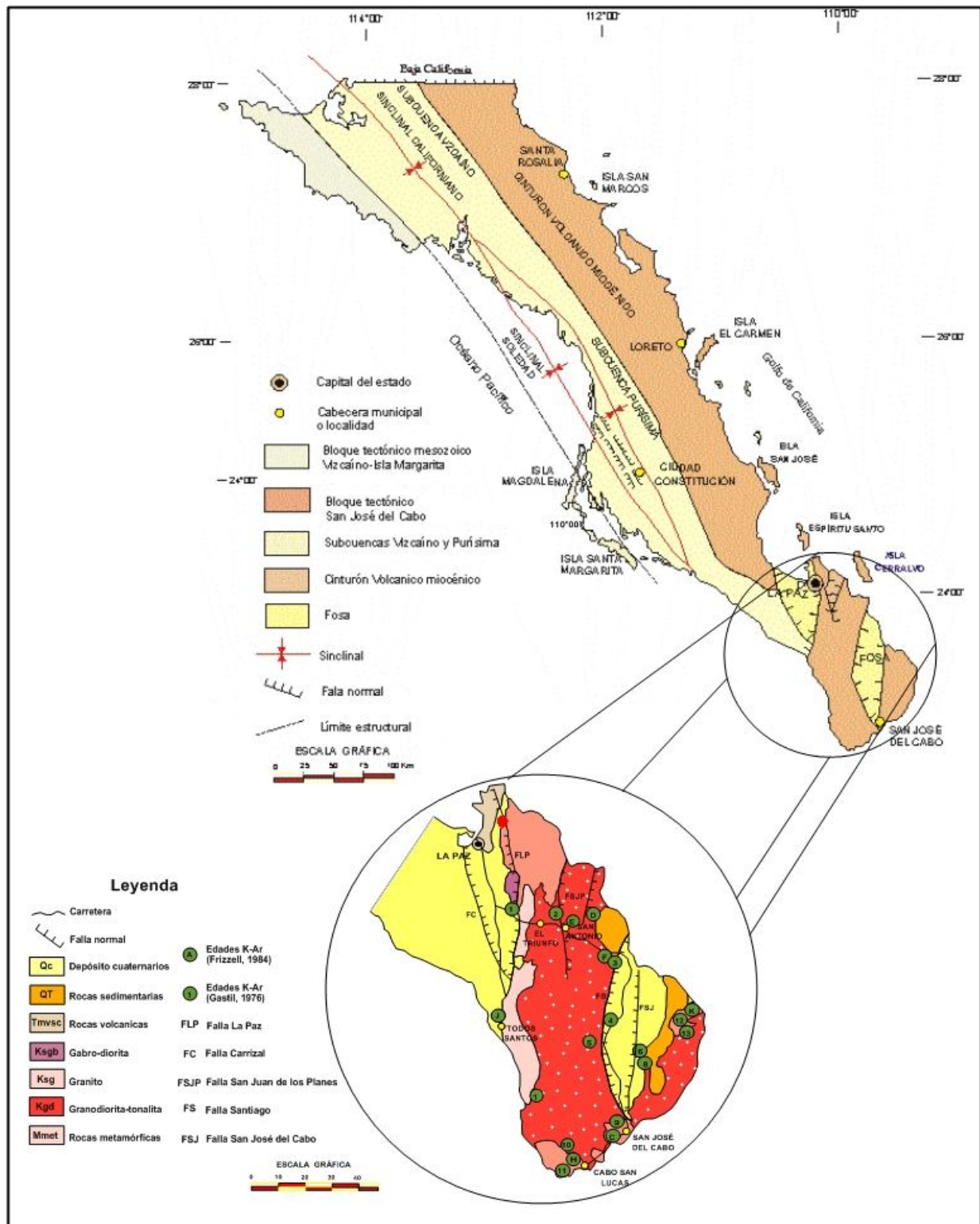


Figura 7. Geología estructural de Baja California Sur (modificada de CRM, 1999).

III. MARCO CONCEPTUAL Y DEFINICION DE RIESGO

En cuanto al uso de los conceptos relativos a riesgo no hay unanimidad, dado a que son usados con diferentes acepciones en distintas disciplinas, de inicio por problemas de percepción individual o colectiva asociadas con el ambiente social, político y económico.

Autores como, Seco (1996), Aneas (2000), González (2002), Soldano (2009), refieren que el termino de riesgo y peligro tienen un significado diferente; el riesgo lo consideran como una estimación de las posibles pérdidas económicas esperadas por la probable ocurrencia de un fenómeno natural o inducido en una comunidad.

Sin embargo y de acuerdo a la definición del diccionario de la Real Academia Española (2001), riesgo y peligro son sinónimos, en donde riesgo es: contingencia o proximidad de un daño; y en donde contingencia se define como: la posibilidad de que algo suceda o no suceda, especialmente un problema que se plantea de manera no prevista (probabilidad). Y peligro: riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal.

De acuerdo a lo anterior y a la revisión bibliográfica de los términos referente a riesgo, para el presente trabajo se asume la definición de García-Tornel (2001), cuya definición concuerda con la del diccionario de la Real Academia Española, en donde el autor refiere que su análisis es el de las condiciones que permiten esa situación y, eventualmente el perjuicio derivado de ella y su intensidad. Al mismo tiempo se asume esta definición dado que el presente trabajo se redacta en el idioma español.

En este punto resulta conveniente mencionar que en un estudio (diagnóstico) de riesgo y uno de gestión de riesgo existen diferencias significativas, aun cuando para abordar la gestión del riesgo es fundamental su diagnóstico, ya que el diagnóstico de riesgo, se asume en el presente trabajo como la identificación de las amenazas en el área donde se producen, considerando las características intrínsecas del fenómeno

(frecuencia, magnitud, intensidad, duración, etc.). Su análisis es el de las condiciones que permiten esa situación y, eventualmente, el perjuicio derivado de ella y su intensidad (García-Tornel, 2001).

La gestión de riesgos (valoración), se asume en el presente trabajo como la anticipación de desastre, es decir, tomar las medidas adecuadas para poder prevenir o mitigar las consecuencias. O bien como la conjugación de las características de las amenazas y de las vulnerabilidades, analizadas como el cálculo anticipado de pérdidas esperables (en vidas y en bienes), para un fenómeno de origen natural o tecnológico, que actúa sobre el conjunto social y sobre su infraestructura (Díaz, 2004). Lo que se traduce en metodologías, que han sido elaborados para realidades (países con buen desarrollo económico) muy distintas a las de México.

A este respecto, se coincide en que la gestión de riesgo, es complejo y se debe abordar con cooperación multidisciplinaria e interdisciplinaria.

Dado que no hay unanimidad en el uso de los conceptos relativos a riesgo, esto se refleja de igual manera en diferentes clasificaciones, sin embargo para el presente trabajo y con la finalidad de ser consistentes con las dependencias oficiales de gobierno, y de que el presente trabajo pueda tener un uso práctico se emplea la clasificación del CENAPRED (2001), en donde los riesgos los clasifica en dos grupos, 1) los de origen natural, que se subdividen en geológicos e hidrometeorológicos y 2) los debido a la actividad humana (inducidos), que se subdividen a su vez en químicos – sanitarios y socio – organizativos que se muestran en las tablas 1, 2 y 3.

De esta manera el trabajo se aborda como el diagnóstico de riesgo a inundaciones, tanto de origen natural (hidrometeorológicos), como inducidos (Socio Organizativos) generados por el incremento de la mancha urbana.

Tabla 1. Clasificación de los riesgos de origen natural: geológicos e hidrometeorológicos (CENAPRED (2001)).

Riesgos Geológicos	Riesgos hidrometeorológicos
Sismos	Huracanes impacto directo
Vulcanismo	Lluvias intensas
Deslizamientos y derrumbes	Inundaciones
Colapso de suelos	Desbordamiento de ríos
Hundimiento y agrietamiento de suelos	Granizadas
Tsunamis	Temperaturas extremas
Flujos de lodo	Vientos fuertes
	Sequías
	Incendios
	Deslaves
	Tornados
	Tormentas eléctricas

Tabla 2. Clasificación de riesgos debido a la actividad humana: químicos y sanitarios (CENAPRED (2001)).

Riesgos químicos	Riesgos sanitarios
Incendios forestales	Intoxicaciones
Incendios industriales	Epidemias
Incendios urbanos	Contingencia ambiental
Explosiones	Plagas
Derrame de sustancias químicas	Marea roja
Radiaciones	Lluvia ácida
Fuga de gases	
Envenenamientos	

Tabla 3. Clasificación de riesgos debido a la actividad humana: socio-organizativos (CENAPRED (2001)).

Riesgos Socio-Organizativos
Disturbios sociales
Terrorismo y sabotaje
Interrupción de los servicios vitales a la población
Accidentes carreteros, ferroviarios, aéreos y marítimos
Concentraciones masivas de población

De acuerdo a lo anterior, en el presente trabajo se analiza en los apartados siguientes los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrográficos e hidrometeorológicos, así como el crecimiento poblacional y mancha urbana, como factores de riesgo que condicionan inundaciones en la parte media y baja de la cuenca de San José del Cabo.

IV. MATERIALES Y METODOS

De manera general el trabajo está basado en la metodología descrita en el manual de Engineering and Design Costal Geology of Departament the US ARMY (1995), para abordar estudios de cambios geomorfológicos en escalas temporales de décadas a centenares de años; empleando documentos históricos (mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite, entre otros). Así como el método EPR (End Point Rate) descrito en Jiménez, et al. (2000).

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados mediante las metodologías antes referidas, en una primera etapa se efectuó una revisión bibliográfica (tesis, artículos, cartografía temática: clima, suelos, vegetación, geología, hidrología) y recopilación de documentos históricos (mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite).

El trabajo de campo se realizó en tres salidas (15 de diciembre de 2011, del 9 al 12 de julio de 2012 y 25 de febrero al 01 de marzo de 2013); dicho trabajo consistió en reconocimiento de la cuenca hidrográfica de San José del Cabo y la descripción de sus unidades y subunidades geomorfológicas, así como de las zonas identificadas como de riesgo a inundaciones por parte de Protección Civil en el Atlas de peligros naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006), empleando para ello un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés).

Se efectuaron consultas de información en la biblioteca Pública Municipal Pablo L. Martínez, así como en las oficinas del comité de protección civil, Dirección de

catastro de San José del Cabo, Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), Los Cabos y se realizaron entrevistas a los cronistas Ing. Eduardo Ruiz Castro y al Dr. Hugo Francisco Payén Izábal de la asociación Raíces Cabeñas A. C., así como a pobladores.

En gabinete, para la elaboración del mapa base se utilizó la cartografía de INEGI, escala 1: 50 000 (San José del Cabo F12B44; Palo Escopeta F12B45; Cabo Pulmo F12B35; Santiago F12B34), empleando el sistema de información geográfica (SIG) Arc Map 10, el cual junto con el software Surfer versión 8, se usaron como plataforma de trabajo, apoyados con el software Google Earth (en línea) para elaborar los mapas y perfiles topográficos que aparecen en el presente trabajo, empleando para ello la proyección WGS84 - UTM – Zona 12 N.

Para el análisis hidrometeorológico, se elaboró una base de datos de precipitación por día, de 1926 al año 2010, empleando el software Excel de Microsoft Office. Los datos de precipitación para las estaciones meteorológicas San José del Cabo, San Felipe y Santa Anita, fue proporcionada por la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de CONAGUA, Delegación La Paz, Baja California Sur, mientras que la información de las estaciones Caduaño, Yeneka y Mangle, se obtuvo en línea de la Comisión Nacional del Agua (CNA: <http://smn.cna.gob.mx/>).

Es conveniente mencionar que de la base datos de la estación meteorológica de San José, con un registro de 1926 al 2010 (84 años), los años de 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1937 y 2002, no presentaron registros de precipitación por lo que para obtener los promedios anuales y mensuales, se hicieron en función de 77 años.

La base de datos de precipitación se depuro quitando los días con precipitaciones superiores a los 100 mm, para posteriormente analizarse como lluvias extraordinarias.

Con la base de datos depurada se obtuvieron las precipitaciones media anual y medias mensuales, para cada estación.

Posteriormente con los datos de precipitación extraordinarias, se generó una base de datos histórica, de huracanes (lluvias extraordinarias), la cual fue cotejada con información proporcionada por la Subdirección de asistencia técnica operativa de CONAGUA, National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA weather unisys, 2013 en línea), Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos (Ayuntamiento de los Cabos, 2006), así como los reportados en Latorre y Penilla (1988), obteniéndose un registro de 584 eventos entre tormentas tropicales y huracanes, la cual se muestra en el anexo 1.

Para el análisis del crecimiento demográfico y actividad económica se empleó información de los censos de población y actividad económica, del poblado de San José del Cabo, B.C.S., del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como de fuentes bibliográficas de diferentes autores.

El incremento de la mancha urbana se analizó empleando: fotografías aéreas en formato analógico escala 1:75 000 de Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1973), Cartas topográficas vectorial de San José 1983 y 1998, planos proporcionados por la Dirección Municipal de Catastro del Municipio de Los Cabos B.C.S., para los años 2004 y 2007 e Imagen satelital Pancromática para el año 2010 (SPOT IMAGE, 2010).

Para la restitución geométrica de las fotografías aéreas y homogenización de escalas de los diferentes insumos empleados se utilizó el módulo ImageWarp 2.2 del software ArcView GIS 3.2 y el Arc Map 10, respectivamente.

Los gráficos tanto para crecimiento demográfico, actividad económica e incremento de la mancha urbana se elaboraron haciendo uso de una hoja de cálculo y gráficos de Microsoft Office Excel 2010.

Para evaluar el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones como efecto del incremento de la mancha urbana (perdida de área de escurrimiento) de San José del Cabo, se emplea como se refiere al inicio del presente apartado el método EPR (End Point Rate) descrito en Jiménez et al. (2000), cuyo método se emplea generalmente para estimar tasas evolutivas de línea costa. Sin embargo para el presente estudio se emplea las áreas de las manchas urbanas de San José del Cabo para los años de 1973 y 2010 (primera y última disponible), para estimar la tasa de transformación del entorno geomorfológico ($RL=(\Delta S/\Delta T)$) y el coeficiente de correlación (R^2), empleando para ello regresión lineal, cuyos resultados son vistos como tasa de pérdida de área de escurrimiento e incremento de la vulnerabilidad a inundaciones como efecto del incremento de la mancha urbana.

Para efectuar la evaluación de posibles pérdidas económicas ante el riesgo de inundaciones en la mancha urbana, se trazaron los polígonos de valor catastral de acuerdo a los planos (San José del Cabo, San José Viejo-Veredas, Santa Rosa-Zacatal y Santa Anita), proporcionados por la Dirección Municipal de Catastro de Los Cabos, a los cuales se le sobreponen los rangos de vulnerabilidad a inundaciones obtenidos al emplear el método EPR.

V. RESULTADOS

V.1. Geomorfología.

El área de estudio desde el punto de vista geomorfológico corresponde a una cuenca, la cual de acuerdo a Lugo-Hubp (1989) y García-Gutiérrez (2003), se define como: depresión en la superficie terrestre, de forma y origen diverso, se denomina con más precisión como cuenca fluvial, hidrológica o hidrográfica. Pueden ser exorreica o endorreica y se encuentra delimitada por divisorias (parteaguas) desde las cuales escurren aguas superficiales hacia un río o arroyo principal.

Parteaguas, o divisoria de aguas: es la línea de separación, borde, cima o trecho angosto de terreno alto que marca el límite entre dos cuencas de desagüe adyacentes o que divide las aguas superficiales que fluyen en vertientes opuestas (García-Gutiérrez, 2003; Lugo-Hubp, 1989).

De acuerdo a las definiciones anteriores, el área en la que se ubica el poblado de San José del Cabo, corresponde a una cuenca hidrológica de tipo exorreica (con salida al mar). Esta cuenca, forma parte de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad del Cabo (Fig. 5), y se encuentra limitada por su parteaguas, el cual en la figura 8, se muestra en línea de color rojo, y cuyo perímetro es de 184 km y un área de 1,275 km². De acuerdo a INEGI (1998), CRM (2002) y SGM (2008), estructuralmente la parte del valle aluvial de la cuenca corresponde a una fosa tectónica (*graben*) limitada al oeste por la falla San José y al este por la falla La Trinidad (Fig. 7, 10).

Las topoformas que integran la geomorfología en el área de estudio son 1) sierras, 2) llanura aluvial y 3) franja costera, todas ellas integradas a su vez por subunidades geomorfológicas de menor escala, las cuales se describen como sigue:

1) Sierras, esta unidad geomorfológica se diferencia en sierras alta (**1**, Sierra de La Laguna) y baja (**1'**, Sierra La Trinidad), las cuales estructuralmente corresponden a pilares tectónicos (*horst*) (Fig. 7, 8, 10):

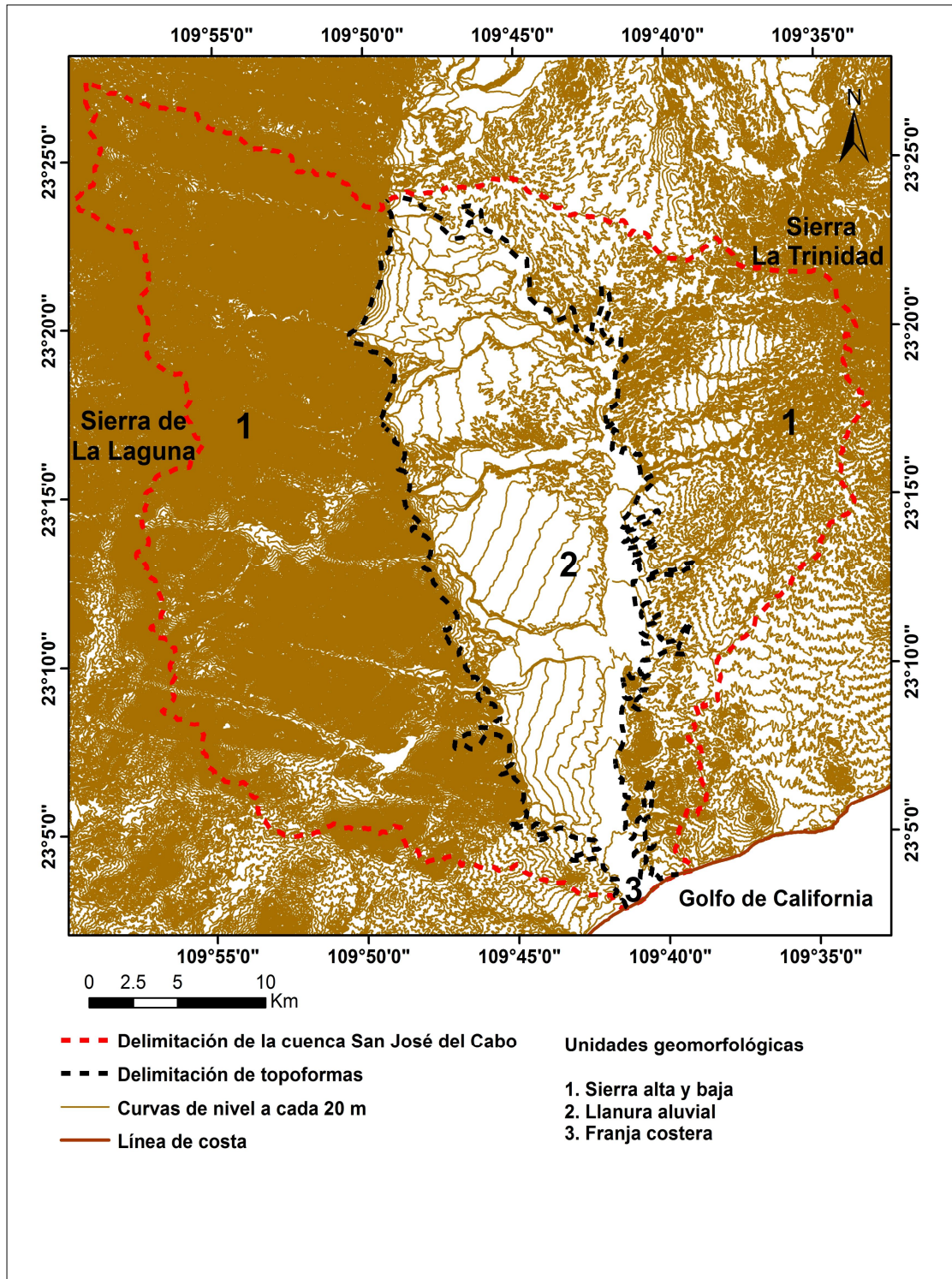


Figura 8. Unidades geomorfológicas principales del área de estudio (la línea segmentada en negro delimita las unidades y en rojo se delimita el parteaguas de la cuenca hidrográfica San José del Cabo B.C.S).

1) Sierra alta integra la porción occidental de la cuenca, y corresponde a la vertiente oriental de la Sierra de La Laguna la cual presenta las mayores elevaciones topográficas en el Estado de Baja California Sur, con 2200 msnmm. En el área de estudio esta sierra se diferencia de la cota de los 300 msnmm, a partir de donde las pendientes se hacen más pronunciadas con un rango de entre 30° a 68° el cual representa el 49% del área total de la cuenca (Fig. 8, 9, 12, Fot.1).



Fotografía 1. Vista de Este a Oeste de la cuenca. En primer plano se muestra la llanura, en segundo la sierra alta constituida por roca de composición granítica y caracterizada por pendientes pronunciadas y cimas irregulares con picachos.

Esta sierra se encuentra constituida principalmente por rocas de composición granítica del Cretácico Superior (KiGd-KiTn) y afloramientos aislados de rocas metamórficas del Mesozoico (Fig. 10). Se encuentra afectada por fallas y fracturas, de las cuales, según Martínez y Díaz (2011), el rasgo estructural más sobresaliente es la falla San José, que limita y separa tajantemente la unidad geomorfológica de sierras altas y llanura aluvial (Fig. 9, 10).

Las mayores elevaciones en esta porción de la cuenca corresponde a los cerros Tezcalote con 1500 msnmm, y Salsipuedes con 1900 msnmm, cuyas ubicaciones se

muestran en la figura 11 (en planta) y en los perfiles topográficos A-A', y B-B' de la figura 12, respectivamente.

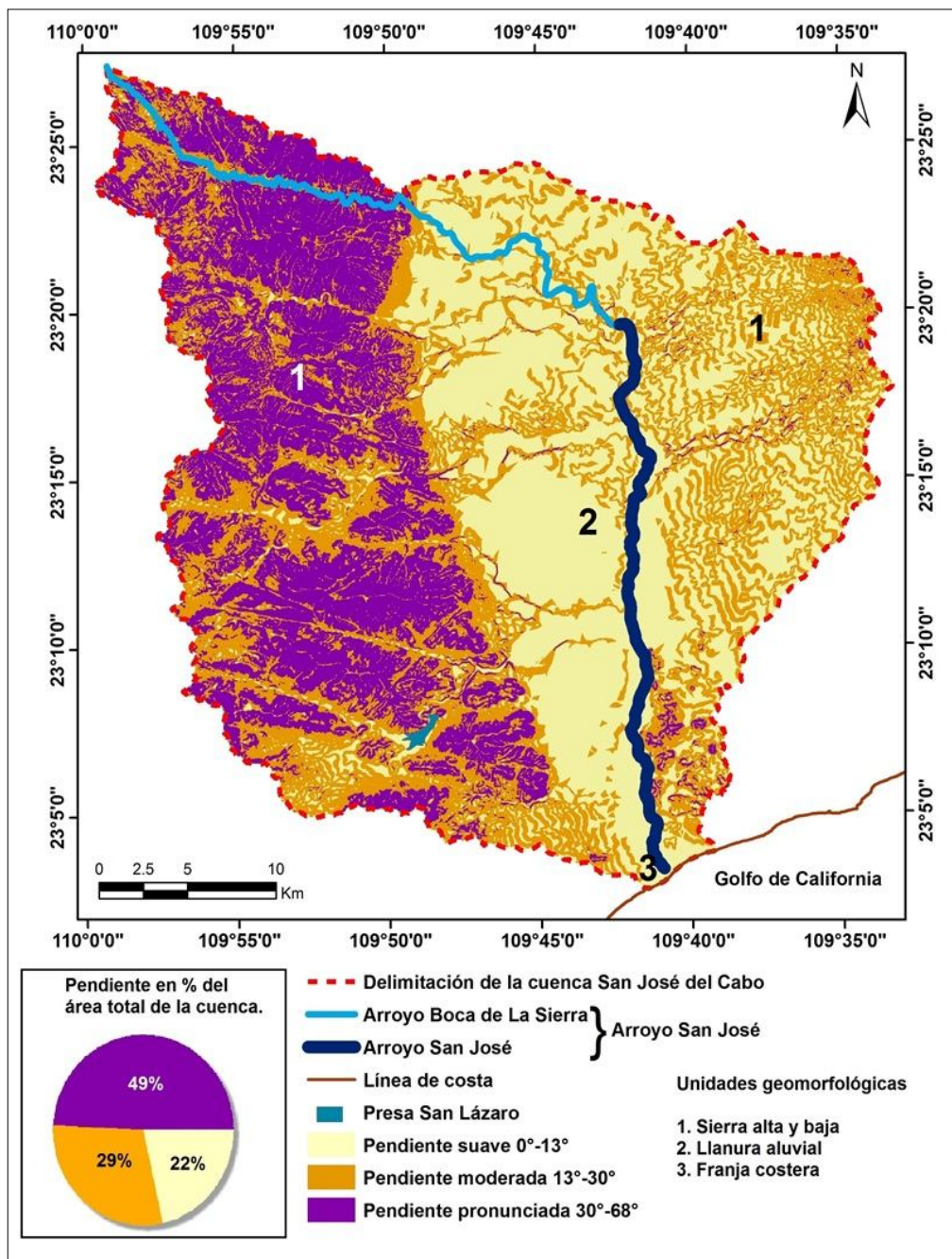


Figura 9. Modelo de pendientes en la cuenca San José del Cabo.

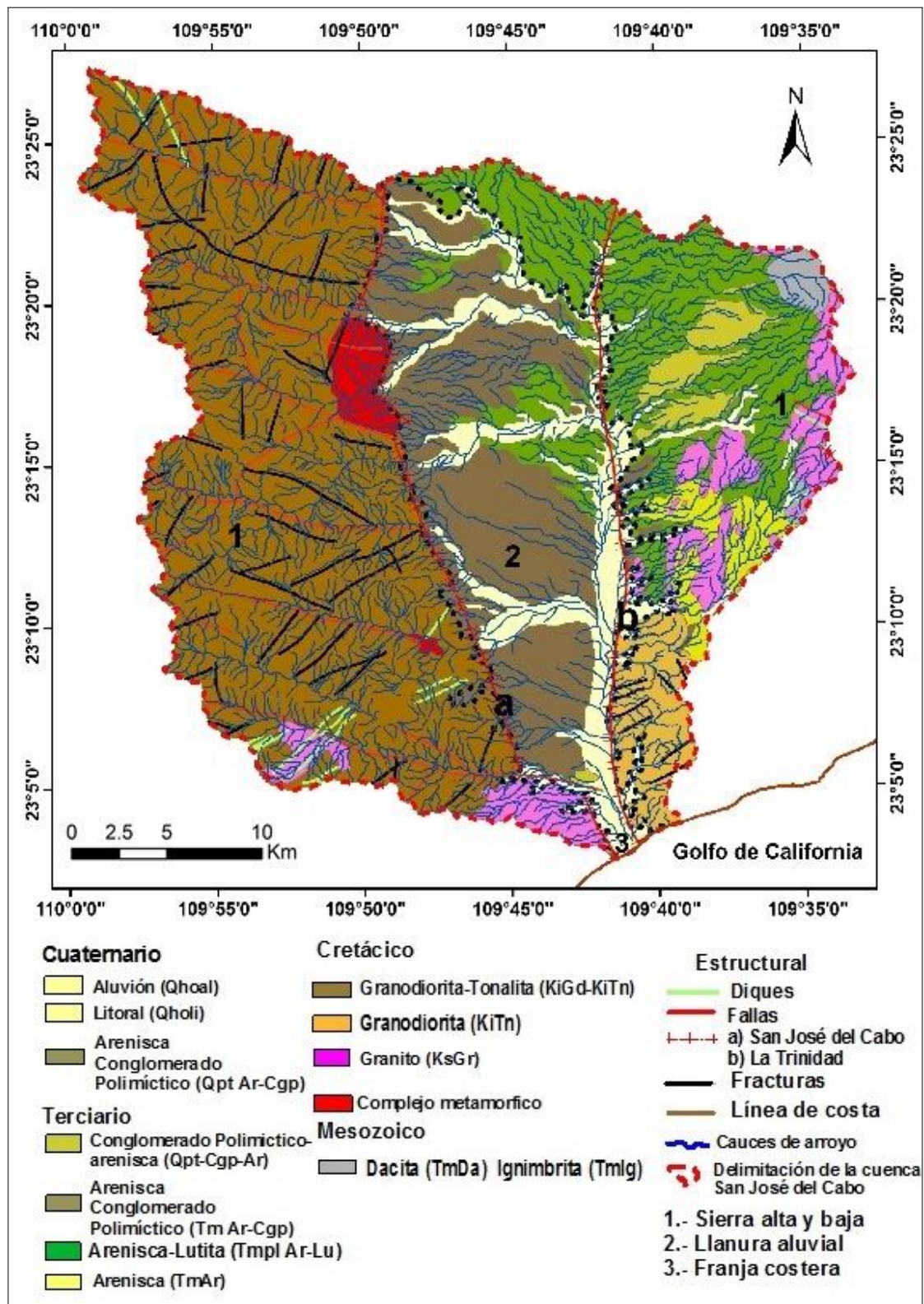
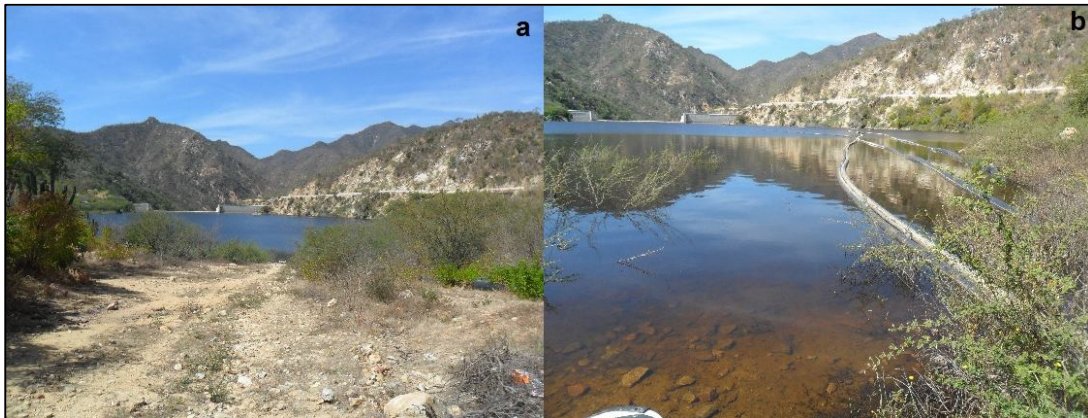


Figura 10. Geología de la cuenca de San José del Cabo (modificada de INEGI, 1998, CRM, 2002; SGM, 2008).

Las subunidades geomorfológicas que caracterizan la sierra alta (1) son:

- Picachos, que se encuentran formando las partes más elevadas de la cuenca y se caracterizan por sus pendientes abruptas y un paisaje agreste (Fig. 12, Fot. 1).
- Depresiones y valles intermontanos, estos se forman en la sierra entre las montañas (perfiles topográficos B-B` y C-C` de la Fig. 12). La característica que presentan, es que en estos confluyen arroyos por lo que pueden considerarse como valles aluviales intermontanos, compuestos por depósitos arenosos aluviales. Ejemplo de esto es el área en la que se construyó la actual presa San Lázaro (Fot. 2a, 2b).



Fotografía 2. a) Se observan los valles intermontanos compuesto por rocas graníticas y depósitos arenosos aluviales, formados entre montañas, además se muestra la construcción de la actual presa San Lázaro, b) se muestra la cortina de la presa cuyo desfogue es hacia el arroyo San Lázaro (4º orden) el cual a su vez se integra aguas abajo a la corriente principal del arroyo San José (6º orden).

- Cañadas, estas presentan una orientación NW-SE, son perpendiculares al parteaguas occidental de la cuenca y paralelas entre sí, presentan pendientes pronunciadas y valles aluviales angostos (cauce de arroyos), que pierden continuidad de manera tajante al entrar en contacto con la unidad geomorfológica de la llanura aluvial (Fot. 3, 4). Esta situación Martínez y Díaz (2011), la refiere como alineamientos los cuales identifican como fallas (Fig. 10), las cuales dan origen a las cañadas y al desarrollo de arroyos con estrechos valles aluviales, a partir de lo cual los autores referidos, diferencia siete "subcuencas", en donde sus cauces principales

tributarios: 1) arroyo El Saltito, 2) arroyo San Lázaro, 3) arroyo San Miguelito, 4) arroyo La Palma, 5) arroyo San Ignacio, 6) arroyo Portezuelo y 7) arroyo Boca de la Sierra cortan la llanura aluvial para integrarse al cauce principal que corresponde al arroyo San José (Fig. 11).



Figura 11. Trazo en planta de los perfiles topográficos que se muestra en la figura 12. Los números corresponden a los arroyos: 1) El Saltito, 2) San Lázaro, 3) San Miguelito, 4) La Palma, 5) San Ignacio, 6) Portezuelo, 7) Boca de la Sierra, 8) Las Pilas, 9) Santa Anita, 10) El Peyote y 11) La Calabaza (Imagen tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013).

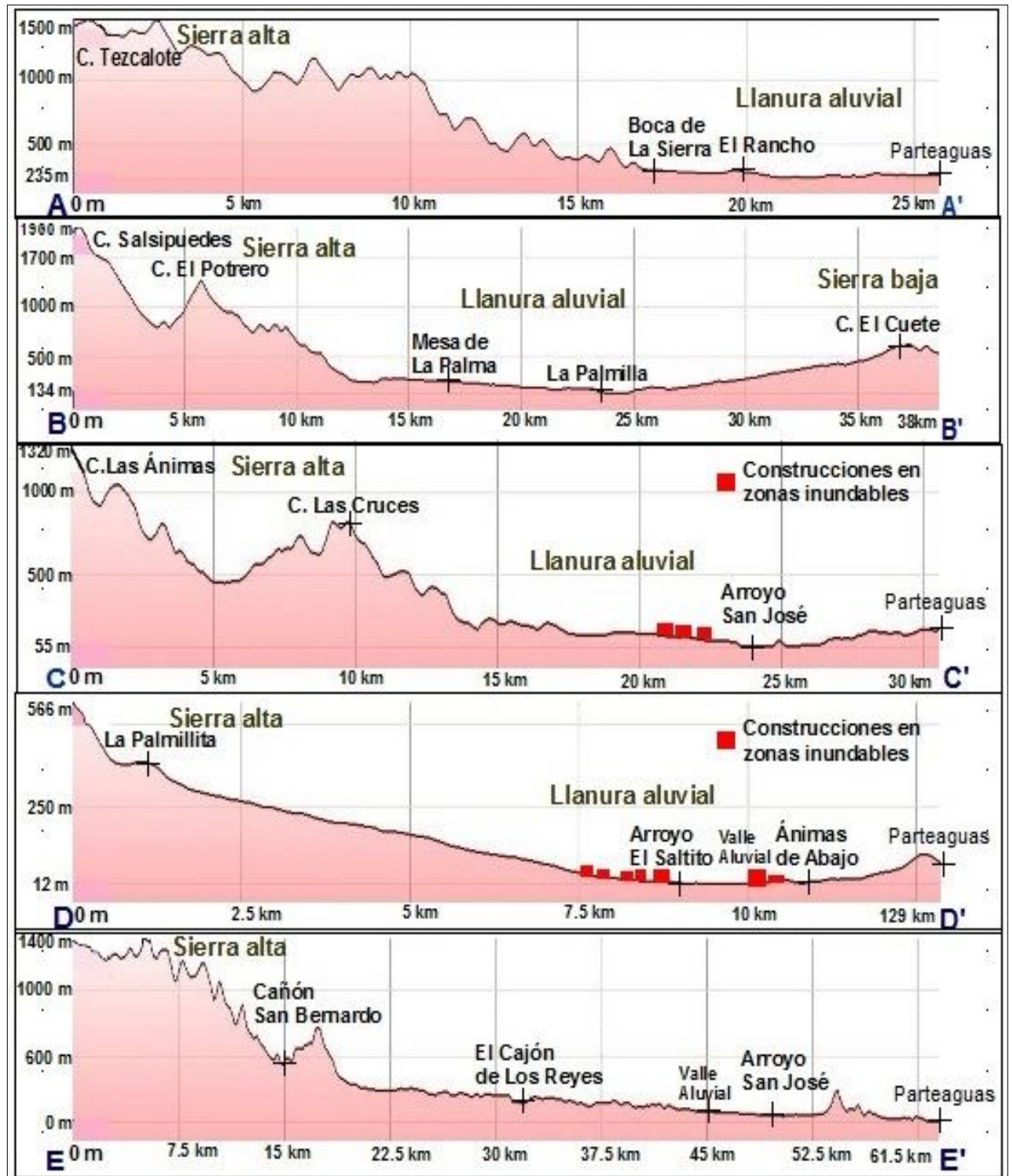


Figura 12. Perfiles topográficos: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', su trazo en planta se muestra en la figura 11.



Fotografía 3. Se presenta con una orientación NW-SE. En primer plano se muestra la cañada la cual presenta pendiente pronunciada y valle aluvial angosto. En segundo plano las sierra alta, caracterizada con un paisaje irregular, en contacto con la sierra alta se encuentra la llanura aluvial que corresponde a Mesa San Bernabé y al fondo las sierras bajas las cuales son menos pronunciadas.



Fotografía 4. En primer plano se muestra a la sierra alta y a la cañada con orientación NW-SE, en segundo plano a la llanura aluvial Mesa San Bernabé y al fondo la sierra baja que corresponde a los Cerros en Santa Catarina con 240 msnmm y Santa Gertrudis a 200 msnmm.

1) Sierra baja (1'), integra el límite oriental de la cuenca, y corresponde a parte de la vertiente oeste de la Sierra La Trinidad (Fig. 8), la cual en el área de estudio presenta su mayor elevación en el cerro El Cuete con 620 msnmm (Fig. 11, 12 perfil B-B'). Esta sierra en el área de estudio se diferencia a partir de la cota 40 msnmm, a partir de donde en general la pendiente es moderada de entre 13° y 30°, la cual cubre un área de 22% de la cuenca (Fig. 9, 11, 12).

Se encuentra constituida principalmente por rocas sedimentarias terciarias, de las Formaciones Trinidad, Los Barriles, Refugio y el Chorro (Martínez Gutiérrez y Sethi, 1997; Fierstine et al., 2001) (Fig. 10). A diferencia de la porción occidental de la cuenca, esta área (sierra baja) se encuentra menos afectada por fallas y fracturas. Según Martínez Gutiérrez y Sethi (1997) y Fierstine *et al.* (2001), en esta área destaca la falla normal conocida como La Trinidad (Fig. 10).

Las subunidades geomorfológicas que caracterizan esta sierra baja son:

- Cañadas, a diferencia de las de la porción occidental de la cuenca (sierra alta), estas son menos profundas y de valles amplios. Son paralelas entre sí y perpendiculares al parteaguas de la cuenca, sus valles aluviales conforme se aproximan a la llanura tienden a ampliarse y se incorporan como tributarios al cauce principal del arroyo San José (Fot. 3,4).
- Bajada con lomeríos, esta presenta pendiente moderada, su distribución es de forma irregular entre la cota de los 40 a 160 msnmm aproximadamente. El límite entre esta subunidad geomorfológica y la llanura aluvial prácticamente está dado por la falla La Trinidad (Fig. 8, 9, 10).

2) Llanura aluvial, integra la porción central del área de estudio (Fig. 8), limita al oeste tajantemente con la sierra alta (Sierra La Laguna) mediante la falla San José y al oeste con la sierra baja La Trinidad (Fig. 10, Fot. 4). En esta unidad geomorfológica, destaca el cauce principal de la cuenca que corresponde al arroyo

San José. La pendiente que presenta de manera general es suave de 0°- 30° correspondiendo al 22 % del área de la cuenca (Fig. 9, 11, 12 perfil E-E').

Teniendo como referencia el cauce de dicho arroyo, se describen las subunidades geomorfológicas como sigue:

- Llanura aluvial, porción occidental del arroyo San José, tiene un mejor desarrollo comparada con la porción oriental; esto debido al desarrollo de abanicos aluviales, que de acuerdo a la toponimia de INEGI localmente son conocidos como mesas La Palma, La Palmilla y San Bernabé (Fig. 9, 10, Fot. 3, 4). Se caracterizan por su forma de abanicos y cima plana entre 100 y 250 msnmm, compuesto de conglomerado (Cgp) del Cenozoico y depósitos Cuaternarios aluviales (Q) (Fig. 10).

En esta porción también destacan los cauces de los arroyos que son continuidad de las cañadas, que se originan en la unidad geomorfológica de sierra alta (Fig. 9, 10, 11). Estos arroyos de sur a norte son conocidos como El Saltito, San Lázaro, San Miguelito, La Palma, San Ignacio, Portezuelo y Boca de La Sierra (Fig. 11), los cuales son paralelos entre sí, y segmentan la llanura aluvial y separan a los abanicos aluviales; sus cauces en la llanura aluvial a diferencia de las cañadas son más amplios y se integran como tributarios al arroyo San José (Fig. 11).

Otro aspecto importante de destacar es que la mayor parte del poblado de San José del Cabo se encuentra asentado en la porción occidental de la llanura aluvial, entre la línea de costa y la cota de 180 msnmm (Fig. 11, perfil D-D' Fig. 12, Fot. 5, 6).



Fotografía 5. Panorámica tomada de NW- SE, en primer plano se muestra el poblado de San José, en segundo de muestra el valle aluvial, posteriormente la sierra baja y en la parte superior derecha parte de la zona costera.



Fotografía 6. En primer plano se observa el arroyo San José y los escarpes erosivos de aproximadamente 5 metros de altura, sobre el cual se asienta la Colonia Santa Anita. Al fondo se aprecia la sierra alta.

- Llanura aluvial oriental del arroyo San José, se encuentra poco desarrollada, por lo que el valle aluvial de dicho arroyo, se encuentra limitado por la bajada con lomeríos de la unidad geomorfológica de sierra baja (sierra La Trinidad), así como por los valles aluviales de los arroyos que provienen de las cañadas de dicha sierra. Estos arroyos de sur a norte son: Las Pilas, Santa Anita, El Peyote, El Aguajito, y La Calabaza, y se integran como tributarios al arroyo San José (Fig. 9, 10, 11). A diferencia de los arroyos en la porción occidental de la llanura aluvial, estos son de menor recorrido y con valles aluviales angostos.

- Arroyo principal (San José, 78 km), inicia en el Cerro San Bernardo a 1580 msnmm, siguiendo un recorrido de aproximadamente 44 km en dirección NW-SE, hasta las rancherías El Cajón de Los Reyes y Santa Rita, ubicados a una altura de 140 m sobre el nivel del mar, y cuya porción se conoce como arroyo Boca de La Sierra.

Sus primeros 24 km, que van del Cerro San Bernardo (1580 msnmm) a la ranchería Boca de La Sierra ubicada a 300 msnmm, la morfología es de cañada (sierra alta), por lo que el cauce del arroyo presenta pendiente pronunciada y un valle aluvial angosto. De la ranchería Boca de La Sierra, 20 km aguas abajo hasta llegar a las rancherías El Cajón de Los Reyes y Santa Rita (140 msnmm), la condición geomorfológica es de llanura aluvial y la pendiente pasa a moderada, lo que condiciona que el valle aluvial del arroyo tienda a ampliarse. A partir de esta ubicación y hasta la línea de costa se le conoce como arroyo San José, el cual tiene un recorrido de 34 km, en dirección de N-S (Fig. 11, perfil E-E' Fig. 12).

En la porción que va de la cota de los 140 a la de 100 msnmm (9.6 km) el arroyo presenta pendiente moderada y el cauce del arroyo tiende a ampliarse alcanzando en esta porción una amplitud en su valle aluvial de 1.7 km. Posterior de esta sección y hasta la línea de costa, la pendiente del arroyo de San José se suaviza y su valle aluvial tiende ampliarse aún más, hasta alcanzar en su desembocadura al mar (estero San José, 2 km aproximadamente) (Fig. 13).

Es importante destacar que en esta última porción del arroyo se ubican hacia el oeste el poblado de San José y al este el de La Playita (Fig. 13, 14). Otro aspecto geomorfológico de destacar en esta porción del arroyo son los escarpes erosivos como el que se muestra en la fotografía 6, y cuyo origen es debido al efecto erosivo que llega a producir las corrientes torrenciales, asociadas a las lluvias principalmente en temporada de huracanes.



Figura 13. Límite inferior de la cuenca en el estero San José del Cabo. En la porción oeste el poblado de San José y al este el de La Playita; en la parte central el arroyo y el estero San José (Imagen Tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013).



Figura 14. Detalle del límite inferior de la cuenca en el estero San José del Cabo, aislado de mar abierto por una barrera arenosa, dando origen a una pequeña laguna costera. (Imagen Tomada y modificada de Google Earth, en línea 2013).

- Cerros isla (inselbergs), estos se encuentran diseminados en la llanura aluvial, en general son de poca altura (100 – 200 msnmm) y se encuentran constituidos tanto por rocas sedimentarias (arenisca-lutita) del Terciario, como por rocas de composición granítica del Cretácico (Fig. 10).

3) Franja costera, Constituye el límite inferior de la cuenca hidrográfica, con una extensión de 4.5 km, y amplitud variable de entre 20 a 120 m (Fig. 14).

La integran playas de arena de textura de gruesa a fina y de color café claro (depósitos litorales Cuaternarios), la pendiente es suave de 0° a 13° (Fig. 9), en esta unidad geomorfológica, destaca el estero San José (1.40 Km²), ubicado entre la línea de costa y la cota de los 10 msnmm, integrando así la porción más baja y desembocadura de la cuenca hidrográfica hacia el Golfo de California (Fig. 13, 14).

En dicho estero el establecimiento de vegetación acuática como Tule (*Typha domingensis*), Carrizo (*Arundo donax*), Lentejilla de agua (*Lemna gibba*) y *Cobomb sp* forman un frente irregular (dentado) entre los que se forman canales que se encuentran inundados con agua de mar, con depósitos limo arcilloso y areno limoso.

En esta porción de la cuenca es de destacar que debido a la condición intermitente del flujo de agua a través del arroyo San José, y al predominio del transporte longitudinal de sedimentos (por el oleaje incidente) en la línea de costa, se forma una barrera arenosa que cierra la desembocadura del estero originando así una pequeña laguna costera (Fig. 13, 14, Fot. 7). Dicha barrera tiende a romperse debido a flujos de agua torrenciales asociados principalmente a huracanes.

Otro aspecto de destacar es que esta unidad geomorfológica (franja costera), es donde se encuentra la zona hotelera y turística de San José del Cabo (Fot. 8).



Fotografía 7. Detalle de la barrera arenosa que protege al estero San José del Golfo de California.



Fotografía 8. Zona turística hotelera en la franja costera, de San José del Cabo.

V.2 Hidrología superficial.

Según el INEGI (1996) el área de estudio se encuentra en la región hidrológica RH6 Baja California Sureste (La Paz).

La red hidrográfica en el área de estudio está conformada por un drenaje denso de régimen intermitente, de tipo dendrítico subparalelo, su corriente principal es el

arroyo San José (78 km), del cual se ha hecho referencia en el apartado de geomorfología (llanura aluvial) (Fig. 15).

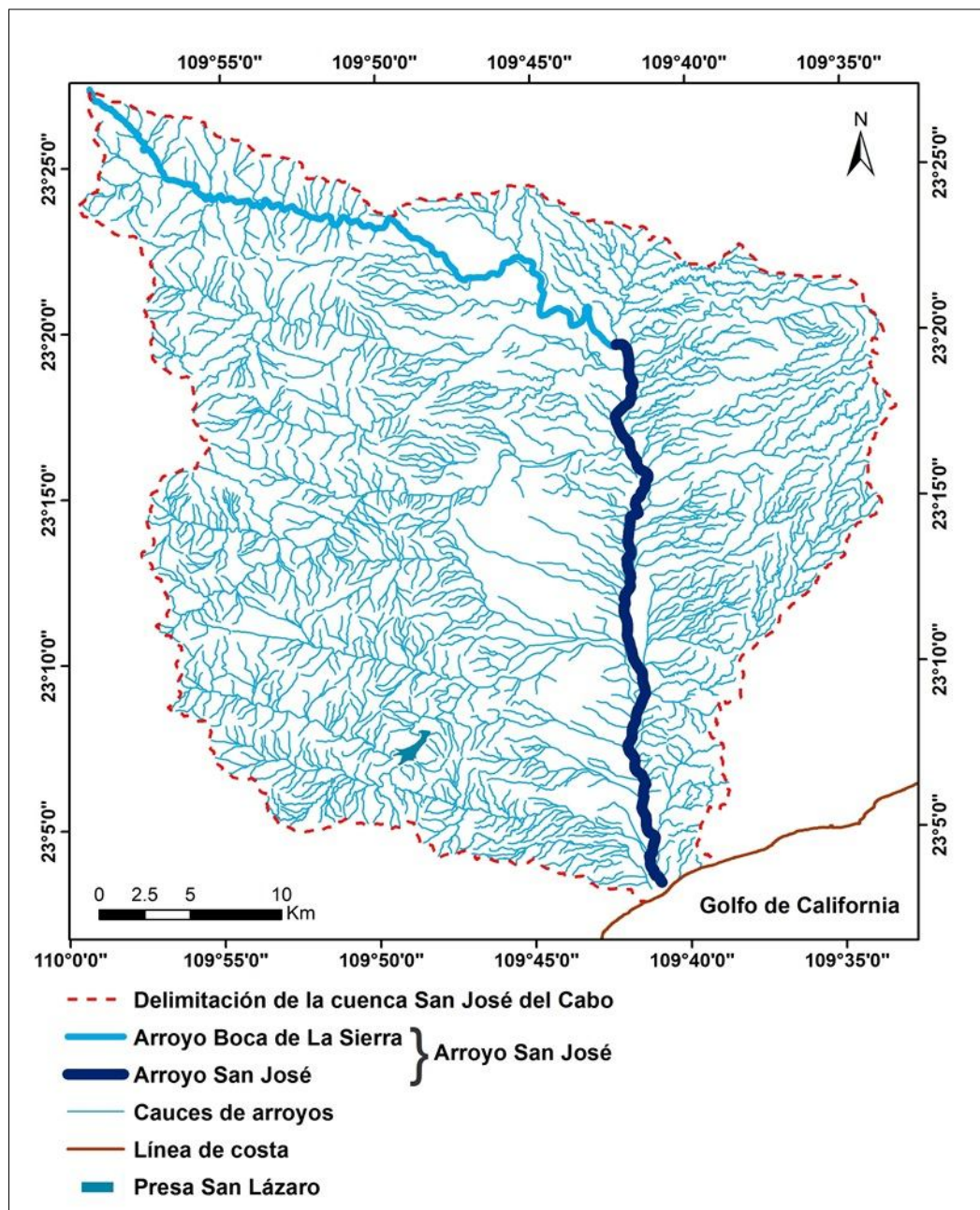


Figura 15. Red hidrográfica de la cuenca San José del Cabo.

La red hidrográfica de la cuenca de San José del Cabo, se clasifica, de acuerdo a los órdenes de las corrientes de Horton-Strahler (estructura de bifurcación y distribución espacial), en donde una corriente de orden 1 es un tributario sin ramificaciones, una de orden 2 se forma cuando dos corrientes de orden 1 se unen, dos de orden 2 forman una corriente de orden 3 y así sucesivamente, de tal manera que el orden de la corriente formada sería igual al orden de la mayor de las corrientes reunidas (Fig. 16).

De esta manera el orden de la corriente brinda de inicio una idea clara de la longitud y área de la cuenca; ya que a mayor orden de la corriente mayor dimensión de la cuenca, la cual generalmente se integra por un valor alto en la densidad de ríos o arroyos. Esto le confiere a la cuenca una mayor capacidad de captación de agua, aumento en el caudal de la corriente principal y por lo tanto una repuesta rápida a los efectos de precipitación de agua de lluvia durante una tormenta. Lo cual desde el punto de vista del análisis de riesgos por inundación es un aspecto importante a tener en cuenta.

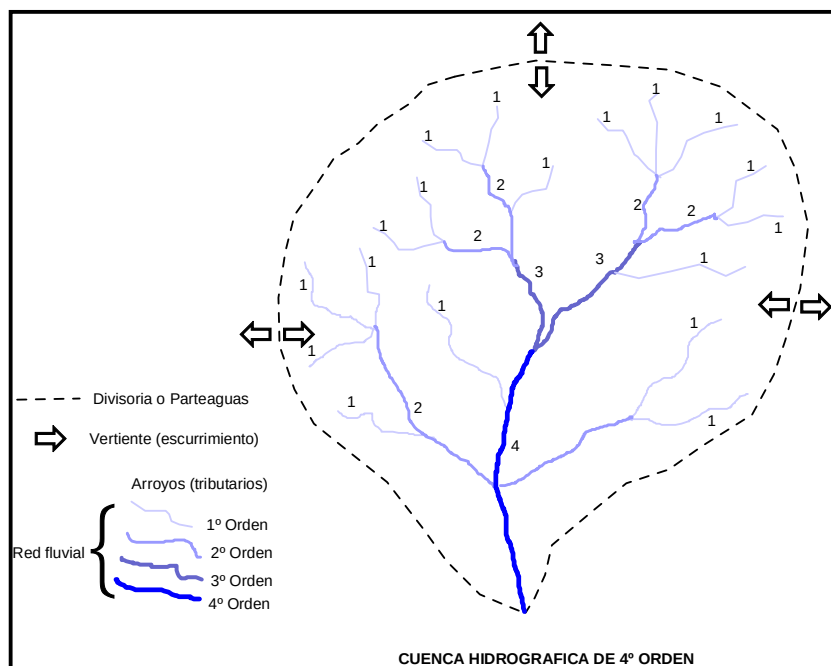


Figura 16. Delimitación de cuenca hidrográfica de acuerdo a la definición geomorfológica y clasificada de acuerdo al orden cuantitativo de Horton – Strahler.

Teniendo en cuenta los órdenes de corrientes de Horton-Strahler, en la figura 17, se muestra el resultado de la clasificación de la red hidrográfica, obteniéndose que la cuenca de San José del Cabo se clasifique de sexto orden.

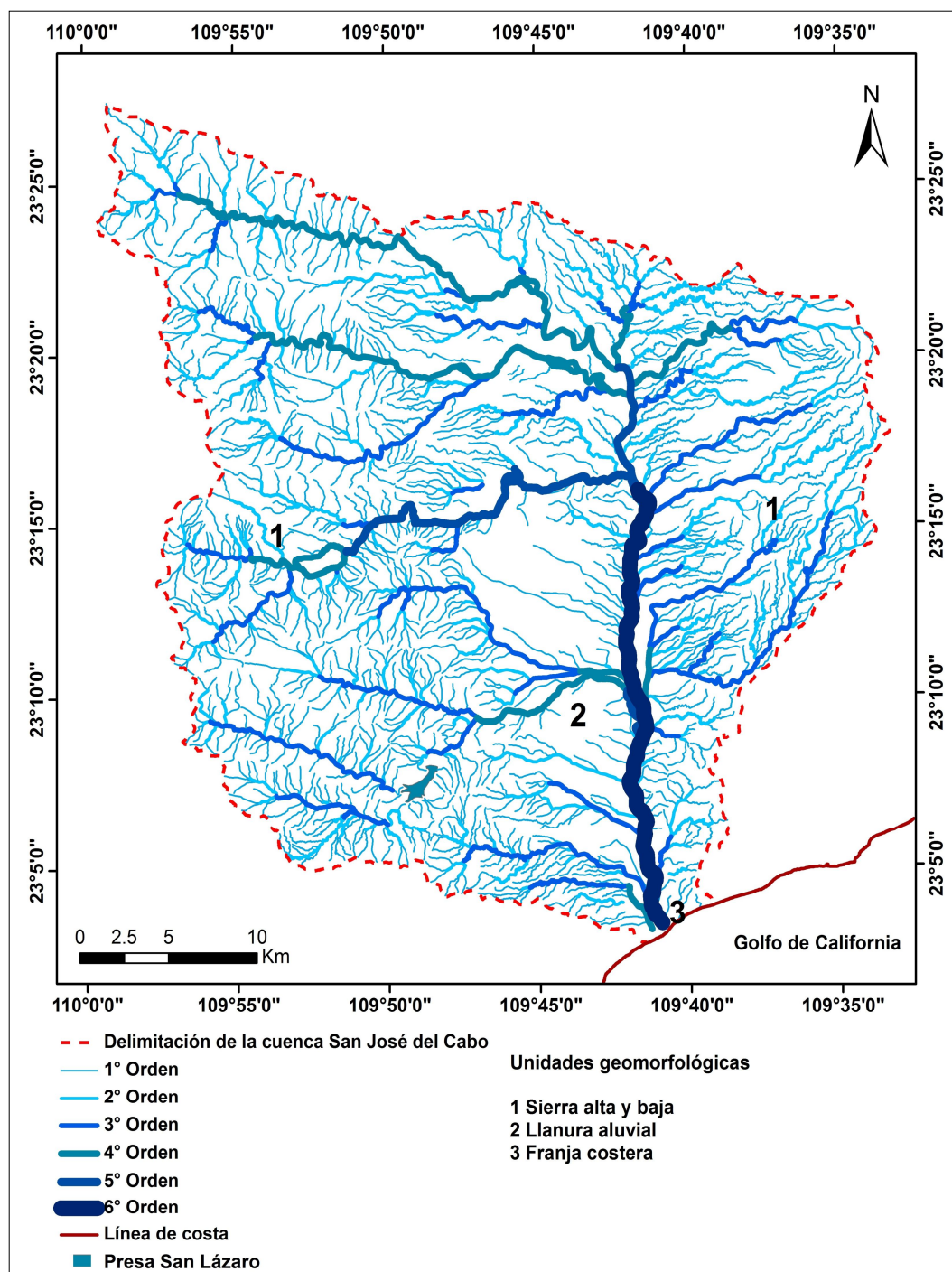


Figura 17. Clasificación del orden de las corrientes en la cuenca San José del Cabo, de acuerdo al orden cuantitativo de Horton-Strahler.

De acuerdo a lo anterior y lo referido en el punto V.1. Geomorfología, la cuenca hidrográfica de San José del Cabo es exorreica con un área de 1275 km², perímetro de 184 km, con una red hidrográfica de tipo dendrítico subparalelo de régimen intermitente, de 6º orden (Fig. 8, 15, 17).

En el área de estudio la longitud y densidad de drenaje se encuentra influenciada por los aspectos geomorfológicos descritos anteriormente en el punto V.1. Geomorfología (Fig. 8), por lo que en este punto se retoman para detallar la hidrología superficial, teniendo como referencia el arroyo de San José (arroyo Boca de la Sierra, San José) (Fig. 17):

Hacia la porción occidental del arroyo San José, en donde se ubica la unidad geomorfológica de sierra alta y la llanura aluvial, se observa una mayor densidad de drenaje y los arroyos que se integran a la corriente principal (arroyo San José), presentan mayor longitud, en comparación a la porción oriental (sierra baja) (Fig. 17).

De acuerdo al modelo de pendientes que se muestra en la figura 9, encontramos que los coeficientes de escurrimiento identificados por el INEGI (1998), y que se muestran en la figura 18, es de 10 a 20%, y se asocian a las pendientes pronunciadas de 30° - 68° de la unidad geomorfológica de sierra alta (porción occidental de la cuenca), mientras que en la unidad geomorfológica de sierra baja (porción oriental de la cuenca) en donde la pendiente es moderada de 13° - 30° y en la llanura aluvial con una pendiente suave de 0° - 13° el coeficiente de escurrimiento es de 5 a 10% y en la llanura aluvial con una pendiente suave 0°- 13° el coeficiente de escurrimientos es de 0 a 5% (Fig. 9, 18).

El orden de las corrientes en la unidad geomorfológica de sierra alta, es en general de tercer orden, excepto el arroyo Boca de la Sierra (parte inicial del arroyo San José) y El Potrero de cuarto y el arroyo La Palma de quinto orden (Fig. 11, 17). El drenaje que se origina en la sierra alta se continúa en la llanura aluvial occidental,

hasta integrarse al cauce del arroyo principal (San José), en donde además se integran arroyos de primer orden que se originan en la llanura aluvial (Fig. 8, 15).

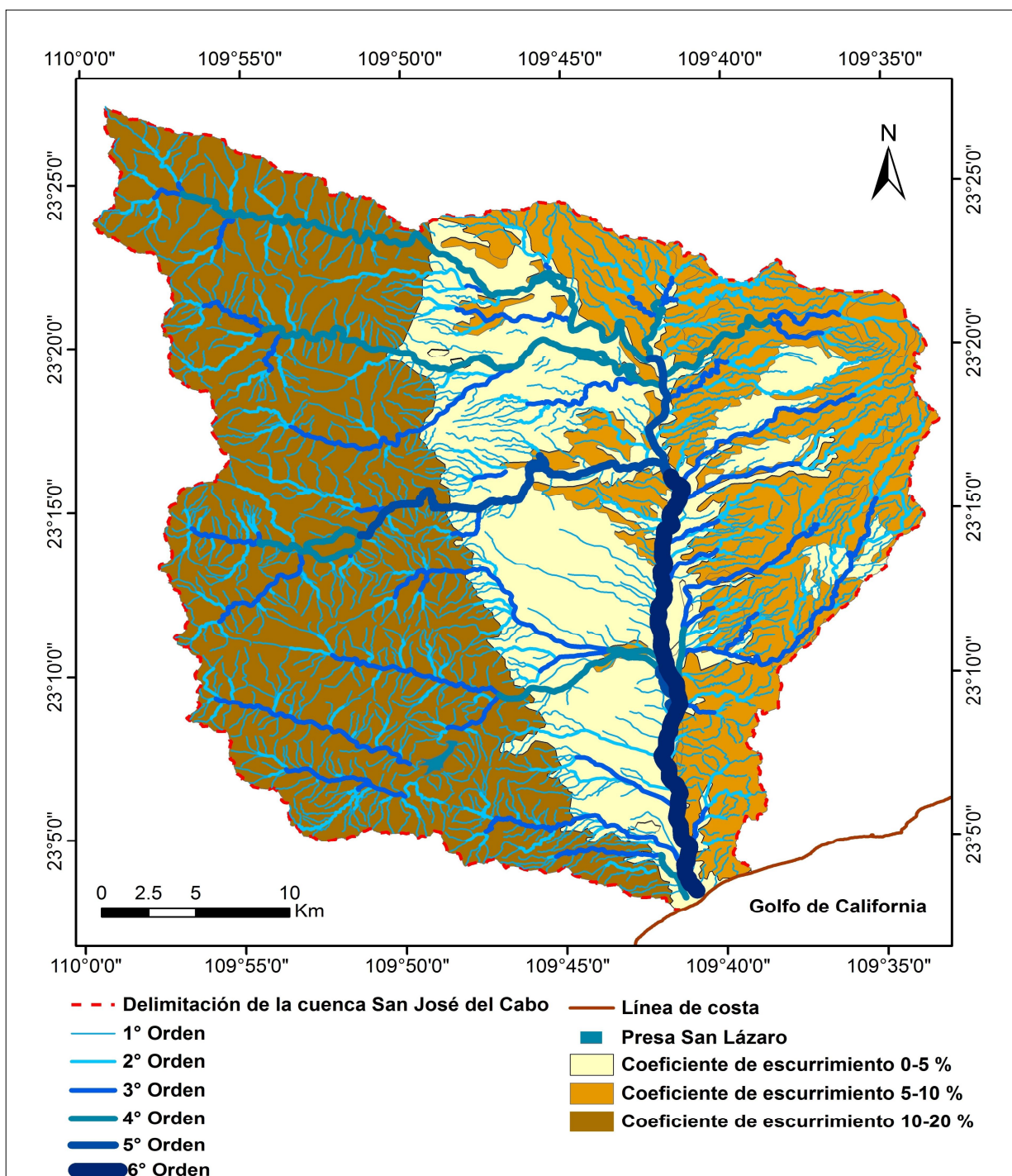


Figura 18. Coeficientes de escurrimientos y orden de corrientes en la cuenca San José del Cabo (Modificada de INEGI, 1988).

En la porción oriental al arroyo San José, que corresponde la unidad geomorfológica de sierra baja, el orden de la corriente es predominantemente de segundo y tercer orden, excepto el arroyo sin nombre que drena en la Cañada De En Medio, ubicada en la porción norte y que es de cuarto orden. Al igual que el drenaje en la sierra alta, este también se integra al cauce principal del arroyo San José (Fig. 17).

El arroyo San José como la corriente principal de la cuenca destaca en la llanura aluvial, integra la parte central del área de estudio (Fig. 8, 15), el tramo inicial de 36 km conocido como Boca de La sierra de acuerdo a Horton-Strahler es de cuarto orden, presentando inicialmente en la sierra alta una pendiente pronunciada y en la llanura aluvial moderada (Fig. 9). A la altura de la cota 140 msnmm, donde se ubican las rancherías El Cajón de Los Reyes, El Coyote y Santa Rita, se une al cauce del arroyo El Pilón de cuarto orden proveniente de la sierra baja, por lo que a partir de esta localidad el cauce del arroyo San José pasa a ser de quinto orden (Fig. 11). De este punto hasta 8 km aguas abajo hacia la cota de los 120 msnmm, el arroyo La Palma proveniente de la sierra alta se une al tramo San José de quinto orden, por lo que a partir de aquí y hacia la línea de costa 26 km, el arroyo San José pasa a ser de sexto orden, en donde la pendiente del arroyo va de moderada a suave (Fig. 9, 15, 17, 18).

V.2.1. Geomorfología e hidrología superficial de la cuenca de San José del Cabo como factor de riesgo a inundaciones.

De acuerdo a la información geomorfológica y de hidrología superficial presentada en los apartados anteriores, y en particular lo referente a las unidades de sierra alta y baja, es posible diferenciar la cuenca de San José del Cabo, en función de sus aspectos físicos (litológicos, pendientes, densidad de drenaje y coeficientes de escurrimiento), vistos como factores de riesgo, los cuales inciden en la llanura aluvial.

Lo anterior se evidencia y describe empleando el modelo de elevación de la cuenca, al que se le sobreponen polígonos que indican diferentes áreas de elevación topográfica en la llanura aluvial, los cuales se muestra en la figura 19, como rangos vulnerabilidad natural a ser inundados (Sánchez y Batista, 2005), y se describe como sigue:

En el modelo de elevación se identifica a la sierra alta (porción occidental de la cuenca), como la zona cuyos aspectos físicos, representan durante un episodio de lluvias, los factores con mayor riesgo para producir inundaciones en la llanura aluvial.

Esto debido a que se encuentra integrada por rocas graníticas impermeables, pendientes pronunciadas y una mayor densidad de drenaje (red hidrográfica); lo cual se traduce durante los episodios de lluvia, en una mayor captación de agua, poca o nula filtración de agua al subsuelo, un mayor volumen y velocidad de escurrimientos de agua superficial y por lo tanto una repuesta rápida a los efectos de precipitación de agua de lluvia durante una tormenta.

Mientras que los factores físicos de la zona de sierra baja (porción oriental de la cuenca) condicionan que durante un episodio de lluvia es de esperar una menor captación y mayor filtración de agua al subsuelo, por lo que el volumen y velocidad de escurrimientos de agua superficial será menor del que drena hacia la llanura aluvial desde la sierra alta, debido a que predominan las rocas sedimentarias permeables, pendientes moderadas y una menor densidad de drenaje. Sin embargo esto no le resta importancia a los aspectos físicos de la zona de sierra baja como factores de riesgo para producir inundaciones, puesto que sumados a los de la sierra alta inciden en la llanura aluvial (Fig. 9, 10, 17, 18, 19).

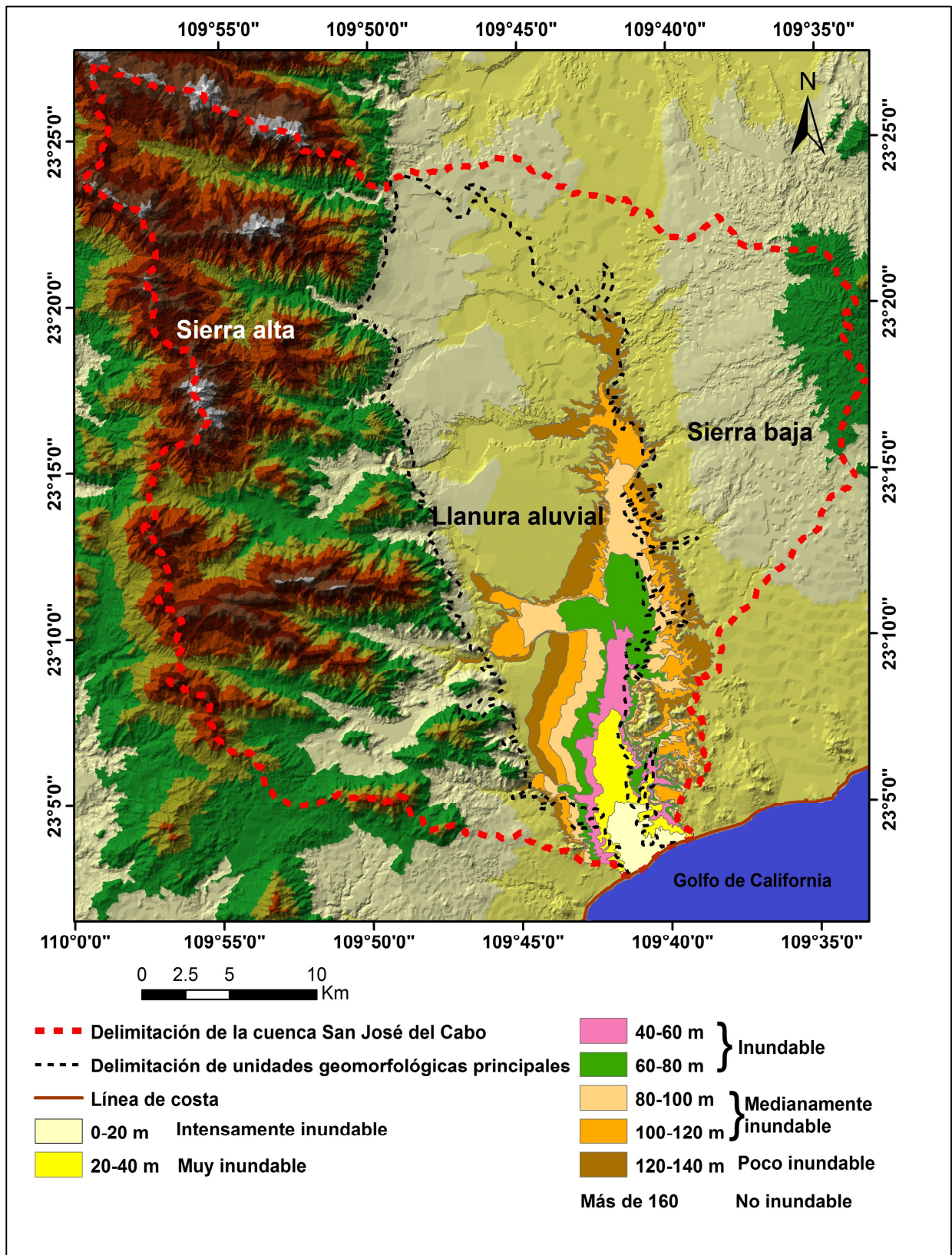


Figura 19. Modelo de elevación de la cuenca de San José del Cabo, y polígonos de vulnerabilidad a inundaciones según Sánchez y Batista (2005).

De esta manera, la llanura aluvial, presenta una vulnerabilidad natural a ser inundada, de acuerdo a su gradiente altimétrico (Sánchez y Batista, 2005), el cual en el modelo de elevación (Fig. 19), se representa como polígonos, trazados desde la línea de costa, hasta la cota topográfica de los 140 msnmm, a partir de donde el cauce principal del arroyo San José pasa a integrar una corriente de sexto orden (Fig. 17).

Esto último adquiere importancia como factor de riesgo, puesto que como se menciona en el punto V.2 de hidrología superficial, a mayor orden de la corriente, mayor dimensión de la cuenca por consiguiente una mayor densidad de arroyos, lo que confiere a este tramo del arroyo San José una mayor capacidad de captación de agua, lo que significa, que aun cuando presenta pendiente suave, coeficiente de escurrimiento bajo y una litología de depósitos Cuaternarios con alta permeabilidad, es de esperar que durante un episodio de lluvia intensa, sea dicho tramo, en el que se forme un mayor caudal y por lo tanto una mayor cantidad de agua llegará a la parte baja de la cuenca pudiendo ocasionar inundaciones.

Esta vulnerabilidad a inundaciones en la parte baja de la cuenca de San José del Cabo, se ve incrementada debido a su costa de bajo relieve topográfico y pendiente suave, en donde destaca el estero San José, cuyo origen es debido a la inundación con agua de mar de la desembocadura del arroyo del mismo nombre (Fig. 14, 19).

De tal manera que esta situación geomorfológica y morfométrica, en la parte baja de la cuenca, durante un huracán no solo la hace vulnerable a ser inundada por el caudal de agua que fluye a través del arroyo, ya que la disminución de la presión atmosférica que se produce durante estos fenómenos, provocan un aumento temporal del nivel medio del mar, que junto a los fuertes vientos que soplan hacia tierra mueven enormes masas de agua contra la línea de costa, e introduciendo agua de mar tierra adentro (marea de tormenta, figura 29), lo cual puede intensificarse si además coincide con una pleamar, agravando la situación de inundación en la parte

baja de la cuenca; esto debido a que también se reduce la capacidad de desagüe del arroyo principal hacia el mar.

Sánchez y Batista (2005), consideran que los terrenos que se encuentran por debajo de los 160 msnmm son vulnerables a inundarse como producto de fuertes precipitaciones, y proponen la relación entre inundaciones y la altura del terreno, la cual se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Vulnerabilidad según la relación entre inundaciones y la altura del terreno (Sánchez y Batista, 2005).

Altura (msnmm)	Característica
0 – 20	Intensamente inundable
20 – 40	Muy Inundable
40 – 80	Inundable
80 – 120	Medianamente Inundable
120 – 160	Poco Inundable
Más de 160	No Inundable

Dicha relación se emplea en el presente trabajo como indicador de vulnerabilidad, en el que además se considera como criterio a la pendiente del terreno, ya que un terreno con poca pendiente estará más expuesto a ser inundado. De esta manera se puede observar que los polígonos trazados en el modelo de elevación (Fig. 19) y que corresponden al tramo de sexto orden del arroyo San José, se encuentran en áreas de la cuenca con pendiente de suave a moderada, por lo que es de esperar que ante un evento extraordinario de lluvia, la parte baja de la cuenca que va de la línea de costa a la cota de los 80 msnmm, sea la que presenta la mayor vulnerabilidad a inundarse (Fig. 19). Sin descartar la parte media de la cuenca que se encuentra entre los 80 y 140 msnmm, y que de acuerdo a Sánchez y Batista (2005), por su poca pendiente representan también áreas susceptibles de inundación.

Es de precisar que en la cuenca de San José del Cabo existen áreas por arriba de la cota de los 160 msnmm, que presentan pendientes suaves como los casos de las mesas La Palma y San Bernabé, ubicada en la porción occidental de la unidad

geomorfológica de llanura, la cual por sus características topográficas presenta susceptibilidad a inundarse, así como los pequeños valles intermontanos ubicados por arriba de la cota de los 300 msnmm, en la unidad geomorfológica de sierra alta ejemplo de estos es el área donde se encuentra la presa San Lázaro (Fot. 2a, b).

V.3. Análisis de precipitaciones.

En este apartado se presenta un análisis de las precipitaciones registradas en la cuenca de San José del Cabo, de acuerdo a la información proporcionada por la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de CONAGUA, para las estaciones San José (a), San Felipe (b) y Santa Anita (e), así como la obtenida en línea de CNA (consulta: mayo 2012), para las estaciones Caduaño (c), Yeneka (d) y Mangle (f).

En la tabla 5, se anota la situación geográfica de las estaciones referidas y en la figura 20, su distribución espacial. De igual forma en la tabla 5, se resumen los datos de la precipitación media anual de acuerdo al periodo de tiempo de registros para cada estación y se anotan los datos de precipitación media anual, obtenidos de la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI (1998), con el propósito de ser comparados con los obtenidos para el presente trabajo.

Tabla 5. Ubicación geográfica y resumen de datos de precipitación media anual de las estaciones meteorológicas en la cuenca de San José del Cabo.

Letra	CONAGUA CNA	Latitud (grados decimales)	Longitud (grados decimales)	Años de registro.	N° de años con datos	Prec. media anual (mm)	INEGI (1998)	N° de años con datos	Prec. media anual (mm)
a	San José (3056)*	23.0694	109.7069	1926-2010	77**	128.9	San José	40	262.7
b	San Felipe (3051)	23.1083	109.8542	1939-2010	71	249	San Felipe	37	408.1
c	Caduaño (3007)*	23.3319	109.9472	1950-2010	61	319.7	Caduaño	34	427.7
d	Yeneka (3067)*	23.2708	109.7792	1961-2010	49	274.8	Yeneka	15	412.0
e	Santa Anita (3094)*	23.1783	109.7017	1973-2010	37	209.8	Santa Anita	3	288.6
f	Mangle (3144)*	23.3458	109.6458	1978-2010	32	305.9			

* El número entre paréntesis indica la clave de la estación meteorológica (3056).

** años de 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1937 y 2002, sin registro de precipitación.

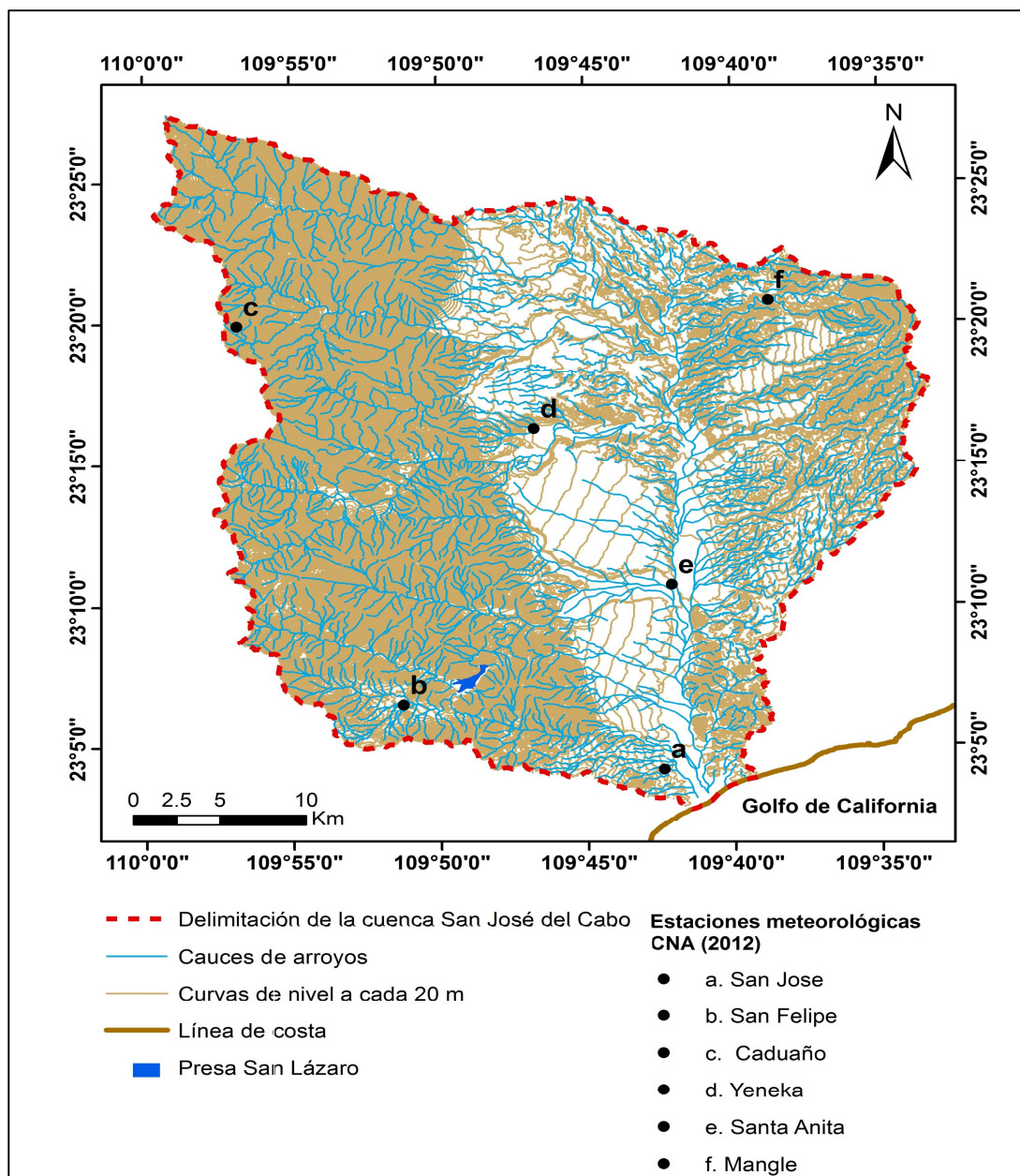


Figura 20. Ubicación espacial de las estaciones meteorológicas en la cuenca San José del Cabo.

De la información presentada en la tabla 5, se puede observar que tanto en la información obtenida para el presente trabajo, como la de INEGI (1998), aun cuando la estación San José (a) cuenta con el mayor número de años con registros, es la que presenta los valores bajos de precipitación media anual; mientras que la estación Caduaño (c), con menos años de registros que la anterior reporta los valores más

altos de precipitación en la cuenca. Es de hacer notar que la estación San José (a), se ubica a 40 msnmm, en la porción baja de la cuenca (llanura aluvial) y la estación Caduaño (c) a 1220 msnmm, en la unidad geomorfológica de sierra alta (Fig. 20).

Dicha tendencia se puede apreciar en la figura 21, en donde la isoyeta de 600 mm, se localiza sobre la unidad geomorfológica de sierra alta, disminuyendo hacia la parte baja de la cuenca hasta la isoyeta de 300 mm.

Es conveniente mencionar que la figura 21, fue tomada de la carta hidrológica de aguas superficiales 1: 250,000 San José del Cabo F12-2-3-5-6, de INEGI (1998), la cual abarca la región de Los Cabos y la porción sur de La Paz, por consiguiente las isoyetas que ahí se trazan están en función de los datos de las estaciones meteorológicas que se encuentran en toda esa región. De igual forma es de hacer notar la diferencia en cuanto al número de años con el que se trazaron dichas isoyetas, ya que como se puede observar en la tabla 5, para INEGI (1998), mientras que estaciones como la de San José cuenta con cuarenta años de registros, otras como la de Santa Anita solo con tres años. Debido a esto asumimos que las isoyetas trazadas en la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI (1998), muestra un sesgo importante en cuanto al valor y distribución espacial de sus isoyetas.

Considerando lo anterior se procedió a estandarizar los datos de precipitación obtenida en CONAGUA y CNA (en línea, 2012), para el periodo de 1978 al 2010 (32 años), que es en el que las seis estaciones ubicadas en la cuenca coinciden, con información de precipitación, la cual se muestra en la tabla 6, y se emplea para trazar las isoyetas en la cuenca de San José, las cuales se muestran en la figura 22.

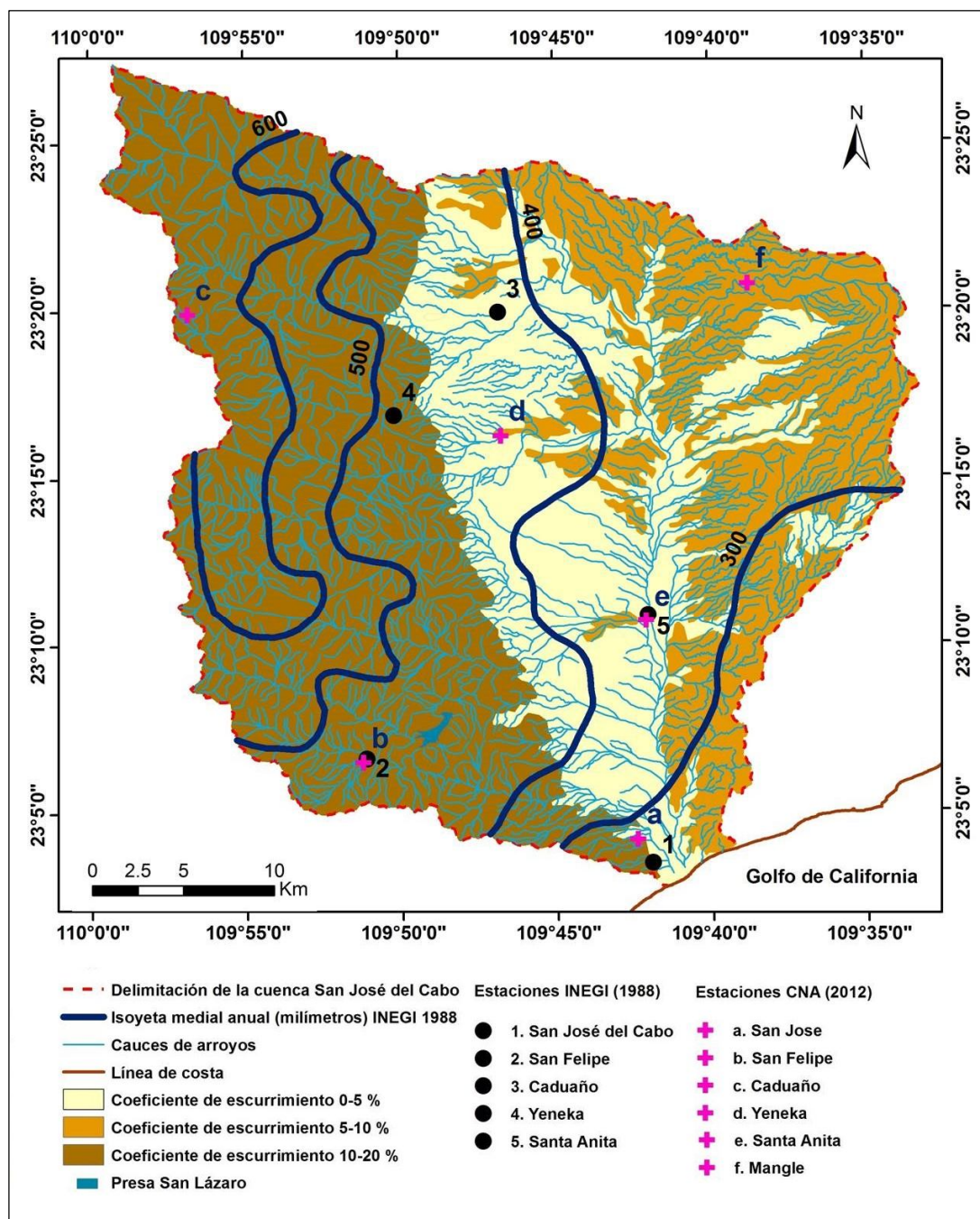


Figura 21. Distribución de isoyetas en la cuenca de San José del Cabo, según la carta hidrológica de aguas superficiales 1: 250,000 San José del Cabo F12-2-3-5-6 (INEGI, 1998), y ubicación espacial de las estaciones meteorológicas.

Tabla 6. Estaciones meteorológicas y precipitación media anual para el periodo de 1978 a 2010.

Estación meteorológica	CNA	Nº de años	Años de prec.	Prec. Media anual (mm)
a	San José	32	1978-2010	135.7
b	San Felipe	32	1978-2010	254.0
c	Caduaño	32	1978-2010	333.5
d	Yeneka	32	1978-2010	245.4
e	Santa Anita	32	1978-2010	212.6
f	Mangle	32	1978-2010	315.5

De la información de la tabla 6, se observa que aún estandarizando los periodos de tiempo para obtener los promedios anuales de precipitación para las seis estaciones, los valores obtenidos para el presente trabajo, siguen por debajo de los reportados por INEGI (1998), los cuales se muestran en la tabla 5.

Sin embargo la tendencia en la distribución de las isoyetas que se muestra en la figura 22, con respecto a la de la figura 21 de INEGI (1998), es consistente ya que el valor más alto de precipitación de 333 mm se registra en la estación Caduaño ubicada en la unidad geomorfológica de sierra alta, disminuyendo los valores de las isoyetas hacia la parte baja de la cuenca hasta 135 mm en la estación San José (Fig. 22). Lo anterior manifiesta que el gradiente altimétrico de la unidad geomorfológica de la sierra alta (sierra de La Laguna), es un factor importante en la distribución y cantidad de precipitación que se capta en la cuenca.

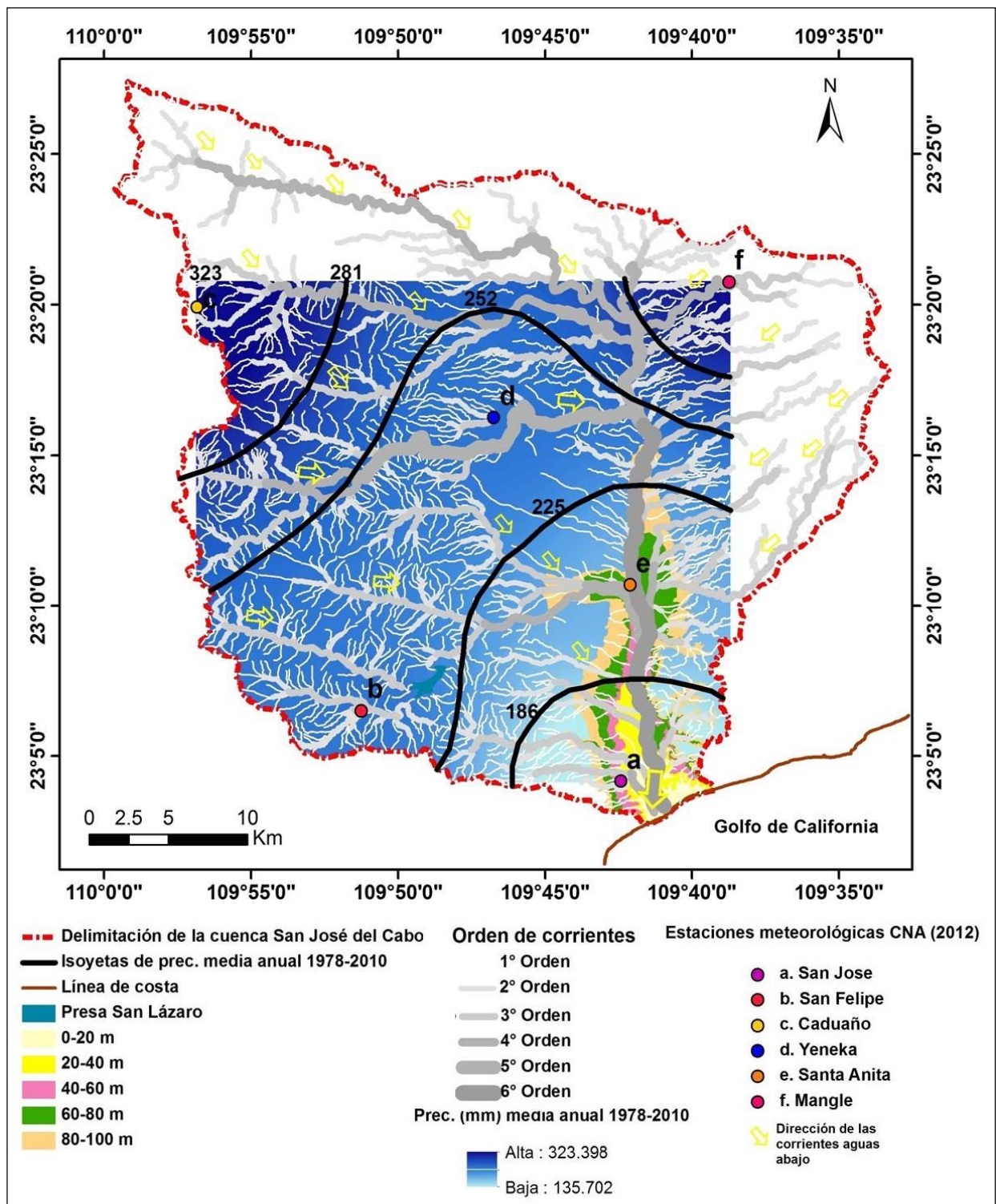


Figura 22. Distribución espacial de isoyetas, empleando datos de precipitación para los años de 1978 al 2010, de las estaciones meteorológicas: a) San José del Cabo, b) San Felipe, c) Caduaño, d) Yeneka, e) Santa Anita y Mangle.

La variación interanual de precipitación en la cuenca, se muestra en la figura 23, elaborada en función de los periodos de tiempo de registros para cada una de las estaciones ubicadas en la cuenca y reportándose como precipitación promedio mensual.

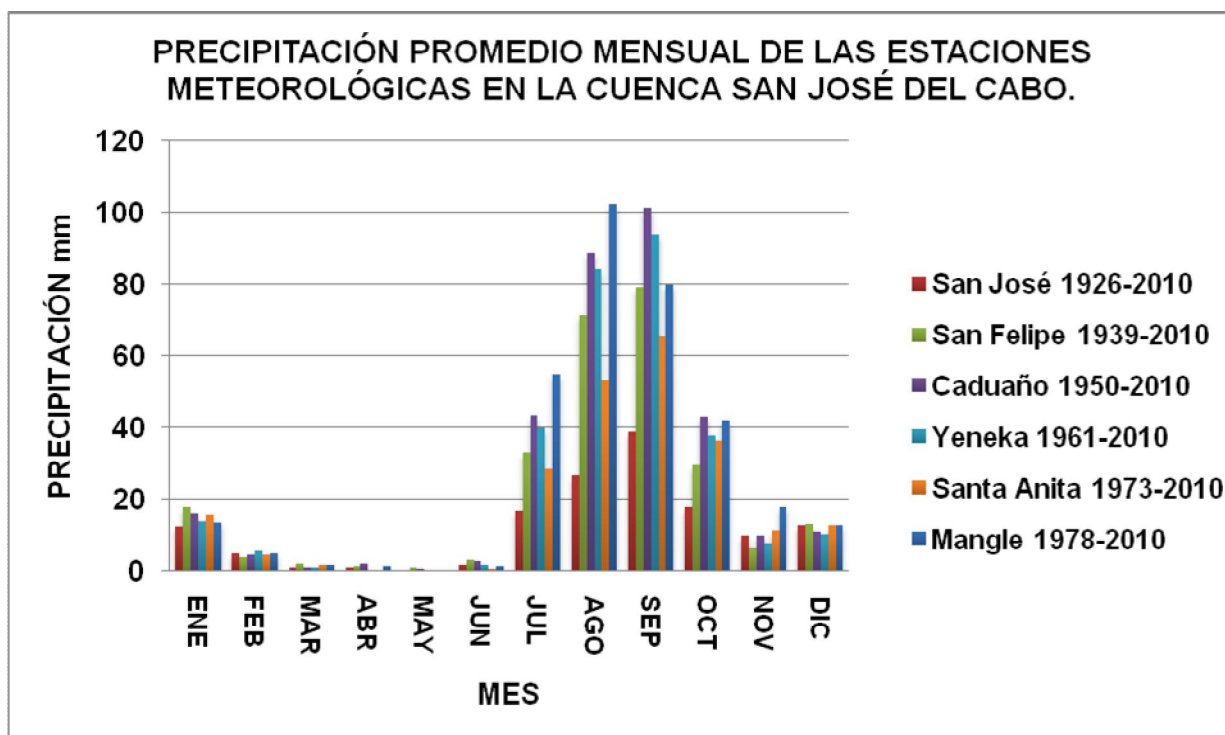


Figura 23. Precipitación promedio mensual registrada en las estaciones meteorologicas de la cuenca San José del Cabo.

De esta información se observa que los meses de julio a octubre son los más lluviosos destacando de agosto y septiembre, cuyas lluvias oscilan entre los 20 y 100 mm, y durante los cuales existe una mayor probabilidad de la ocurrencia de huracanes. De igual forma es de destacar el periodo de noviembre a febrero como meses con lluvia, pero con precipitaciones menores a los 20 mm, quedando los meses de marzo a junio como el periodo con menos probabilidad de lluvias (periodo de estiaje).

Esta variación interanual de precipitación, es consistente con la reportada por el INEGI (1996), que refiere para la región noroeste del país, a los meses de verano y otoño, así como los invernales como los meses lluviosos. La misma fuente refiere que las lluvias de verano y otoño se asocian a sistemas nubosos convectivos con desarrollos verticales que precipitan grandes volúmenes de agua, que incluso llegan a convertirse en perturbaciones atmosféricas denominadas chubascos. Mientras que las invernales se asocian al sistema de alta presión semipermanente del Pacífico nororiental, así como a la influencia de la celda de alta presión de las Bermudas-Azores, y cuyas precipitaciones de menor intensidad, en la región son conocidas como equipatas.

De la información de figura 23, es de destacar que durante los meses de julio a octubre, los valores de precipitación media mensual más altos se registran en la estación Caduaño, mientras que los valores mínimos durante los mismos meses se registran en la estación San José.

De acuerdo a la información presentada podemos asumir que la diferencia en los registros de precipitación entre las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca de San José del Cabo, aún para un mismo evento de lluvias se encuentra condicionado por el gradiente altimétrico de la unidad geomorfológica de sierra alta (sierra de La Laguna) el cual condiciona variaciones importantes en la temperatura, en distancias relativamente cortas, ya que de acuerdo a INEGI (1996), mientras en las partes altas de la sierra se presenta un clima templado subhúmedo y una mayor precipitación, hacia las partes bajas en donde se ubica la cuenca de San José predomina el clima seco muy cálido y precipitación total anual que oscila entre los 200 a 300 mm.

V.3.1. Aspectos meteorológicos como factor de riesgo a inundaciones.

Como se ha referido anteriormente en Baja California Sur, durante los meses de verano y otoño, sistemas nubosos convectivos con desarrollos verticales, llegan a convertirse en perturbaciones atmosféricas generando grandes volúmenes de precipitación y que no necesariamente se encuentran asociadas a huracanes, convirtiéndose en una amenaza que condiciona el riesgo a inundaciones.

En la región de los cabos existen antecedentes de inundaciones, como las producidas el 1 de noviembre de 1907, asociadas a una tromba, en la que se registraron fuertes precipitaciones dejando pérdidas materiales estimadas en cientos de miles de pesos así como la lamentable muerte de alrededor de catorce personas (Villanueva-González, 2001).

Otro antecedente de este tipo ocurrió entre los días del 3 y 4 de noviembre de 1993 (Tromba PT 3e-20; CNA en línea, 2012), cuyos datos de precipitación registrada en las estaciones meteorológicas de la cuenca se presentan en la tabla 7 y la distribución de sus isoyetas en la figura 27: T, las cuales han superado incluso a la de varios huracanes que han incidido en la región entre el periodo de 1970 al 2010.

Tabla 7. Precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo durante las lluvias del 3 y 4 de noviembre de 1993.

ESTACIÓN	Prec (mm)
a) San José	628
b) San Felipe	337
c) Caduaño	300
d) Yeneka	350
e) Santa Anita	510
f) Mangle	275.6
	2400.6

CNA (en línea, 2012), refiere que dichas lluvias se originaron por la interacción de un frente frío con una masa de aire caliente, ocasionando fuertes lluvias en menos de 24

horas, teniendo como resultado severos daños en pozos de agua potable, acueductos, carreteras, viviendas, agricultura, ganadería, infraestructura urbana y eléctrica.

Evidencias de esta lluvia fue proporcionada en entrevistas realizadas durante las salidas de campo con el Ing. Eduardo Ruiz Castro, Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, Sr. Jesús Junior Murillo Bargas y Sr. Martín Rosas, y a cuya lluvia se refieren como “El Gran Diluvio”. En la figura 24 se ubican algunos sitios que fueron inundados durante la tromba: Colonia Rosarito (1), vado Santa Rosa (2), San José viejo (3), Ampliación Zacatal (4), Arroyo El Saltito (5) y Arroyo Don Guillermo (6).

El Dr. Payén, relata que el día 4 de noviembre de 1993 por la mañana, se dirigió al hospital del IMSSS ubicado en la zona Centro, el cual se encontraba ya inundado, al igual que el terreno de la primaria Gregorio Cruz. El Dr. Payén destaca que esta área antiguamente se encontraba ocupada por una laguna, de ahí su bajo relieve y propensión a inundarse. De igual manera refiere que hay calles que en realidad son causes de arroyos como el “Don Guillermo” (punto 6 de la figura 24), y la actual calle Francisco Payén Sandoval, que se muestra en las fotografías 9 y 10 respectivamente.

Para el vado Santa Rosa (2), que se muestra en la fotografía 11, el Dr. Payén refiere que fue impactante ver como los arroyos que pasan por la colonia Santa Rosa, formaban un solo río tumbando y arrastrando todo a su paso. Al norte de este vado en la colonia Zacatal el Sr. Murillo Bargas, refiere que las casas del fraccionamiento INFONAVIT que ahí se ubicaban quedaron sepultadas a nivel de tierra, debido a la gran cantidad de material sedimentario arrastrado por las corrientes de agua torrenciales provenientes de los arroyos de la sierra y cuya fuerza se evidencio por los bloques de roca que iban incluidos. De igual forma el Sr. Murillo menciona que posterior a estas lluvias varios de sus vecinos fueron reportados como desaparecidos.

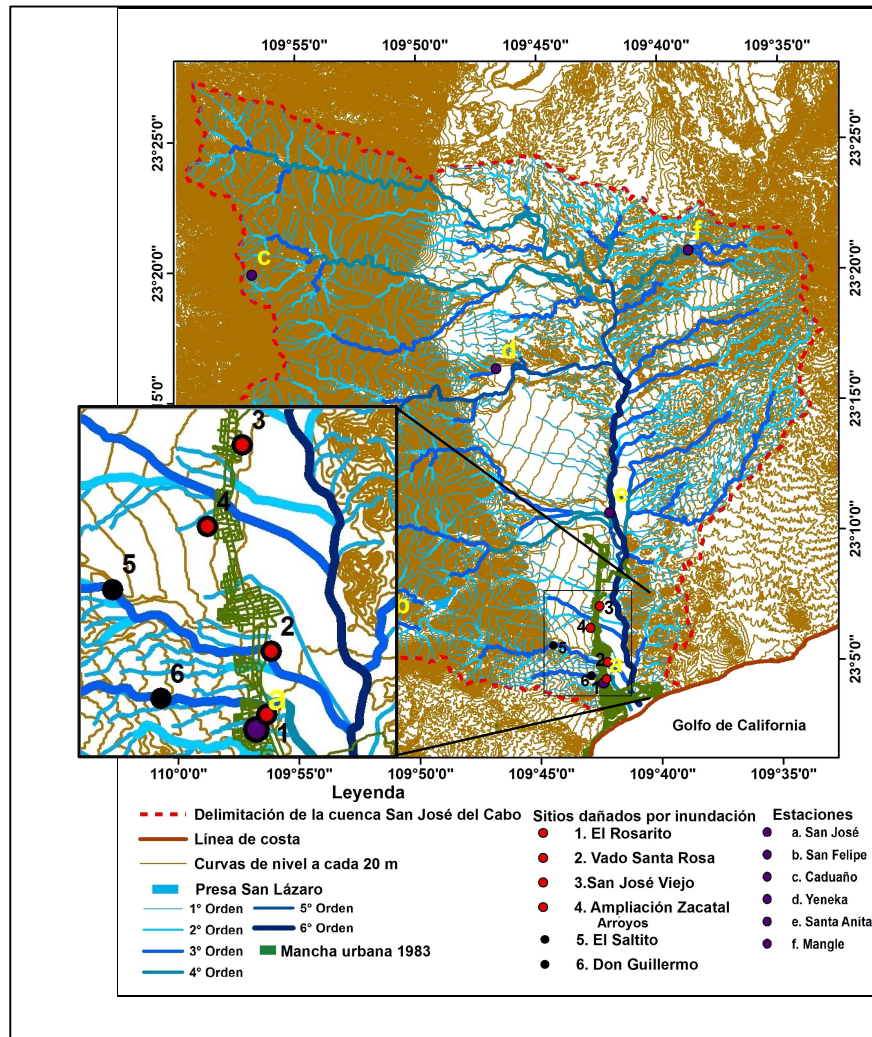


Figura 24. Ubicación de estaciones meteorológicas y de algunas zonas afectadas por la tromba de 1993 en la cuenca de San José del Cabo.



Fotografía 9. Se muestra el arroyo "Don Guillermo", visto el 4 de noviembre de 1993, a las 9 de la mañana, desde el puente del Rosarito (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).



Fotografía 10. Actual calle Francisco Payén Sandoval, en la parte superior derecha la iglesia de Guymitas. En el lugar donde se observa el carro hundido actualmente hay una gasolinera (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).



Fotografía 11. Vado de Santa Rosa, actualmente hay unidad habitacional (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas A.C).

En las fotografías de la 12 a 14 proporcionadas por el Dr. Hugo Francisco Payén Izábal (Raíces Cabeñas A.C), se muestran algunos de los daños causados por las lluvias del 3 y 4 de noviembre de 1993 (Tromba PT 3e-20, CNA en línea 2012):



Fotografía 12. Carros y casas sepultadas como parte de los daños causados por la tromba del 3 de noviembre de 1993 “gran diluvio” (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).



Fotografía 13. Erosión y destrucción del puente Chileno, por la tromba del 3 de noviembre de 1993 “gran diluvio” (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).



Fotografía 14. Erosión y destrucción del puente Palmilla por la tromba del 3 de noviembre de 1993 “gran diluvio”. Hacia la derecha, actualmente se encuentra un campo de golf (Fotografía de Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas AC).

De la información presentada es de destacar que aunado al riesgo de inundación, por efecto de lluvias extraordinarias causadas o no por huracanes, existen de manera inherente otros riesgos (peligros) hidrometeorológicos, como son las fuertes corrientes de agua torrencial, cuya capacidad de carga se convierte en un peligro debido al arrastre que estas producen al llegar a formar corrientes de lodo (Fot. 8, 9, 10). Produciendo inicialmente erosión con deslizamientos y desprendimientos en las laderas con efectos como los que se muestran en las fotografías 12 y 13, así como escarpes erosivos como el que se muestra en la fotografía 6 del arroyo San José sobre el cual actualmente se encuentra la Colonia Santa Anita. Posteriormente al perder capacidad de carga las corrientes de agua, se produce el depósito de una gran cantidad de material sedimentario produciendo problemas de azolvamiento (Fot. 11).

Estos procesos de corrientes de lodo, erosión, azolvamiento, se presentan de manera más intensa en la porción occidental de la cuenca, debido a la topografía y geomorfología de la sierra alta, ya que durante los episodios de lluvia, las corrientes de agua que se forman en sus arroyos, tienden a magnificarse por las pendientes pronunciadas. A este flujo de agua torrencial en los arroyos desde la sierra a la llanura aluvial los pobladores lo refieren como la “culebra”, lo cual cobran importancia en la parte baja y media de la cuenca puesto que en dicha área se encuentra ubicada la mayor parte del poblado de San José del Cabo.

V.4. Incidencia de huracanes.

Huracán, ciclón y tifón, son términos diferentes para una misma amenaza hidrometeorológica que se caracteriza por fuertes vientos y lluvias torrenciales.

En el Atlántico norte occidental, la parte central y oriental del Pacífico norte, el mar Caribe y el Golfo de México este evento meteorológico se denomina “huracán”, en el Pacífico norte occidental se denomina “tifón”, en bahía de Bengala y el mar Arábigo

se denomina “ciclón”, en el Pacífico sur occidental y el océano Índico suroriental, se denomina “ciclón tropical severo” y en el océano Índico suroccidental, se denomina “ciclón tropical” (Organización Meteorológica Mundial: OMM, en línea, 2013).

En los años cincuenta del siglo veinte, para diferenciar a estos fenómenos meteorológicos, se les asignaba por parte de los meteorólogos militares en Estados Unidos un número; por ejemplo al huracán del 6 de octubre de 1958, que causo daños importantes en el poblado de San José del Cabo se le asigno el numero “11”.

A partir de 1960, se comenzó a asignar a los ciclones nombres femeninos en orden alfabético; con el primer ciclón de la temporada llevando un nombre que comenzaba con la letra "A". Posteriormente en 1978, comenzaron, por primera vez a incluir nombres masculinos y femeninos en las listas de ciclones (Organización Meteorológica Mundial OMM, en línea, 2013).

Hasta antes de 1990, no existía acuerdo para categorizar a estos eventos meteorológicos, por tal razón no había una escala universalmente aceptada. La escala de Saffir-Simpson, fue propuesta en 1969 y citada por primera vez en la edición de mayo de 1990 del Monthly Weather Review (Padilla-Lozoya, 2011).

Dicha escala se presenta en la tabla 8, en la que se clasifican los ciclones de acuerdo a la velocidad de los vientos en: depresiones tropicales, tormenta tropical y huracán. Los efectos y daños previstos de un ciclón tropical no dependen solamente de la velocidad del viento, sino también de factores como la velocidad de desplazamiento, la duración de los vientos fuertes y la precipitación acumulada durante la llegada a tierra y después de que esta se produzca, el cambio repentino de la dirección en la que se desplaza el ciclón, su intensidad, tamaño y también de la respuesta de las personas a los desastres.

Tabla 8. Clasificación de los ciclones tropicales de Saffir-Simpson (CENAPRED, 2007a).

Categoría	Vientos (km/h)	Tormenta de marea (m)	Características
Perturbación tropical			Ligera circulación de vientos
Depresión tropical	< 62		Localmente destructivo
Tormenta tropical	62.1 a 118	1.1	Tiene efectos destructivos
Huracán categoría 1	118.1 a 154	1.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 2	154.1 a 178	2.0 a 2.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 3	178.1 a 210	2.5 a 4.0	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 4	210.1 a 250	4.0 a 5.5	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 5	> 250	> 5.5	El más destructivo

El Estado de Baja California Sur, aun cuando en general su característica climática es de muy seco y cálido, es una región sujeta a la amenaza de las tormentas tropicales y huracanes, que se originan en el Océano Pacífico Oriental, entre los meses de julio a octubre, con énfasis en el mes de septiembre (Latorre, D. y Penilla, L. 1988).

Villanueva-González (2001), menciona que al Estado de Baja California Sur se considera entre los cinco del país con mayor riesgo por efecto de temporales y que estos han estado relacionados fuertemente con la historia regional y con la vida cotidiana de los sudcalifornianos.

Para el presente trabajo, estos fenómenos meteorológicos cobran importancia, como las principales amenazas que condicionan el peligro de inundaciones en la porción baja y media de la cuenca de San José del Cabo, las cuales incluso han llegado a convertirse en desastres.

Evidencia histórica de lo anterior, se ha referido en el apartado II.2. Reseña histórica de San José del Cabo, en donde se señala la reubicación de la misión de San José del Cabo Añuití, por problemas de inundación en donde se destaca la inundación de 1793, durante la cual el templo de la misión fue destruido.

Otros antecedentes históricos de destacar es el del ciclón del 30 de septiembre de 1895, 14 de octubre de 1907, 16 y 17 de septiembre de 1918, del 20 al 22 de septiembre de 1934, 13 de septiembre de 1939, y el del 30 de septiembre al 6 de octubre de 1958. Según Palacio-Ceseña (1984), Villanueva-González (2001), Padilla (2011), Ruiz–Castro y Payén-Izabal, (2012, comunicación personal), estos ciclones dejaron grandes daños materiales por varios millones de pesos, ya que durante estos ciclones los fuertes vientos y la avalancha de agua que se formó invadió el valle aluvial, arrastrando gente, huertas, animales, tierras, todo lo que encontraron a su paso, adquiriendo efectos de desastre magnificado por la pérdida de vidas humanas, en especial durante los ciclones de octubre de 1907, septiembre de 1918 y octubre de 1958.

Latorre y Penilla (1988), para el periodo de tiempo de 1960 – 1980 identificaron 30 huracanes (promedio de 1.5 huracanes por año), que en algún punto de su trayectoria se acercaron a unos 250 km de la costa de BCS, de los cuales 13 (promedio de 0.65 huracanes por año) tocaron cuando menos las costas y 5 de ellos se internaron tierra adentro causando lluvias abundantes.

Siguiendo el criterio de Latorre y Penilla (1988), de los 584 eventos entre tormentas tropicales y huracanes, de la base histórica generada para el presente trabajo (anexo 1), solo 92 se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, entre los años de 1950 al 2010, los cuales se resumen en la tabla 9 y sus trayectorias se muestran en la figura 25.

Tabla 9. Registro de tormentas tropicales y huracanes para el periodo de 1949 – 2010 que se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, Baja California sur.

Años	N° de registros	Tormentas	Huracanes	Categoría de huracanes					Promedio anual de tormentas	Promedio anual de huracanes
				1	2	3	4	5		
1950-1960	12	7	5	5					0.8	0.5
1960 - 1970	21	13	8	7	1	1			1.3	0.9
1970 - 1980	9	3	6	3	2		1		0.3	0.6
1980 - 1990	18	8	10	1	4	3	2		0.8	1.0
1990 - 2000	14	3	11	5	3	2	1		0.3	1.1
2000 - 2010	18	8	10	1	5		3	1	0.8	1.0

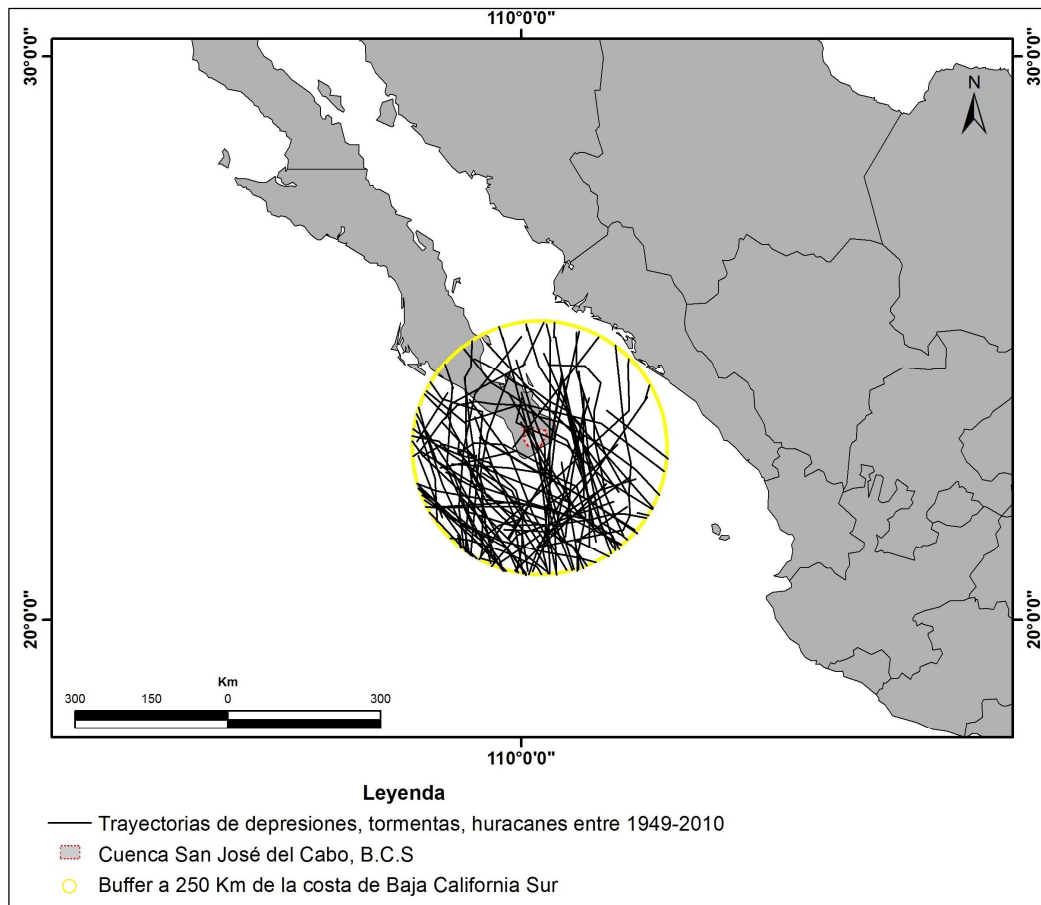


Figura 25. Trayectorias de tormentas tropicales y huracanes para el periodo de 1949 – 2010 que se acercaron a 250 km de la costa de San José del Cabo, Baja California sur.

De acuerdo a esta información, para el presente trabajo se obtiene que de los huracanes formados en la cuenca oriental del Pacífico Norte, el 16 % afecten la región de Los Cabos, lo cual representa el 0.65 probabilidad con un promedio de 1.5 huracanes por año. Estas estimaciones es consistentes con la de Latorre y Penilla (1988), y adquiere relevancia si consideramos que para el presente trabajo solo se está considerando el área de 250 km a partir de la cuenca de San José del Cabo, mientras que los autores antes referidos consideran en su trabajo, todo el estado de Baja California Sur.

V.4.1. Huracanes y tormentas tropicales como factor de riesgo a inundación.

De la tabla 9, es de destacar la condición aleatoria de ocurrencia de tormentas tropicales y huracanes como factor de riesgo. Adicional a esto, se suma como factor de riesgo la intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos, ya que aun cuando en la década de 1960 a 1970, se presentaron más eventos, la que en este sentido cobra relevancia por la intensidad y numero de huracanes es la de 200 al 2010, seguida de las décadas de 1980 – 1990 y de 1990 al 2000, ya que es en estas en las que se presentaron huracanes de categoría cuatro y cinco.

Pavía-López (1998), refiere que relaciones estadísticas sugieren que durante años de El Niño (ENOS/ENSO) aumenta el número de huracanes en el Pacífico, ya que al parecer durante veranos en que la anomalía de agua caliente aparece en el Pacífico del oeste, puede alcanzar las costas mexicanas, por lo que se piensa que la dispersión en la génesis, trayectorias e intensidad de huracanes aumenta.

De acuerdo a esto los eventos ENOS se suman a las tormentas tropicales y huracanes como amenaza, debido a que estos fenómenos meteorológicos - oceanográficos se asocia el incremento de lluvias y consecuentemente la potencial generación de inundaciones en la cuenca de San José del Cabo.

Aunque se conozca y se acepte que los eventos ENOS incrementan las posibilidades de lluvia así como el número de huracanes en la península de Baja California, aún se desconocen los escenarios más probables de lluvias asociadas a estos, fenómenos hidrometeorológicos, lo cual es necesario para tomar medidas preventivas ante las lluvias torrenciales que se generan provocando deslaves, desbordamientos de presas y arroyos que ponen en riesgo la integridad de los asentamientos humanos (Pavía-López, 1998; Reyes y Troncoso, 2001).

Considerando lo anterior, en la tabla 10 se muestra información de 29 eventos, que según el Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos, son los

que mayor influencia han tenido en Baja California Sur, en el periodo de 1970 al 2010. Con lo que al mismo tiempo se destaca la importancia de las depresiones, tormentas tropicales y huracanes como principales amenazas que condiciona el riesgo de inundaciones en la cuenca y cuyo periodo de tiempo cobra importancia por ser en el que posteriormente se analiza el crecimiento tanto poblacional como de la mancha urbana de San José del Cabo, esto último como un factor de riesgo antrópico.

En la figura 26, se muestran las trayectorias de los 29 eventos hidrometeorológicos antes referidos, las cuales se observan muy variables ya que dichos fenómenos dependen para su desarrollo y evolución de diferentes condiciones, como son la presión atmosférica, temperatura del aire, temperatura del mar, orografía, etc. cuya influencia puede favorecer que en la trayectoria de una depresión tropical aumente su intensidad hasta pasar a ser un huracán o por el contrario, pasar de huracán a depresión tropical.

Esta última situación se ve reflejada en la tabla 10, en donde varios eventos meteorológicos con categoría inicial de huracán afectaron el estado de Baja California Sur, como tormentas y depresiones tropicales. Por lo que para el periodo de 1970 al 2010, en la región peninsular se registraron tres depresiones tropicales, nueve tormentas tropicales, diez huracanes categoría uno, cuatro como huracán categoría dos, dos como huracán categoría tres y uno como huracán categoría cuatro.

De los 29 eventos hidrometeorológicos referidos, nueve impactaron de forma directa en la costa sur de la península: en 1981 Irwin como depresión tropical (7), Paúl en 1982 como huracán categoría dos (9), Kiko en 1989 como huracán categoría tres (12), Rachel en 1990 como tormenta tropical (13), Isis en 1998 como huracán categoría uno (19), Greg en 1999 como huracán categoría uno (21), Marty en 2003 como huracán categoría dos (24), Henriette en 2007 como huracán categoría uno (27) y Georgette en 2010 como tormenta tropical (29), (Fig. 26).

De estos fenómenos hidrometeorológicos el huracán categoría uno Isis del 1 al 3 de septiembre de 1998, dejó el mayor registro de precipitaciones en las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo con 2446 mm, mientras que el huracán Greg categoría uno que impacto en la costa como tormenta tropical del 6 al 8 de septiembre de 1999, dejó el menor registro con 218 mm.

Tabla 10. Registros de precipitación (mm) de las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo, durante las tormentas y huracanes, con influencia en B.C.S. para el periodo de 1970-2010. Depresiones Tropicales (DT), Tormentas Tropicales (T) y Huracanes (H, el numero asociado en la tabla representa la categoría).

Estación meteorológica Precipitación en mm												
No.	Nombre	Año	Días	a San José	b San Felipe	c Caduaño	d Yeneca	e Santa Anita	f Mangle	Total mm	Cat. máxima	Cat. impacto
1	Norma	1970	1-4 Sept	41	108.5	95	64.5	-	-	309.0	T	DT
2	Irah	1976	23-27 Sept	75	210	114	77.5	68	-	544.5	H2	H1
3	Liza	1976	29-30 Sept	-	235	320	235	239	-	1029.0	H4	H4
4	Kathleen	1976	07-10 Sept	-	120	43	45.5	9	-	217.5	H	T
5	Doreen	1977	13-16 Ago.	256.7	-	325	375	208	-	1164.7	H	H
6	Guillermo	1979	9-13 Sept	148.5	380	243.8	225	122.5	175	1294.8	H	H
7	Irwin	1981	28-30 Ago.	49.5	91	65	96	105	43.5	450.0	T	DT
8	Lidia	1981	5-7 Oct	-	250	-	217	148	136.5	751.5	T	T
9	Paúl	1982	27-29 Sept	268	336.5	259.5	38.5	101	242	1245.5	H2	H2
10	Norbert	1984	14-26 Sept	21	45	14.5	14	-	26.3	120.8	H4	T
11	Norma	1987	15-16 Sept	13.3	0	45	20	14	0	92.3	H	DT
12	Kiko	1989	23-27 Ago.	23.5	96	28	93	55	122.9	418.4	H3	H3
13	Rachel	1990	01-Oct	230	-	-	-	240	124	594.0	T	T
14	Lester	1992	19-21 Ago.	32	34	20	14	8	14.2	122.2	H1	H
15	Hilary	1993	18-25 Ago.	147.3	252	132.5	143	229.1	84	987.9	H3	H
16	Henriette	1995	1-5 Sept	150.5	310	184.5	194	151	229	1219.0	H2	H2
17	Fausto	1996	11-14 Sept	150	300	293	240	204	171	1358.0	H3	H1
18	Nora	1997	18-23 Sept	40	235	207	239	190	162	1073.0	H4	H3
19	Isis	1998	1-3 Sept	340	324	610	450	326	396	2446.0	H	H
20	Frank	1998	6-8 Ago.	234	103	180	79	286	206.8	1088.8	T	T
21	Greg	1999	6-8 Sept	49	105	28	-	-	36	218.0	H	T
22	Miriam	2000	15-17 Sept	-	20	31	-	27	117.2	195.2	T	T
23	Juliette	2001	26-30 Sept	432	620	1011	743	687	660	4153.0	H4	H
24	Marty	2003	19-22 Sept	601	386	335	390	274	284	2270.0	H2	H2
25	Ignacio	2003	22-26 Ago.	147.5	198	148	500	111	189.5	1294.0	H2	H2
26	Otis	2005	28 Sept-02 Oct	7.5	0	51	0	8	81.1	147.6	H	H
27	Henriette	2007	3-4 Sept	214	262	214	309	168	282.5	1449.5	H	H
28	Lowell	2008	7-10 Sept	115	178	115	70	145	132.5	755.5	T	T
29	Georgette	2010	20-21 Sept	71	-	60	50	70	72.2	323.2	T	T

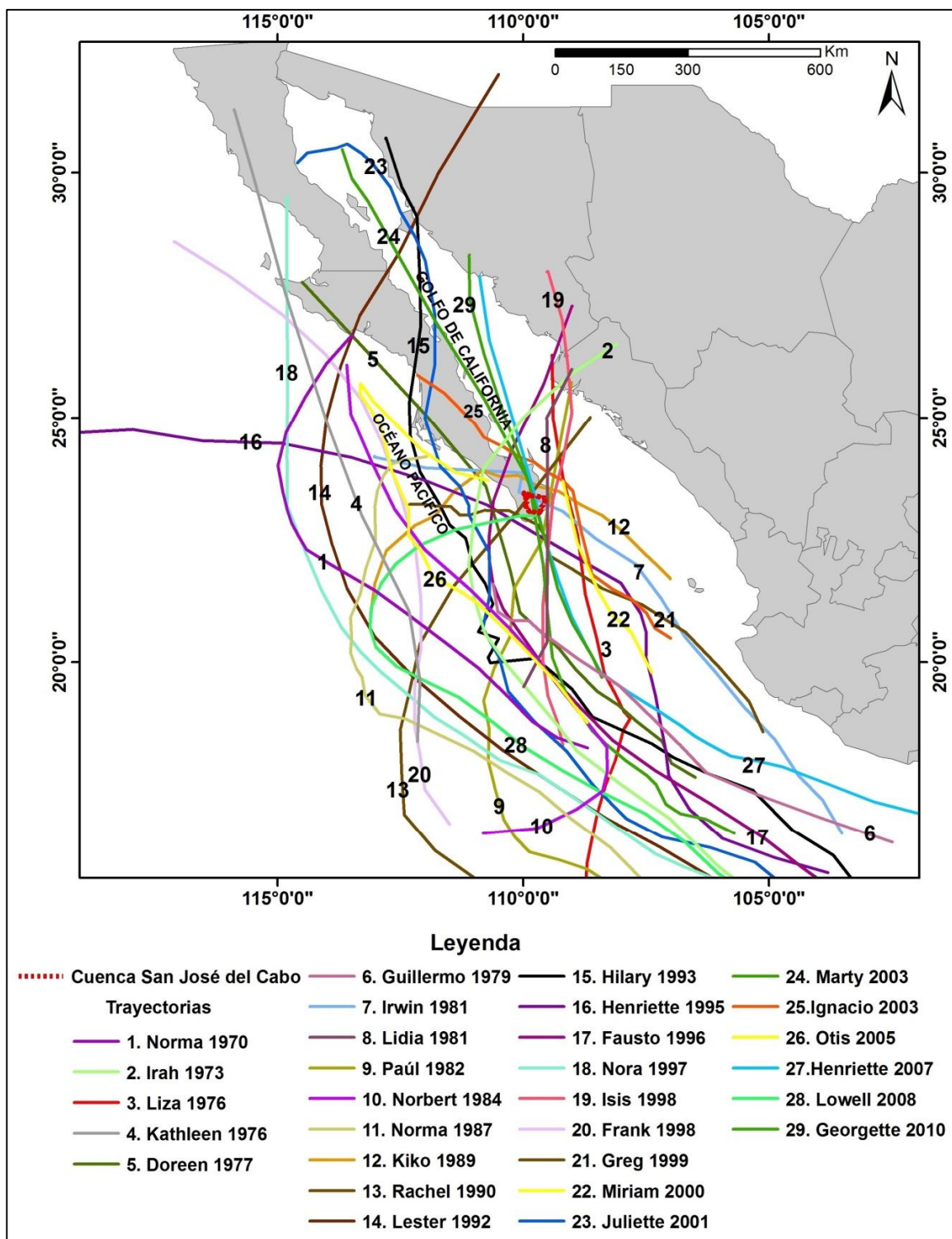


Figura 26. Trayectoria de depresiones, tormentas tropicales y huracanes con mayor influencia en Baja California Sur, durante el periodo de 1970-2010.

Sin embargo no se requiere que estos fenómenos impacten en la costa para convertirse en un riesgo, puesto como se puede apreciar en la tabla 7 y figura 27, en los casos de la tormenta tropical Norma en 1970 (1), y el huracán Juliette categoría cuatro (23) en 2001, en ambos casos pasaron paralelos y alejados de la región de los Cabos, como depresión tropical y huracán categoría uno, dejando un registro de precipitaciones en las estaciones meteorológicas de la cuenca de San José del Cabo de 309 y 4153 mm respectivamente, superiores a las dejadas por la tormenta tropical Greg y el huracán Isis (Tabla 10).

De estos es de destacar el huracán Juliette del 26 al 30 de septiembre de 2001 (28), en donde el desprendimiento de bandas nubosas al mantenerse estacionado cerca de La Paz, ocasionaron fuertes precipitaciones en la zona de Los Cabos, provocando daños en la infraestructura de agua potable, vivienda, y carreteras (CNA, en línea 2012).

Sumados a los fenómenos meteorológicos referidos anteriormente, la percepción de los pobladores de San José del Cabo, refieren a los huracanes Paúl de categoría 2 (septiembre de 1982), ciclón Kiko de categoría 3 (agosto de 1989), huracán Isis categoría 1 (septiembre de 1998), huracán Marty de categoría 2 (septiembre de 2003), y el huracán Henriette de categoría 1 (septiembre de 2007), como los que a su paso han provocado inundaciones en San José del Cabo, dejando daños en su patrimonio como son daños en viviendas, vehículos, vialidades urbanas, carreteras, socavaciones en tuberías, acueductos, puentes, así como daños en agricultura, ganadería y turismo. Esto por el paso de las corrientes torrenciales que provocan deslaves, así como por el arrastre de grandes cantidades de sedimentos, los cuales llegan a acumularse dejando casas y vehículos sepultados.

Evidencia de lo anterior es proporcionada por el Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas A. C., en las fotografías 15, tomadas durante el ciclón Kiko de categoría 3 en agosto de 1989:



Fotografías 15. Estas imágenes muestran el efecto de la inundación, causada por el ciclón Kiko de categoría 3 en agosto de 1989, así como parte de los daños en San José del Cabo (fotografías proporcionadas por el Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, de Raíces Cabeñas A.C.).

Teniendo como antecedentes lo anterior, y con el objetivo de identificar los escenarios más probables de lluvias, asociado a los fenómenos hidrometeorológicos, así como su efecto en la cuenca de San José del Cabo, se analiza la distribución de lluvias extraordinarias generadas entre los años de 1970 al 2010, empleando la distribución de isoyetas de 17 eventos (Fig. 27), que se seleccionan de la tabla 10 resaltados en color gris, teniendo como criterio que todos estos eventos, presentan registros de precipitación en las seis estaciones meteorológicas, ubicadas en la cuenca (Fig. 20).

En las distribuciones de isoyetas, que se muestran en la figura 27, resulta difícil observar, una tendencia de precipitaciones definida, tal como se identifica en el punto V.3, para las “lluvias típicas”, en donde su distribución se encuentra condicionada por el gradiente altimétrico de la unidad geomorfológica de sierra alta (Fig. 22).

Sin embargo al comparar en la tabla 10, la precipitación captada en cada una de las seis estaciones durante los 17 eventos seleccionados, se logra apreciar que -

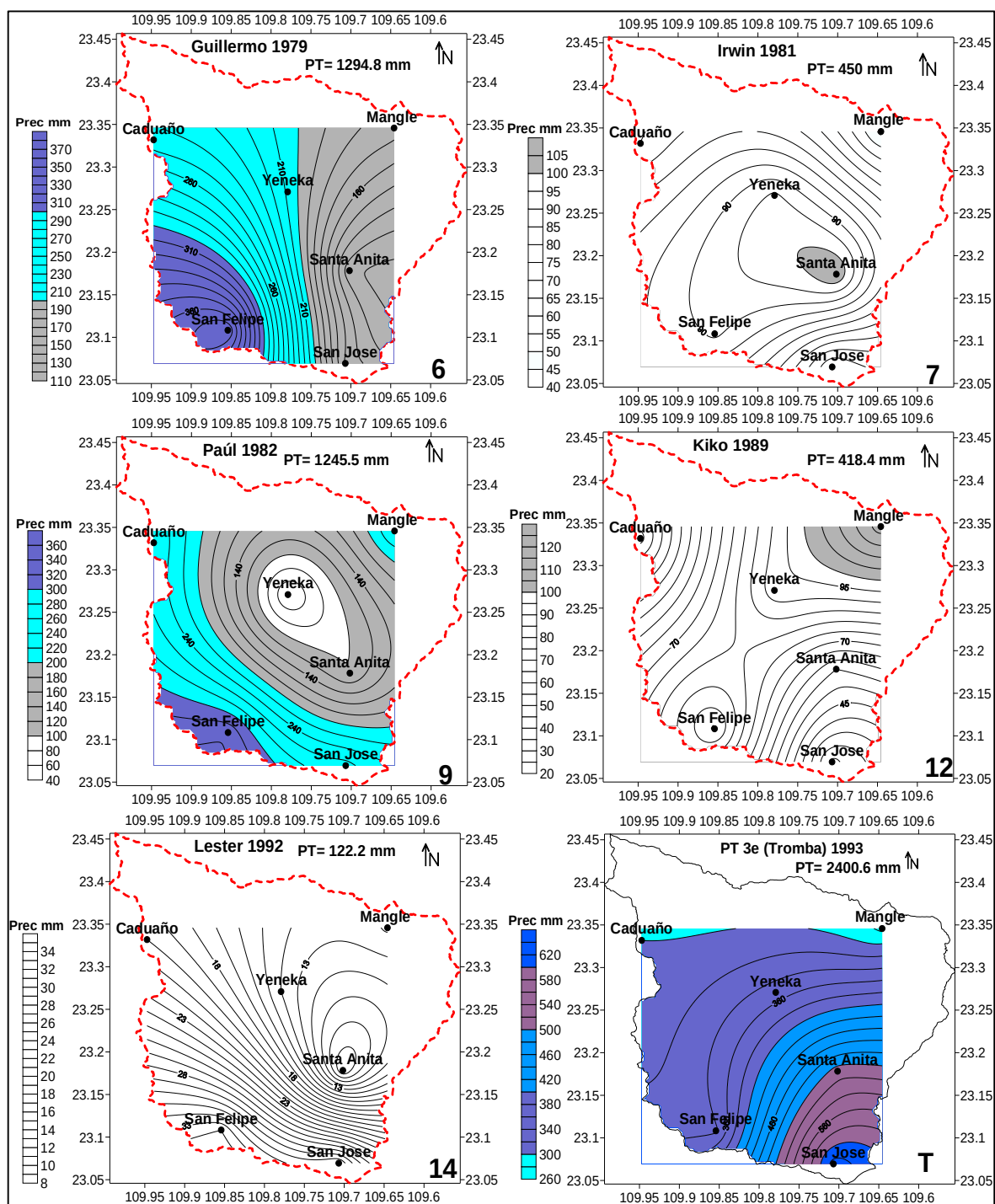


Figura 27. Interpolación de los datos de precipitación (isoyetas) de los huracanes Guillermo (1979), Irwin (1981), Paúl (1982), Kiko (1989), Lester (1992) y La Tromba (1993).

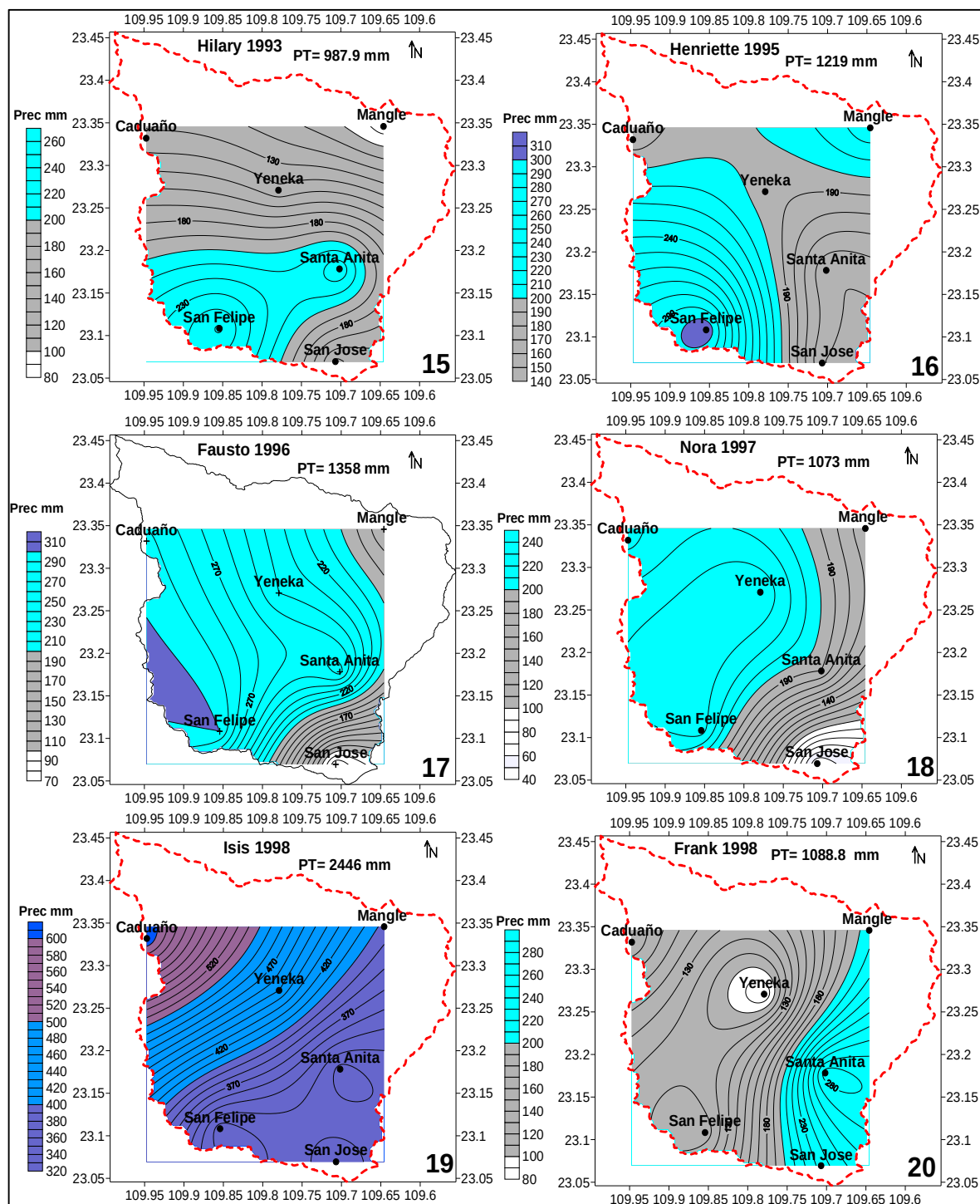


Figura Continua 27. Interpolación de los datos (isoyetas) del huracán Hilary (1993), Henriette (1995), Fausto (1996), Nora (1997), Isis (1998) y Frank (1998).

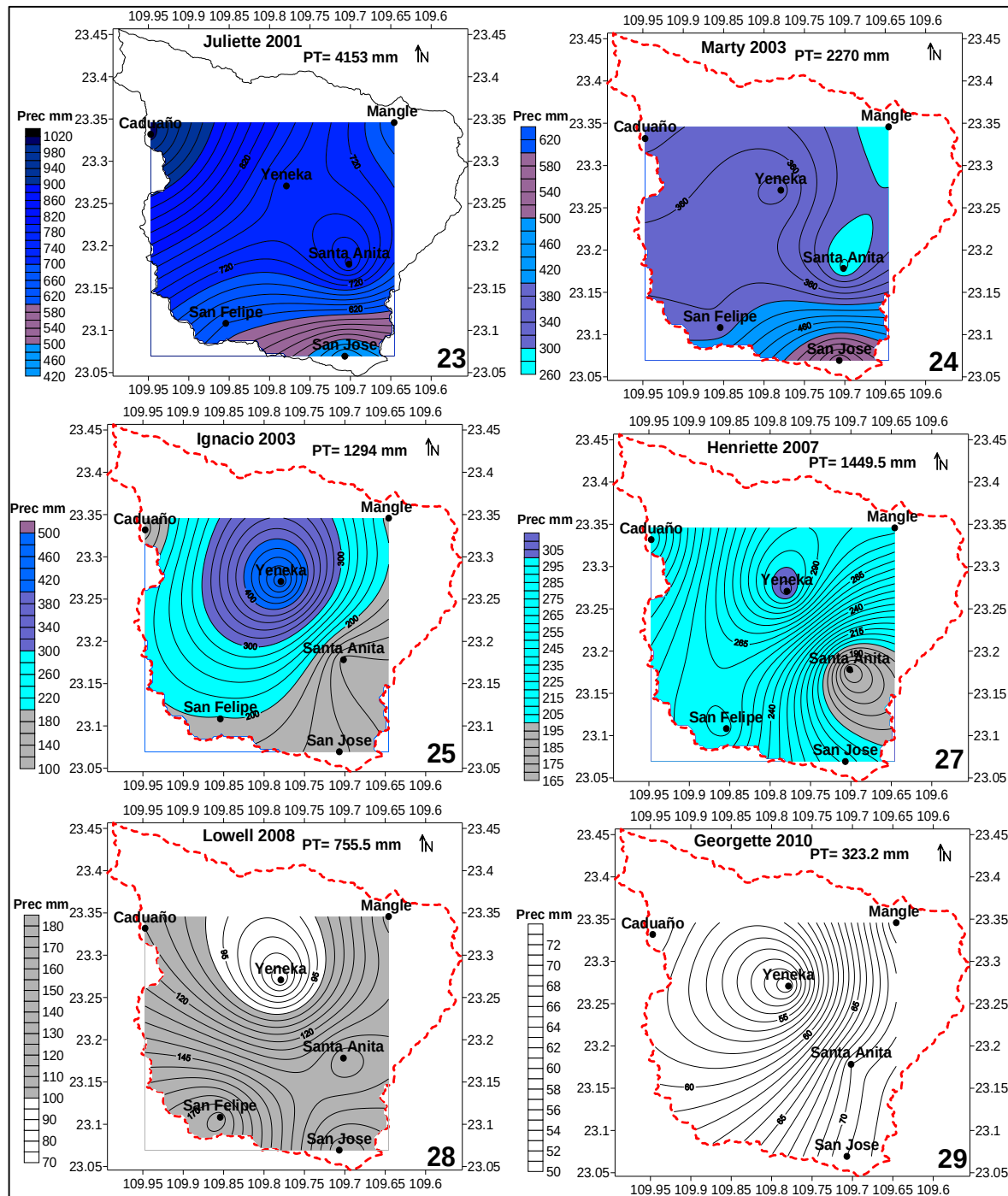


Figura Continua 27. Interpolación de los datos (isoyetas) de los huracanes Juliette (2001), Marty (2003), Ignacio (2003), Henriette (2007), Lowell (2008) y Georgette (2010).

- en la estación San Felipe (b), ubicada en la porción suroeste de la cuenca a 380 msnmm (arroyo El Saltito, Fig. 20), se registraron en siete eventos (41%) las precipitaciones más altas (Tabla 10 y figura 28, No.: 7 Irwin, 9 Paúl, 14, Lester, 15 Hilary, 16 Henriette, 17 Fausto, 28 Lowell), cuyas trayectorias de huracanes que las causaron se aproximaron o impactaron por la porción suroeste de la cuenca (Fig. 20, 26).

Dicha trayectoria es la que la mayoría de las tormentas tropicales y huracanes provenientes del Océano Pacífico oriental, presenta al aproximarse a la península de Baja California, por lo que podemos asumir que la distribución de lluvias durante estos fenómenos meteorológicos, se encuentra influenciada en principio por sus trayectorias, sin descartar la influencia de las zonas montañosas ya que estas influirán en la cantidad de lluvia conforme los fenómenos meteorológicos se aproximan a la península. Esta situación se evidencia en la mayoría de las distribución de isoyetas que se muestran en la figura 27, con valores altos de precipitación en la porción sur-suroeste de la cuenca.

Si bien la trayectoria, categoría y cantidad de lluvia precipitada, son aspectos a tener en cuenta durante un huracán, existen otros dos aspectos inherentes a estos fenómenos meteorológicos a considerar. Uno de ellos es el comportamiento que pueda presentar un huracán en su trayectoria; dado que estos llagan en ocasiones, a mantenerse estacionarios con desprendimiento de bandas nubosas, otro es la relación entre el tiempo / volumen de precipitación.

Esta relación se convierte en un serio problema, si consideramos que la precipitación total anual reportada por INEGI (1996) para la región de los Cabos, es de entre 200 a 300 mm; cantidad de lluvia que durante un huracán pueden ser superadas en cuestión de horas, pero que incluso como se muestra en la información de precipitación de la tabla 11 solo se requiere de 70 mm de precipitación en un lapso de 24 horas para considerarse lluvias intensas y convertirse en un riesgo para producir inundaciones, como la ocurrida durante el huracán Kiko (Fig. 27, No. 12),

del 23 al 27 de agosto de 1989 que dejó en la cuenca de San José del Cabo un registro de precipitación de 418.4 mm, de los cuales 274 mm precipitaron en menos de veinticuatro horas, convirtiéndose en un desastre, cuyas evidencias se muestran en las fotografías 15, proporcionadas por el Dr. Hugo Francisco Payén Izábal, (Raíces Cabeñas A.C.).

Tabla 11. Clasificación de lluvias según su intensidad en 24 horas (CENAPRED, 2004).

Clasificación	Intensidad
Lluvias escasas	Lluvia menor de 5 mm
Lluvias ligeras	Lluvia entre 5 y 10 mm
Lluvias moderadas	Lluvia entre 10 y 20 mm
Lluvias fuertes	Lluvia entre 20 y 50 mm
Lluvias muy fuertes	Lluvia entre 50 y 70 mm
Lluvias intensas	Lluvia mayor de 70 mm

Tanto la distribución de isoyetas que se muestran en la figura 27 para cada uno de los 17 huracanes así como la descripción anterior, evidencian la dificultad de identificar los escenarios más probables de lluvias asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos. Esto debido a la serie de condiciones que en un momento determinado pueden llegar a conjuntarse, como puede ser si el fenómeno se encuentra asociado a un evento ENSO, trayectoria, intensidad, si impacta o no en la costa, relación tiempo / volumen de precipitación, etc., haciendo que cada evento sea diferente tanto en su evolución como en los efectos que pueda tener sobre la cuenca de san José del Cabo.

Debido a lo anterior, para identificar el escenario más probable de lluvias asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos, se promediaron las precipitaciones de las seis estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca, para cada uno de los 17 ciclones referidos anteriormente, y cuya información se resume en la tabla 12. Con esta información se generaliza la distribución de isoyetas que se presentan en la figura 28, lo cual se asume como las condiciones de precipitación promedio durante un

huracán y su distribución de isoyetas en la cuenca, como uno de los escenarios más probables de distribución de lluvias extraordinarias causadas por estos fenómenos.

Tabla 12. Estaciones meteorológicas y promedios de 17 tormentas tropicales y huracanes en la cuenca de San José del Cabo.

Estación meteorológica	Precipitación promedio de 17 ciclones (mm)
San José del Cabo	192
San Felipe	274
Caduaño	241
Yeneka	228
Santa Anita	201
Mangle	204

Para enfatizar la información de la figura 28, se le sobreponen los polígonos descritos en el punto V.2. Hidrología superficial (Fig. 19), los cuales por sus características topográficas, representan las áreas de la llanura aluvial más vulnerables a inundarse por efecto de precipitaciones extraordinarias.

En este escenario, se reitera que la probabilidad del mayor registro de precipitaciones, causadas por fenómenos meteorológicos, tenderá a registrarse en la porción suroeste de la cuenca. Lo cual es consistente con la mayoría de trayectorias que presentan las tormentas tropicales y huracanes, provenientes del Océano Pacífico Oriental (Fig. 26, 28). De igual forma se observa que los valores de isoyetas altos, se asocian a la unidad geomorfológica de la sierra alta (Fig. 19, 28), evidenciando la influencia que su zona montañosa, tiene conforme los fenómenos meteorológicos se aproximan a la península, por consiguiente la probabilidad de una mayor cantidad de lluvia se presenta en la porción oeste de la cuenca.

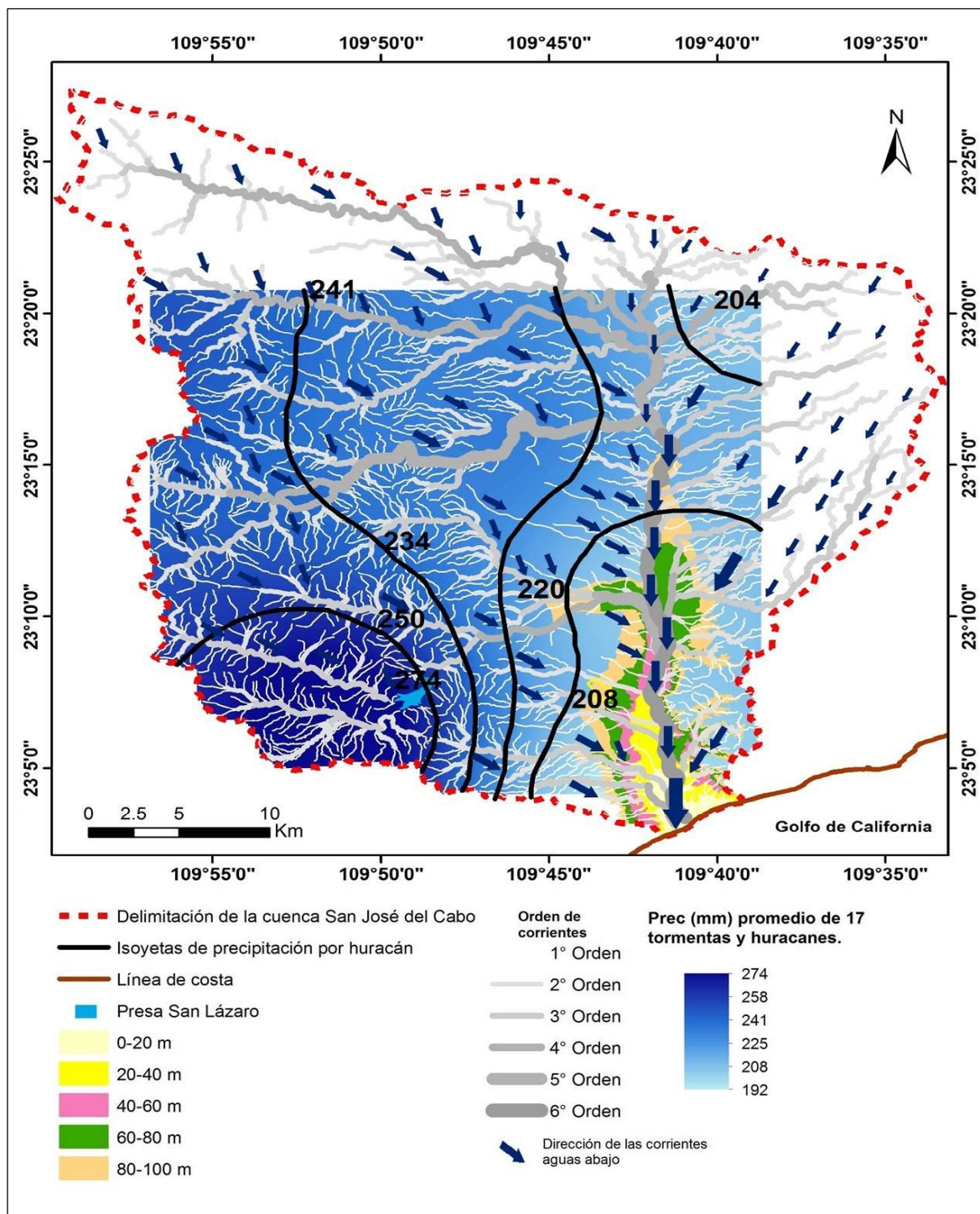


Figura 28. Distribución de las isoyetas de precipitación de acuerdo al promedio de 17 fenómenos meteorológicos (huracanes y tormentas tropicales), para la simulación de un escenario probable de distribución de lluvias extraordinarias en la cuenca San José del Cabo.

Sin embargo y dado que durante una tormenta tropical o huracán, la cobertura de lluvia es regional, la distribución y valores de las isoyetas en el resto de la cuenca aún siendo relativamente menores, no pierden importancia debido en principio a la relación descrita anteriormente de tiempo / volumen de precipitación.

Este escenario de distribución de lluvias asociadas a los fenómenos meteorológicos, cobra relevancia como amenaza, cuando se complementa con la información del modelo de elevación (Fig. 19), y de manera particular en la porción occidental de la cuenca, la cual se encuentra integrada por la unidad geomorfológica de sierra alta. Cuyos aspectos físicos (descritos en los puntos V.1. Geomorfología y V.2. hidrología superficial), reúnen las condiciones que condicionan un mayor riesgo de inundaciones en la parte media y baja de la cuenca (llanura aluvial) durante episodios de lluvias extraordinarias. A esta porción de la cuenca se suma como factor de riesgo antrópico, la Presa San Lázaro, ubicada a 340 msnmm (Fotografía 2, Fig. 11, 17, 28), ya que existe la posibilidad de desbordamiento de su cortina de contención, durante lluvias extraordinarias, cuyo desfogue es hacia el arroyo del mismo nombre (4º orden), el cual se integra aguas abajo a la corriente principal del arroyo San José (6º orden), antes de pasar cercano al aeropuerto y por la Colonia Santa Anita, ubicados en la llanura aluvial (20 – 40 msnmm). Por lo que de presentarse dicha situación, el riesgo de inundación de la parte baja y media de la cuenca adquiriría dimensiones de desastre.

Lo anterior evidencia que la llanura aluvial, presenta una vulnerabilidad natural a ser inundada, destacando las áreas que tanto en el modelo de elevación (Fig. 19), como en el de distribución de lluvias asociadas a los fenómenos meteorológicos (Fig. 28), se representa como polígonos, trazados desde la línea de costa, hasta la cota topográfica de los 140 msnmm, debido a su bajo relieve topográfico y pendiente de moderada a suave.

Dicha vulnerabilidad ante lluvias de cobertura regional, asociadas a fenómenos meteorológicos, tenderá a incrementarse en función de la relación tiempo / volumen de precipitación.

Esta situación se ejemplifica en la figura 28, con flechas que indican las direcciones de la red de drenaje, cuyas corrientes se incorporan aguas abajo al cauce principal integrado por el arroyo San José de 6º orden (Fig. 18), de tal manera que los escurrimientos conforme el tiempo de lluvia se prolongue tenderán a aumentar. Por consiguiente un mayor caudal de agua llegará a la parte baja de la cuenca, en donde se ubica la parte comercial y turística del poblado de San José del Cabo, cuya vulnerabilidad a ser inundada se incrementa por su condición como área costera y cercanía al estero del mismo nombre (área inundada permanentemente por agua de mar). Esto debido a que durante una tormenta tropical o huracán, aumente su vulnerabilidad a ser inundada por la marea de tormenta, la cual se genera por la disminución de la presión atmosférica, que provoca un aumento temporal del nivel medio del mar, acompañada de fuertes vientos que soplan hacia tierra, moviendo enormes masas de agua contra la línea de costa, e introduciendo agua de mar tierra adentro (Fig. 29).

En la figura 30, se muestran las áreas de la cuenca de San José del Cabo, que en el Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos, B.C.S (Ayuntamiento de los Cabos, 2006), delimita con riesgo a ser inundadas por efecto de la marea de tormenta.

Esta situación puede magnificarse si la marea de tormenta coincide con una pleamar; sin embargo aún cuando no se presente esta condición, el área inundable, tendería a aumentar por el retardo de los escurrimientos, causados por los obstáculos que representan la infraestructura de la mancha urbana de San José del Cabo (lo cual se aborda con mayor detalle en los siguientes apartados), así como por el retardo y disminución de la descarga de agua del arroyo principal hacia el mar; por efecto de la marea de tormenta.

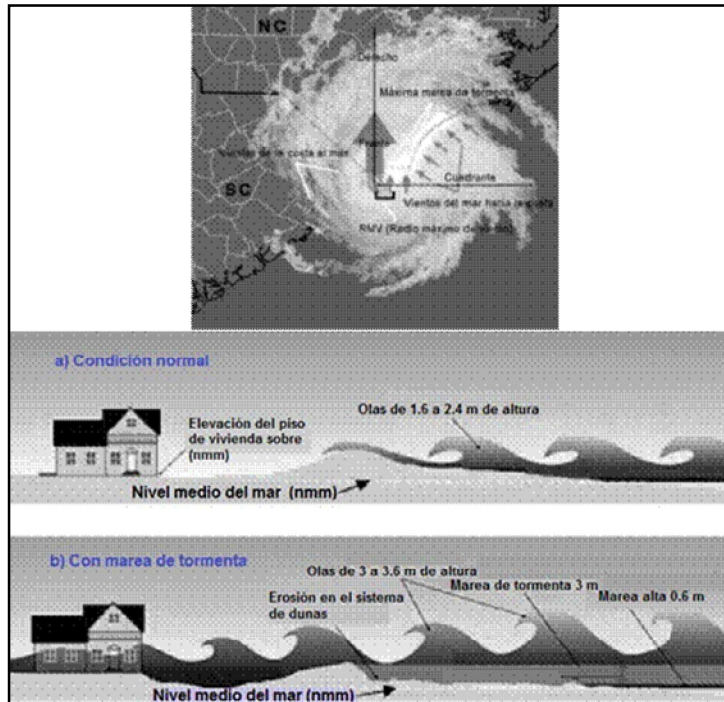


Figura 29. Proceso de marea de tormenta, como efecto de los fuertes vientos asociados a una tormenta tropical o huracán (CENAPRED, 2007a).

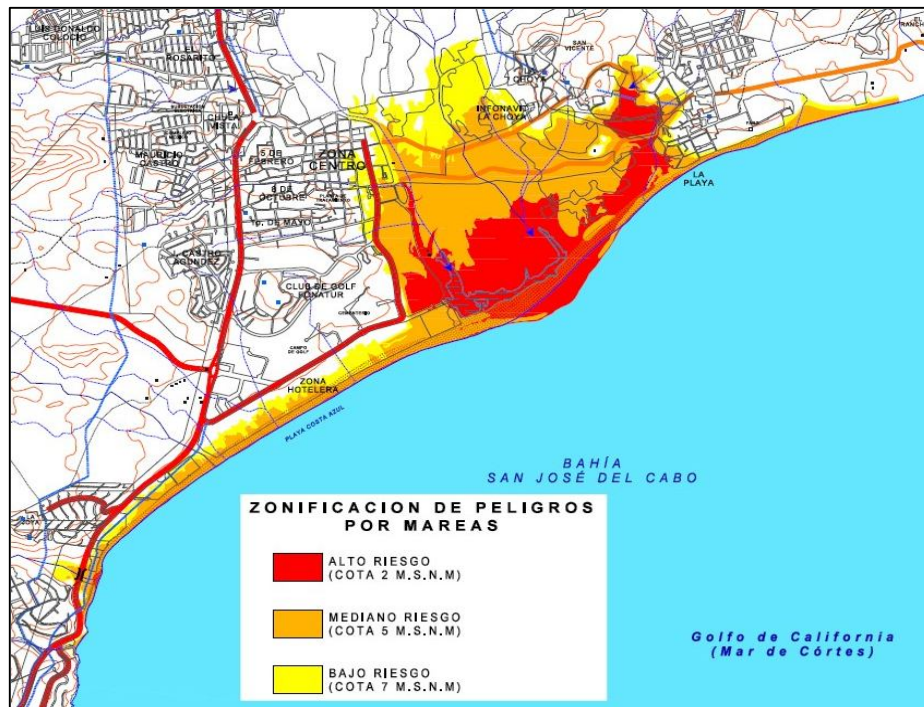


Figura 30. Áreas de inundación por efecto de Marea de Tormenta en la cuenca de San José del Cabo, De acuerdo a la escala Saffir-Simpson, empleada para clasificar la intensidad de los ciclones tropicales (Tabla 8) (Tomada del Atlas de Peligros Naturales del Centro de Población de Los Cabos, B.C.S. Ayuntamiento de los Cabos. 2006).

Ocasionando así la acumulación de agua en la parte media y baja de la cuenca y consecuentemente su inundación, la cual en función de la duración y cantidad de agua precipitada durante un huracán condicionan que el riesgo de inundación pueda adquirir dimensiones de desastre.

Es importante destacar que los fuertes vientos que caracterizan a una tormenta tropical o condicionan la categoría de un huracán, representan por si mismos una amenaza, dada su fuerza y capacidad de destrucción.

De igual manera se reitera lo mencionado en el apartado V.3. Análisis de precipitaciones, que aunado al riesgo de inundación, por efecto de lluvias extraordinarias existen de manera inherente otros riesgos, como son las fuertes corrientes de agua torrencial, cuya capacidad de carga se convierte en un peligro debido al arrastre que estas producen al llegar a formar corrientes de lodo, produciendo inicialmente erosión con deslizamientos y desprendimientos en las laderas, así como escarpes erosivos como el que se muestra en la fotografía 6 del arroyo San José sobre el cual actualmente se encuentra la Colonia Santa Anita. Posteriormente al perder las corrientes de agua capacidad de carga se produce el depósito de la gran cantidad de material sedimentario produciendo problemas de asolvamiento y sepultamiento (Fot. 15).

Sin embargo aún con los riesgos inherentes a los fenómenos meteorológicos sobre las poblaciones, no debe verse a estos como una amenaza apocalíptica, ya que representan un aliciente para el estado de Baja California Sur, en donde las características del clima condicionan lluvias escasas y aisladas, mientras que durante una tormenta tropical, huracán e incluso durante una depresión tropical, la cobertura de lluvia es regional a lo largo de su trayectoria, siendo estas abundantes y en muchos casos sobrepasando los promedios anuales de lluvia, lo que favorece la recarga de los acuíferos en el estado.

La información presentada, destaca que la porción meridional del estado de Baja California Sur, es una de las regiones del litoral mexicano más expuesta a la amenaza de huracanes. Consecuentemente la ubicación geográfica de la cuenca de San José del Cabo, así como sus aspectos físicos e hidrometeorológicos descritos hasta el presente apartado, brindan en conjunto el diagnóstico que describe el riesgo de inundaciones por efectos naturales en la parte baja y media de la cuenca, debido a lluvias torrenciales asociadas o no a huracanes.

Por consiguiente la información presentada hasta este punto evidencia lo planteado en la hipótesis del presente trabajo, respecto a que el bajo relieve topográfico en los valles aluviales que integran las porciones medias y bajas de las cuencas hidrográficas, las hace más vulnerables a ser inundadas durante eventos de lluvias extraordinarias.

De esta manera podemos expresar que de acuerdo a los factores físicos que caracterizan la cuenca de San José, existe un constante riesgo a inundaciones en su parte baja y media, en donde la suma combinada de los diferentes factores de riesgo puede llegar a convertirse en desastres. De aquí que se habla de la existencia de un vínculo entre desastres naturales y cuencas hidrográficas, el cual ha llevado en las últimas décadas a ser analizada como manejo de cuencas y gestión del riesgo a desastres naturales.

De acuerdo a lo anterior, así como lo mencionado en el apartado III. Marco conceptual, referente a que los términos Amenaza, Riesgo, Vulnerabilidad y Desastre, se emplean generalmente con un sesgo antropocéntrico, en los siguientes apartados se analiza el crecimiento poblacional e incremento de la mancha urbana de San José del Cabo, como factor de riesgo antrópico (inducido), y causal en el incremento de la vulnerabilidad a inundaciones.

V.5. Análisis del crecimiento demográfico - mancha urbana y actividad económica, del poblado de San José del Cabo B.C.S.

Este análisis parte de una breve reseña histórica con énfasis en el periodo de 1970 al 2010.

Ruiz–Castro y Payén-Izabal (2012, comunicación personal), mencionan que la población durante la fundación de la misión de San José del Cabo en 1730, era aproximadamente de 1,000 habitantes, entre indígenas y españoles.

Gámez (2004) refiere que en 1836, el entonces Territorio de Baja California contaba con una población cercana a 6,500 habitantes y se dividía en Partido Sur, integrados por San Antonio, La Paz y San José del Cabo con casi 4,500 habitantes; Partido Centro o de Loreto con 1,200 habitantes y Partido de Fronteras conformado por el resto de la Península con 800 habitantes. La importancia de la zona sur era notoria en esa época, ya que el 68% de la población se concentraba en esta porción del territorio peninsular. Para esta época predominaba la actividad agropecuaria y pesquera de autoconsumo (sector primario).

Según el Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS, 2003a), en 1887 se dieron cambios en la división política, se crearon dos Distritos, el del sur y el del Norte. La misma fuente refiere que para 1893, en el Distrito Sur se estimaban 19,019 habitantes distribuidos en las localidades de La Paz (5,575), El Triunfo (4,057), San Antonio (1,021), Todos Santos (925), Santa Rosalía (4,310), Mulegé (1,026), San José (1,525) y Santiago (600).

Páez Rosas, et al, (2004), menciona que entre 1887 y 1910 se presenta en el Territorio Sur oleadas de migración, debido al auge minero en el Triunfo, San Antonio y Santa Rosalía, pasando de 22,914 habitantes en 1878 a 42,512 en 1910, condicionando una movilidad comercial muy dinámica en los puertos de La Paz y

Santa Rosalía, y la expansión de un circuito de mercado interno en las actividades agropecuarias aledañas a los centros mineros.

El informe de Gobierno del 30 de junio de 1910, refiere que en San José del Cabo, se contaba con agua potable y alumbrado público, se hacía reparaciones en caminos de terracería y puentes. Debido a este proceso de urbanización, que se dio un importante crecimiento de población así como de la actividad agrícola en la región. Gámez (2004) menciona que, en las municipalidades de San José del Cabo y Santiago la población aproximada era de 4,300 y 2,800 respectivamente, cuyo registro censal en ambas localidades para 1921 fue de 7,900 habitantes, correspondiendo en su momento al 33.56 % de la población total de B.C.S.

Durante el periodo de 1920 a 1930 la actividad agrícola en San José del Cabo alcanza un repunte con la siembra y cultivo de la caña de azúcar y la producción de tomate, al grado que dicho periodo fue conocido como la década de oro, dado que parte de la producción se exportaba principalmente a los Estados Unidos. Dicha actividad condicionó que para 1927, Cabo San Lucas fuera comunicado con San José del Cabo por carretera asfaltada ya que para ese entonces este tipo de obra sólo se encontraba en el tramo de La Paz - San Pedro, por lo que predominaban los caminos de terracería en su mayoría en malas condiciones (Palacio-Ceseña, 1984; Gámez, 2004; Ruiz–Castro, 2012 comunicación personal).

Gámez (2004) refiere que para 1930, el aislamiento geográfico de la región de Los Cabos, así como a las deficiencias de las vías de comunicación, terrestres, marítimas y aéreas condicionaran su lento desarrollo económico, por lo que a mediados de la década de los treinta la actividad agrícola colapsa de manera preocupante en San José del Cabo, al disminuir la producción de caña de azúcar y tomate, lo que significó pérdida de empleos, de ingresos por impuestos y contracción del mercado local. Para esta década la situación económica en la región fronteriza y peninsular era preocupante debido a la llamada gran depresión económica de Estados Unidos, que afectó a todos los sectores de la región. Debido a esto el 31 de agosto de 1933,

se aprobó la creación de la ley de Perímetros Libres que establecieron a Tijuana y Ensenada como zonas urbanas, con el privilegio de introducir mecánicas extranjeras sin pagar derechos, dos años más tarde (1935) a Tecate y Mexicali, se les designó como Perímetros libres. En este año se inaugura la carretera transpeninsular, con la cual se forma la base para la zona libre de 1937, que dos años más tarde (1939) fue ampliada para abarcar toda la península. La finalidad de esto fue aumentar el número y diversidad de los establecimientos comerciales en la región, lo que creó la costumbre de importar bienes de consumo en cantidades cada vez más grandes (Taylor-Hansen, 2000).

Estos acontecimientos son importantes ya que marcan la pauta para un mayor crecimiento poblacional en la región peninsular y la reconversión de la actividad económica del sector primario al terciario la cual se refleja de manera más tajante a partir de la década de 1970, en la región de La Paz y Los Cabos.

Gámez (2004), menciona que la recesión económica afectó el crecimiento de la población, de modo que en 1940, la población de Los Cabos era de 10,100 personas, que en su momento representaba solo la quinta parte de los 51,471 habitantes del Territorio de B.C.S.

Para 1960, el VIII Censo General de Población en B.C.S registró 81,594 habitantes, de los cuales 7,520 se encontraban en la delegación de San José, que junto a la delegación de Santiago sumaban 12,049 habitantes. Durante esta década se da importantes cambios en la económica de la región meridional del entonces territorio de Baja California, con la puesta en marcha de los Transbordadores (1964), con las rutas Mazatlán - La Paz y Mazatlán - Los Cabos (Hernández-Vicent, 1998; Gámez, 2004), así como la construcción del tramo de la carretera transpeninsular La Paz-Cabos San Lucas, uniendo las comunidades de El Triunfo, San Antonio, San Bartolo, Los Barriles, Buena Vista, Santiago y Miraflores, lo que permitió el transporte masivo de pasajeros, vehículos y carga al Territorio, desde los puertos nacionales del pacífico, convirtiéndose en el pilar de una economía basada en la venta de

mercancías y el intercambio económico y cultural, contribuyendo además en la migración de población hacia la península. Esto se ve reflejado en el aumento poblacional principalmente en La Paz, debido a su actividad comercial con la cual a finales de los sesentas inicia la reconversión de la actividad económica del sector primario al terciario; mientras que en la región de los Cabos el crecimiento poblacional se mantiene lento y su economía aún se basa en agricultura, pesca y turismo (Fig. 31, 32).

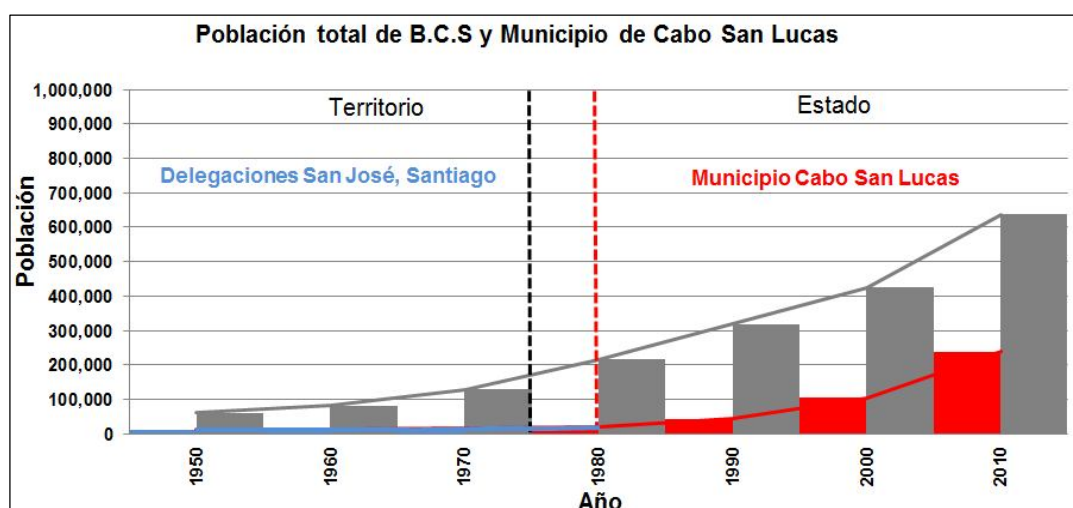


Figura 31. Población total de Baja California Sur de 1950 – 2010, Delegaciones San José y Santiago de 1950-1970 y Municipio de Cabo San Lucas de 1980-2010.

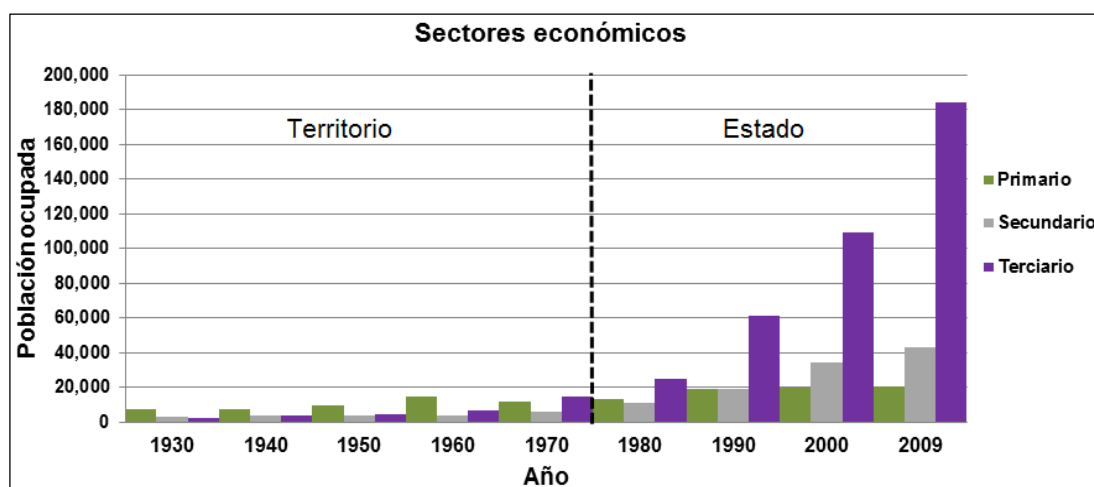


Figura 32. Actividad económica por sector (primario, secundario y terciario) del Estado de Baja California Sur de 1930 – 2009.

A partir de la década de 1970 la región meridional de la península cobra importancia económica y demográfica, ya que a los aspectos referidos anteriormente, se suma la construcción del Aeropuerto Internacional de la ciudad de La Paz (1970) y San José del Cabo (1975), así como el decreto de la conversión del Territorio de Baja California Sur en Estado Federal (8 de octubre de 1974) (Gámez, 2004). Esto condicionó un importante aumento demográfico y económico, dado que para el IX Censo General de Población se registraron 128,019, con un aumento de más de 40,000 habitantes respecto al censo de 1960.

Para la Delegación de San José del Cabo en el mismo periodo (1960-1970), hubo un aumento de solo 9,467 habitantes, de tal manera que el incremento en diez años solo fue 1947 habitantes, reflejando un lento crecimiento poblacional (Fig. 31 y 33). Sin embargo para esta década se integra el corredor turístico San José - Cabo San Lucas con la construcción de 33 km de la autopista de cuatro carriles que unió ambas localidades. Para esta década el poblado de San José del Cabo contaba con una mancha urbana de 1.24 km² de forma fragmentada en lo que actualmente se conoce como El Rosarito, Santa Rosa y San José Viejo (Fig. 38), en donde ya se contaba con infraestructura urbana, social y turística (hoteles, campos de golf) y servicios (seguridad, transporte, comunicación), lo que brindó el inicio de su crecimiento económico basado principalmente en la actividad turística (Hernández-Vicent, 1998); Vázquez-Rosales, 2012).

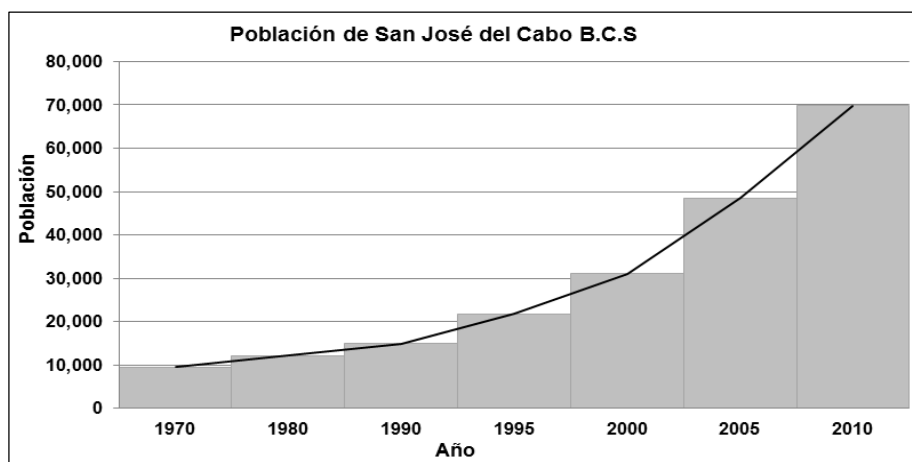


Figura 33. Crecimiento de la población de San José del Cabo de 1970 al 2010.

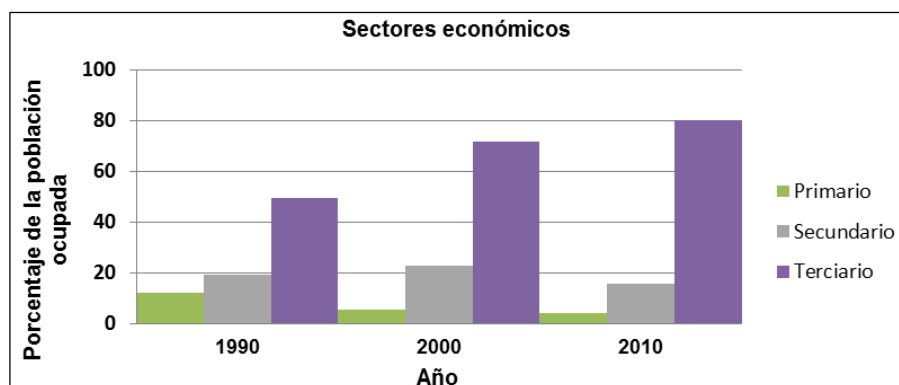


Figura 34. Porcentaje de la población ocupada por sectores económicos del municipio de Los Cabos de 1990 a 2010 (Diagnóstico Ambiental de Baja California Sur, 1998; XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 y Censo de Población y Vivienda, 2010).

Para el X Censo General de Población de 1980 el registró en el Estado de Baja California Sur fue de 215,139 habitantes. Para este mismo año el Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS, 2003b) refiere que se crea el Municipio de Cabo San Lucas con 19,117 habitantes, de los cuales 12,179 correspondieron a San José del Cabo, con un aumento de 2,712 habitantes con respecto al censo de 1970 (Fig. 31). En esta década se da un aumento de la población principalmente de extranjeros y se consolida el corredor turístico con infraestructura turística lo que condicionó que para 1983 el área total de la mancha urbana de San José alcanzara 7.77 km² (Fig. 37, 38).

Sin embargo, en esta misma década el auge económico alcanzado en el sur de la península por la actividad comercial y el turismo, se ve afectado por una serie de devaluaciones de la moneda nacional frente al dólar (1982, 1986 y 1994), lo que disminuyó la inversión pública y ocasionando la disminución del turismo y un fuerte impacto sobre la economía de B.C.S, lo cual se reflejó en un lento crecimiento de población (Hernandez-Vicent, 1998).

A finales de los ochenta y principios de los noventa, como medida para reactivar la economía en el Estado, se promociona como destino turístico nacional e internacional a Loreto, La Paz, San José y Cabo San Lucas. Otro aspecto importante

que influyo en la reactivación económica del estado fue que en el sexenio de Carlos Salinas de Gortari (1988 - 1994), se permitió a los ejidatarios vender sus tierras, lo que atrajo importantes inversiones principalmente en lo que actualmente se conoce como el corredor turístico San José - Cabo San Lucas. Esto propició un aumento en las actividades del sector terciario (servicio de restaurantes y hoteles, servicios personales, mantenimiento, comercio, transporte y comunicaciones), las cuales para ese entonces representan el 49.5% de la población ocupada (Fig. 34). Esta situación fue condicionada por la construcción de hoteles, campos de golf, unidades residenciales, casas habitaciones y restaurantes cercanos a la costa, lo que resulto en un aumento acelerado de la población por los migrantes provenientes en su mayoría de la zona centro y sur del país (GEBCS en línea 2013 - Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015).

Pese a la recesión económica de la década de los ochentas y noventas, en el Estado se da una reconversión tajante de la actividad económica, pasando a ser las actividades del sector terciario las de mayor importancia, basadas principalmente en el turismo (Fig. 34). Esto para el año 2000, es más evidente en el corredor turístico de San José del Cabo - Cabo San Lucas, a tal grado que esta es la que más población migrante recibe, ya que para 1990 en el XI Censo General de Población, se registraron para San José del Cabo 14,892 habitantes de los cuales el 48% era población no nativa, mientras que en el 2000 fue de 56.4%, con 31,102 habitantes, duplicándose con respecto a la década anterior. Para este año 79.13% de la población ocupada, se dedicaba a las actividades del sector terciario. El incremento de población de igual forma se ve reflejado en el incremento de la mancha urbana de San José del Cabo, que pasa de 1998 de 13.51 km² a 27.13 km² en el año 2003 (Fig. 33, 34, 37, 38).

Lo anterior evidencia que a partir de esta década, en lo que actualmente se conoce como el corredor turístico se da una reconversión de la actividad económica hacia el sector terciario, destacando la actividad turística y un acelerado crecimiento poblacional, el cual se refleja en el Censo de Población y Vivienda del 2010,

registrando 238,487 habitantes para el municipio de Cabo San Lucas, lo cual representa el 37.4% de la población total del Estado de B.C.S, de los cuales 69,788 habitantes corresponden a San José del Cabo, con una superficie de su mancha urbana de 38.20 km².

Actualmente, los Cabos es el segundo Municipio más poblado del Estado; según las estimaciones del Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015 (GEBCS, en línea 2013), con la dinámica de crecimiento poblacional acelerada del municipio de Los Cabos, para antes del 2015, este superara a la del municipio de La Paz, con 300,000 habitantes, contra 291,000 respectivamente.

En el Atlas de peligros naturales del centro de población de Los Cabos (Ayuntamiento de los Cabos, 2006), se estima que para el año 2018, habrá 455,600 habitantes aproximadamente, con 182,200 en San José del Cabo y 273,400 en Cabo San Lucas. La misma fuente refiere una superficie urbana de San José del Cabo de 45.55 km², y para Cabo San Lucas de 68.350 km² aproximadamente, lo cual representara cuatro veces más de la superficie actual.

Por su parte el Instituto Municipal de Planeación Los Cabos (IMPLAN, 2011), estima para el año 2040, una población en San José del Cabo de 249,564 y una superficie de la mancha urbana de 114.64 km² y para Cabo San Lucas de 357,187 habitantes, con una superficie de su mancha urbana de 113.5 km² (Fig. 35, 36).

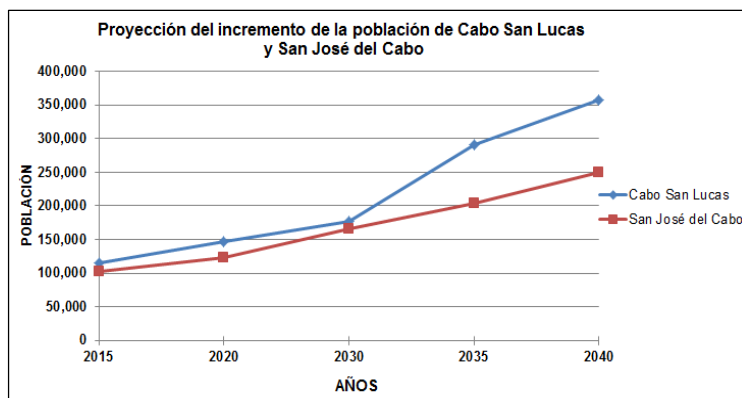


Figura 35. Proyección del incremento de población de San José del Cabo y Cabo San Lucas al año 2040 (IMPLAN Los Cabos, 2011)

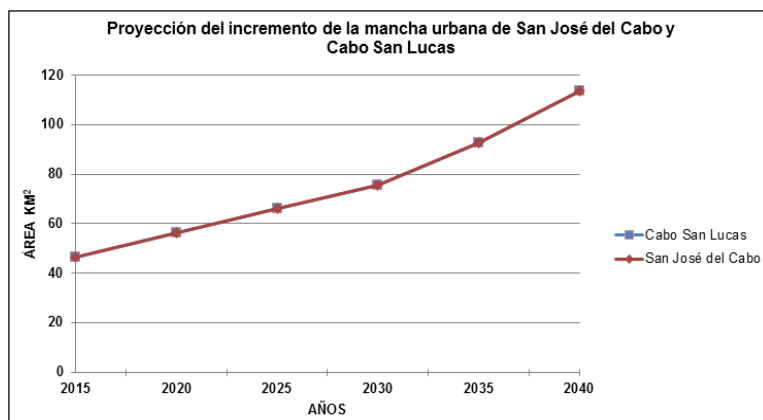


Figura 36. Proyección de crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo y Cabo San Lucas al año 2040 (IMPLAN Los Cabos, 2011).

La información presentada, señala que en la década 2000-2010, la tasa de crecimiento demográfico del Estado ha rebasado al promedio nacional, siendo más evidente en el municipio de Los cabos, en donde las expectativas se han superado. Lo anterior se refleja en el acelerado incremento de las manchas urbanas, de Cabo San Lucas y San José del Cabo.

La tendencia de crecimiento de esta última se grafica en la figura 37, en la que se observa que pese a las devaluaciones de la moneda (peso) durante las décadas de los ochenta y noventas del siglo pasado (XX), y a las recesiones económicas de los últimos años, el área urbana ha continuado aumentando, como reflejo de la actividad turística en la que se ha basado principalmente su economía.

El efecto espacial del crecimiento de la mancha urbana se muestra en la figura 38 (1973, 1983, 1998, 2003, 2007, 2009, 2010), en la que se observa para el año de 1973 una mancha urbana segmentada en cinco porciones que suman un área de 1.24 km²; las cuales para el año 2010 (37 años) se encuentran ya integradas por su incremento a 38.20 km². Dicho incremento, se ha dado principalmente en la porción occidental de la cuenca, de tal manera que de los 38.20 km² de la mancha urbana, 2.14 km² se encuentra fuera de su límite, en lo que se conoce como el corredor-turístico San José del Cabo – Cabo San Lucas.

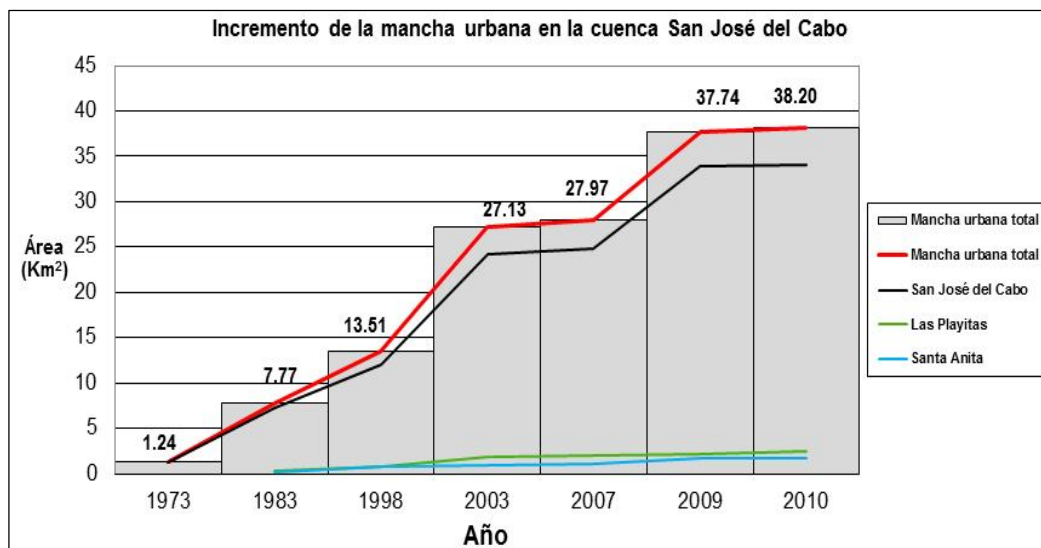


Figura 37 Incremento de la mancha urbana de San José del Cabo de 1973 al 2010.

Si bien el incremento acelerado de la población y como parte inherente de esta el de la mancha urbana de San José del Cabo, se puede interpretar como efecto de la bonanza económica propiciada por la actividad turística en el periodo de 1970 al año 2010, también es cierto que el crecimiento de la mancha urbana se ha dado de manera desordenada y anárquica, debido a su poca o nula planificación.

Para argumentar lo anterior se parte de la revisión de los Planes de desarrollo urbano San José del Cabo (1983), Plan Director de desarrollo urbano de San José del Cabo - Cabo San Lucas, B.C.S (1999) y Plan de desarrollo urbano San José del Cabo – Cabo San Lucas (2011).

La elaboración de dichos documentos aun cuando presentan ciertas coincidencias, estos no mantienen una relación de seguimiento entre sí como Planes de Mediano y Largo Plazo. De tal manera que mientras en el plan de desarrollo urbano de 1983, hacia la porción occidental de la cuenca en donde se concentra la mayor parte de la mancha urbana, se marca por arriba de la cota 140 msnmm, como tendencia de crecimiento inadecuada, en los planes de desarrollo de 1999 y 2011, no solo no se

reconoce, sino que es hacia donde se ha venido dando parte del crecimiento debido a la construcción de unidades habitacionales.

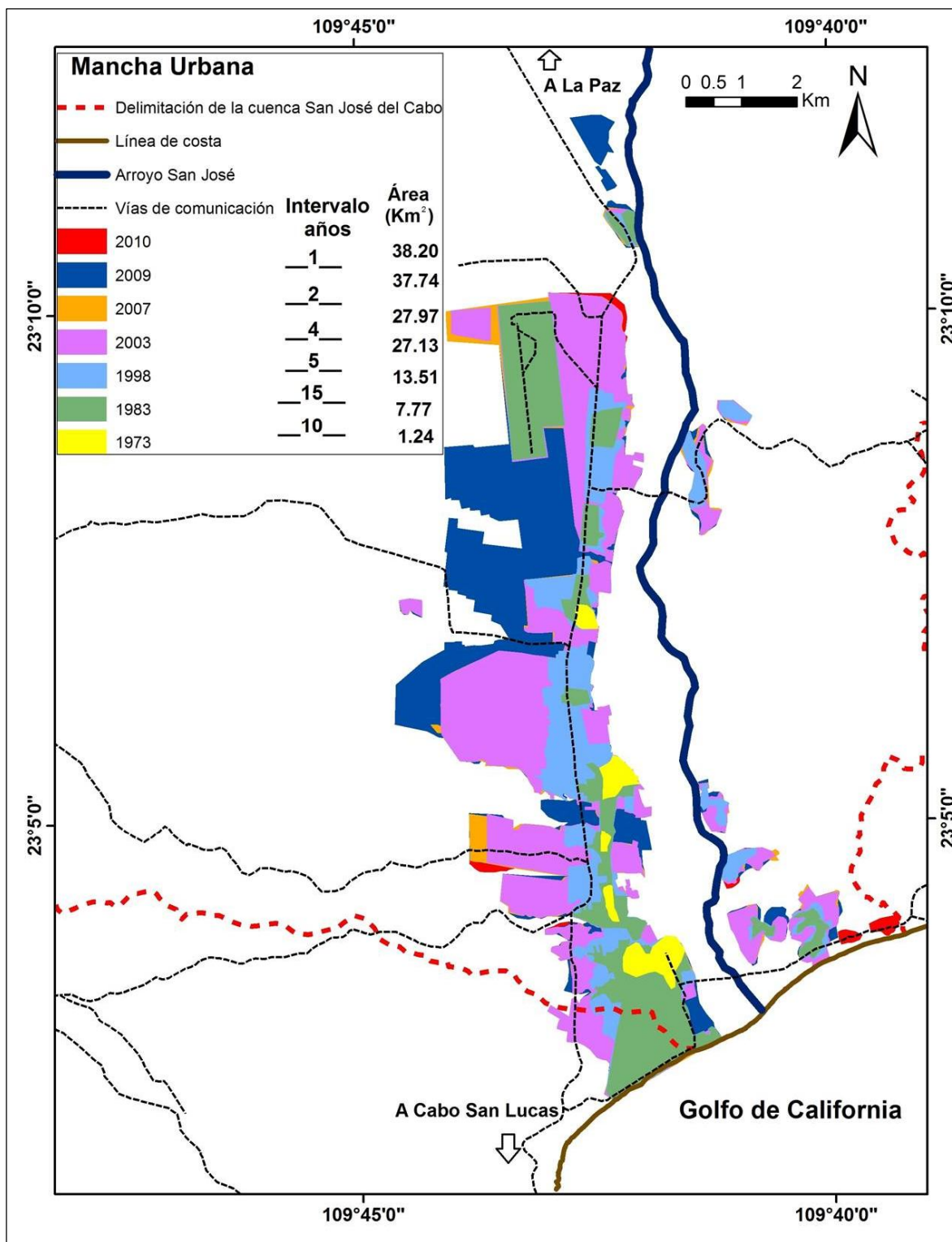


Figura 38. Efecto espacial del crecimiento de la mancha urbana del poblado de San José del Cabo del año de 1973 al 2010.

De igual manera en el plan de desarrollo urbano de 1983, ya reconoce como asentamientos irregulares y de alto riesgo a inundaciones, en lo que actualmente se le conoce como colonia El Rosarito, El Aguajito y San José Viejo, en donde se ha seguido construyendo; pero además dichos asentamientos irregulares han ido en aumento como son los casos de la colonia Santa Anita en el arroyo del mismo nombre, colonia Santa Rosa en el llamado Vado de Santa Rosa y la colonia El Saltito, en el cauce del arroyo del mismo nombre.

Otro aspecto que destaca la falta de continuidad de los planes de desarrollo, son los cambios de uso del suelo ya que en el plan Director de Desarrollo Urbano 1999, en la zona de Las Playitas que se consideraba como de uso pesquero y en otras en San José del Cabo para uso industrial y agropecuario, en el Plan de desarrollo 2011, son consideradas como de uso turístico y habitacional respectivamente.

De esta manera el poco o nulo seguimiento de los planes de desarrollo urbano, así como la falta de aplicación de normatividad y reglamentación legislativa, se reflejan en un desordenado y anárquico crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo, convirtiéndose en un factor de riesgo como pérdida de área de drenaje y escurrimiento, que referiremos como factor antrópico, el cual en el presente trabajo adquiere importancia como aspecto causal para el incremento de la vulnerabilidad a inundaciones.

V.5.1. incremento de la mancha urbana de San José del Cabo como factor de riesgo a inundaciones.

Esta situación se esquematiza en la figura 39, en donde el rectángulo en color verde, representa los 209 km², que de acuerdo a la información presentada en el punto V.2. Hidrología superficial, corresponden a la parte baja (0 – 80 msnmm) y media (80 - 140 msnmm) de la cuenca. De igual manera y teniendo como referencia el cauce del arroyo principal San José (sexto orden), se grafica el aumento de la mancha urbana

en la porción occidental y oriental de la cuenca a partir del año de 1973 al 2010. Esto se destaca como pérdida de área de escurrimiento, la cual ha sido más evidente en la porción occidental de la cuenca, pasando de 0.6 % en 1973 a 16.7 % en el año 2010 (Fig. 38, 39). De continuar la misma tendencia de crecimiento, y según la proyección del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo – Cabo San Lucas (2011), para el año 2040, la mancha urbana de San José se estima aumentara a 114.64 Km² (Fig. 36), lo cual representara el 55 %, de pérdida de área de escurrimiento, de la cuenca, la cual en la figura 39 se representa en líneas diagonales de color negro.

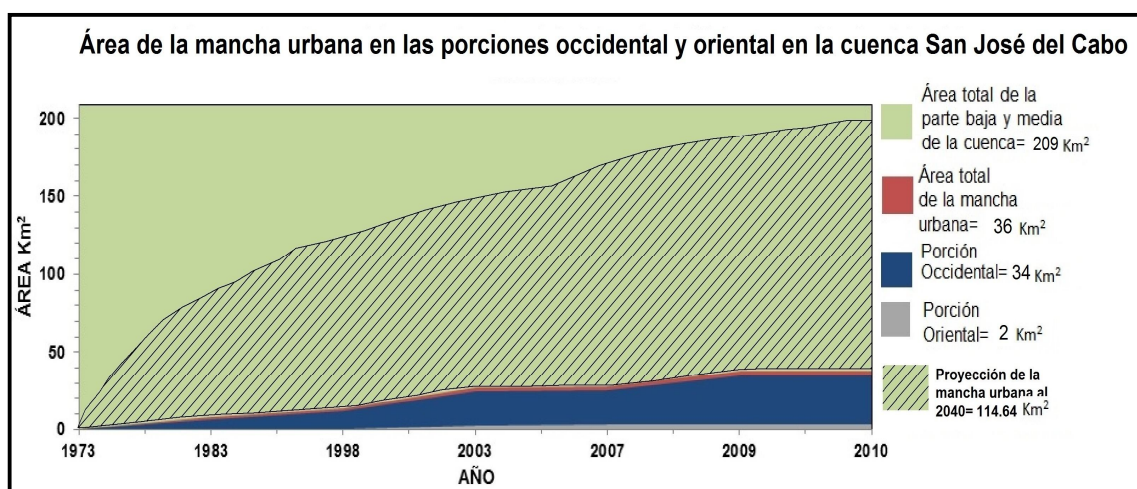


Figura 39. Relación de pérdida de área de escurrimiento de la parte media y baja de la cuenca de San José del Cabo, como efecto del aumento de su mancha urbana (1973 - 2010).

Esta pérdida de área de escurrimiento se ha convertido en un factor de riesgo inducido por el acelerado aumento de construcciones y urbanización carente de ordenamiento.

Para respaldar esta aseveración, se recapitula información de apartados anteriores, al sobreponer las figuras 40a y 40b, las cuales se emplean al mismo tiempo como antecedente para abordar el siguiente apartado en el que se detallan los factores antrópicos, como un aspecto causal del incremento de vulnerabilidad a inundaciones, en la parte baja y media de la cuenca de San José del Cabo.

Así la figura 40a, se asume como el escenario en condiciones prístinas; en donde durante un evento de lluvias extraordinarias, los escurrimientos a través de la cuenca se darían sin interrupción. Por lo que dependiendo del tiempo e intensidad de la lluvia, las áreas baja y media de la cuenca por su poca pendiente y bajo relieve topográfico son las áreas más vulnerables a inundarse como un proceso natural.

En esta condición hablar de inundación, como un problema sería difícil. Lo cual adquiere este calificativo a partir de la fundación de la Misión de San José del Cabo Añuití (abril 8 de 1730), época a partir de la cual ya hay antecedentes de estas (punto II.2.). Bajo este nuevo escenario es como los términos Amenaza, Riesgo, Vulnerabilidad y Desastre, adquieren importancia con un importante sesgo antropocéntrico.

En la figura 40b, se resume el crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo, a partir del año de 1973 (polígonos amarillos) al 2010 (polígonos en rojo), y se destacan los puntos que en el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos, 2012) identifican como zonas de riesgo a inundaciones.

Para el año de 1973, la mancha urbana de San José del Cabo se distribuía de forma fragmentada y sumaba una superficie de 1.24 km², de la cual el 95% de su superficie se ubicaba entre los 20 y 40 msnmm (parte baja de la cuenca) representando el 0.6 % de pérdida de área de escurrimiento de la porción occidental de la cuenca (Fig. 39). En este escenario al sobreponer la figura 40b (polígonos amarillos), se observa que el entorno físico y en particular la red de drenaje se encontraba poco modificado, sin embargo al situarse la mancha urbana en la parte baja de la cuenca, le confiere un rango de vulnerabilidad de intensamente a muy inundable. Destacando según el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006), el canal arroyo Don Guillermo colonia Pablo L. Martínez (6), Asentamientos ubicados en la cañada Doña Chepa, colonia 5 de Febrero (8) y Calle Morelos frente al IMSS colonia Centro (9), como las áreas recurrentes a inundarse durante los eventos de lluvias

extraordinarias. Treinta y siete años después (2010) la mancha urbana de San José del Cabo, se encuentra ya integrada y cubriendo un área de 38.21 km² (Fig. 40b, polígono rojo), lo cual representa el 16.7 % de pérdida de área de escurrimiento en la porción occidental de la cuenca, y en donde su acelerado crecimiento urbano ha generado importantes modificaciones en la geomorfología de la porción baja y media de la cuenca, reflejándose en la pérdida de área de drenaje y escurrimiento. (Fig. 39)

En principio esto ha condicionado la deforestación, que facilita la erosión del suelo, así como cambios en la topografía y red de drenaje, mediante la nivelación del terreno, relleno y/o desvió de cauces de arroyos, con la finalidad del desplantar y aumentar el área de construcción, modificando así la geomorfología con la mentalidad de adaptar el medio físico a los intereses del hombre. De esta manera el entorno físico en San José del Cabo, ha adquirido un aspecto en lotes de edificaciones y separados entre sí por calles, que en algunos casos corresponden a arroyos o parte de estos (ramblas), de las cuales unas se mantienen como vías de terracería y otras asfaltadas.

Esta situación como parte del entorno geomorfológico de la cuenca, condiciona que durante un episodio de lluvia, los lotes de edificaciones, actúen como diques y las calles a falta de la implementación de un eficiente drenaje pluvial, se comporten como una intrincada red de drenaje fluvial. Esto sumado a la falta de un planificado y ordenado crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo, ha tenido como consecuencia que actualmente áreas por arriba de la cota de los 40 msnmm, se inundan como respuesta a la pérdida de área de escurrimiento de la porción occidental de la cuenca. Situación que queda evidenciada con el aumento de áreas reportadas en el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y por la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos, 2012), como recurrentes de inundación; ya que como se puede observar en la sobreposición de las figuras 40a y 40b, el incremento de la mancha urbana al año 2010, presenta algún rango de vulnerabilidad a ser inundada de manera natural. Aunado a esta situación, su condición como área costera, condiciona que durante una tormenta

tropical o huracán, aumente su vulnerabilidad a inundaciones, debido al efecto de la marea de tormenta. De igual manera la Presa San Lázaro, ubicada a 340 msnmm, representa un riesgo latente a producir inundaciones durante eventos de lluvias extraordinarias, debido a la posibilidad de su desbordamiento (Fot. 2b, Fig. 40a y b).

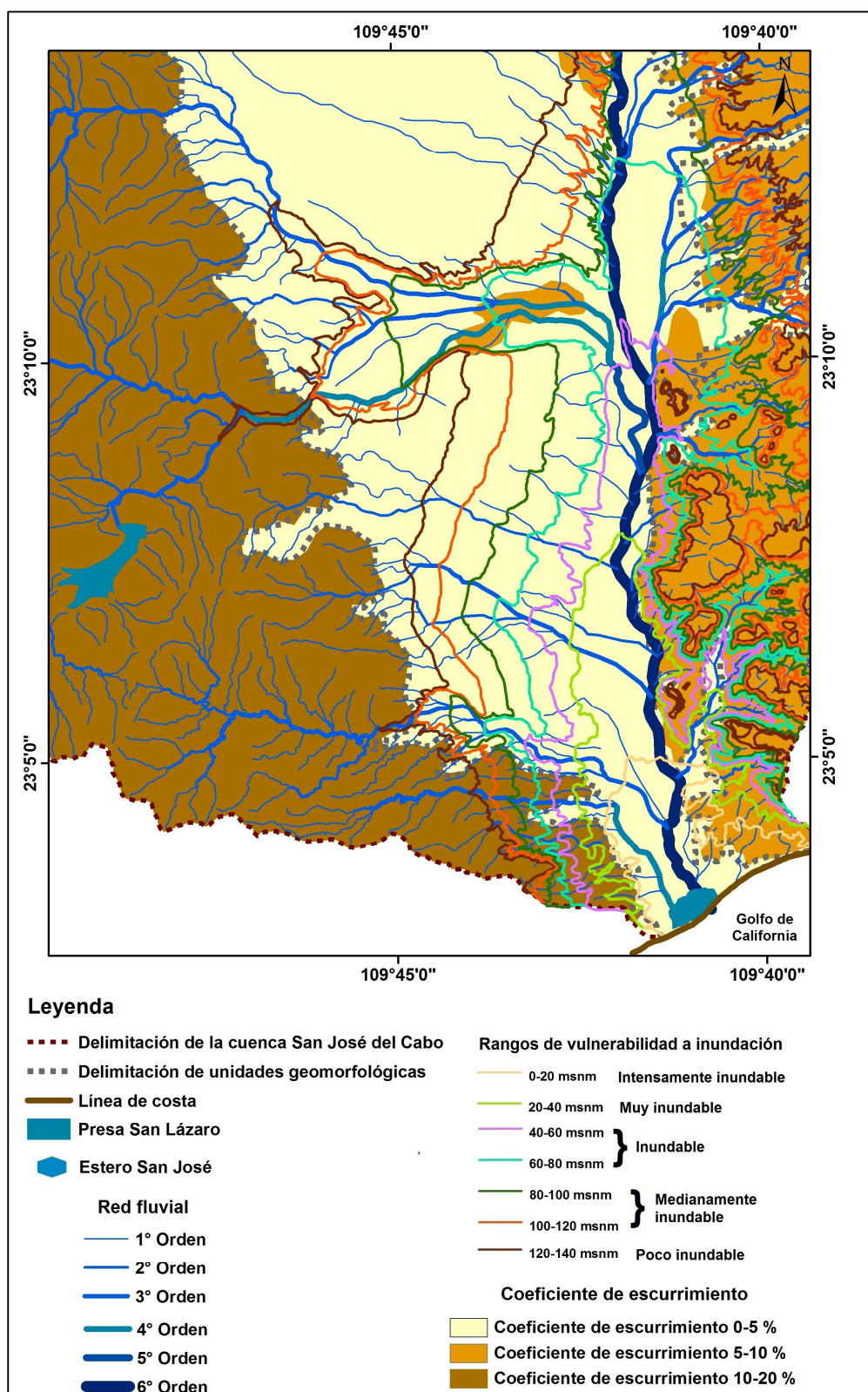


Figura 40a. Geomorfología, hidrología y rangos de vulnerabilidad de la parte baja y media de la cuenca de San José del Cabo. Escenario en condiciones prístinas.

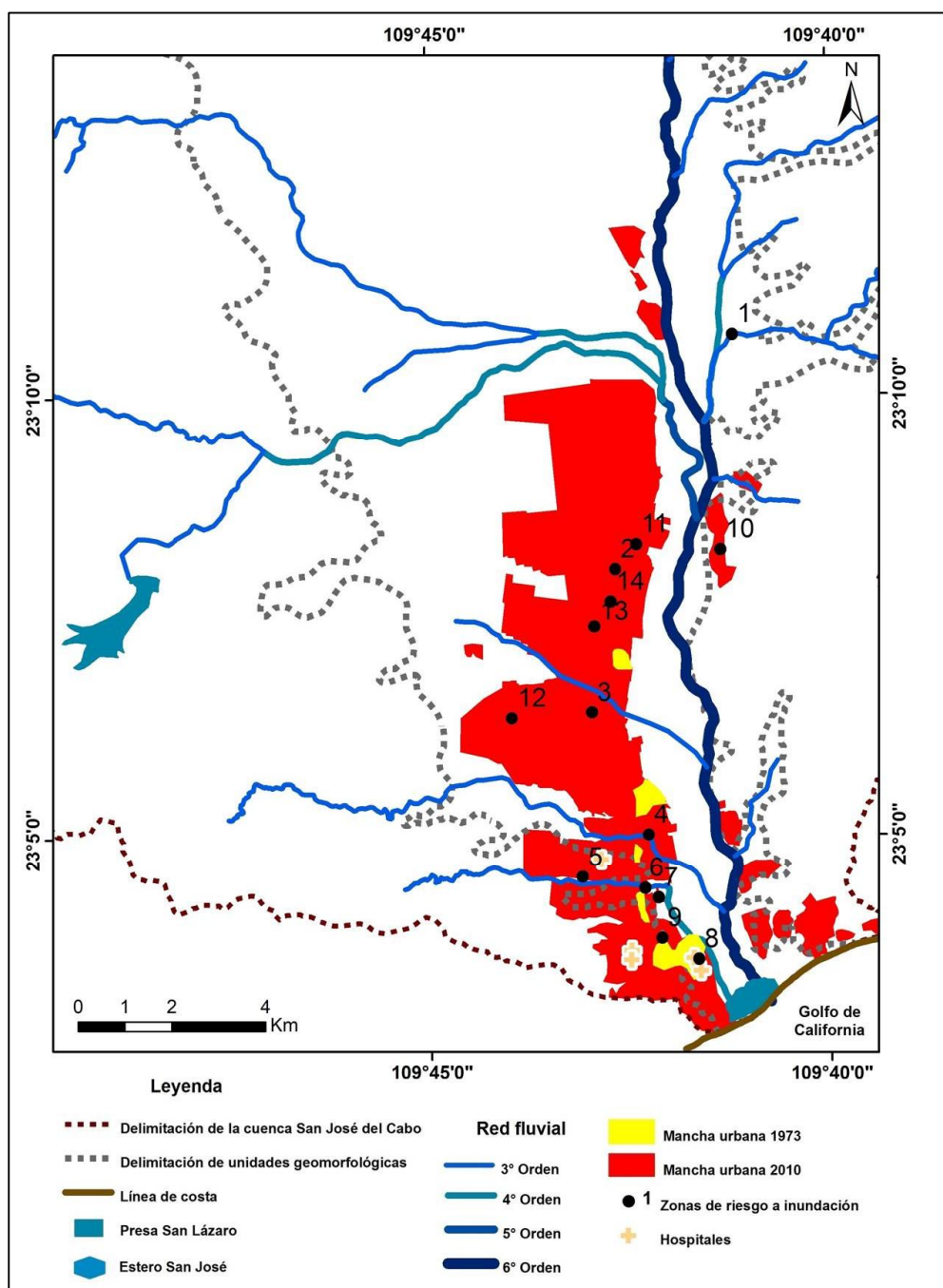


Figura 40b. Resume el crecimiento de la mancha urbana de San José del Cabo (1973 - 2010) y áreas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros naturales (Ayuntamiento de los Cabos 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos 2012): 1) Arroyo de Santa Anita al poniente del poblado, 2) Parte Sur del Poblado San Bernabé, 3) Col. El Zacatal Norte y San José Viejo al sur arroyo El Zacatal, 4) Comerciantes ubicados en el vado de Santa Rosa, Arroyo El Saltito, 5) Colonia Guaymitas y Lomas de Guaymitas, asentamientos a un costado del arroyo, 6) Canal arroyo Don Guillermo Colonia Pablo L. Martínez, 7) Colonia El Rosarito y Aguajito, asentamientos a un lado del arroyo, 8) Asentamientos ubicados en la cañada Doña Chepa, col. 5 de Febrero, 9) Calle Morelos frente al IMSS Col. Centro, 10) Estronque Santa Catarina, 11) Parte Sur de la

Colonia Buenos Aires, 12) Colonia Vista Hermosa, 13) Colonia San José Viejo, 14) Margen del arroyo San José, Col. San Bernabé y Buenos Aires.

V.6. Evaluación del incremento de vulnerabilidad a inundaciones en el poblado de San José del Cabo, como efecto del incremento de su mancha urbana.

Puesto que durante eventos de lluvias extraordinarias los valles aluviales de la porción baja y media de la cuenca, presentan una vulnerabilidad natural a ser inundados. En el presente apartado se analiza el efecto del incremento de la mancha urbana de San José del Cabo, como factor de riesgo antrópico, en el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones. Esto como respuesta a los cambios inducidos en la geomorfología, que se reflejan como pérdida de área de drenaje y escurrimiento natural en la cuenca (Fig. 39, 40a y b).

La mancha urbana de San José del Cabo, paso de 1.2 km² en 1973 a 38.2 km² en el año 2010 (Fig. 38), de los cuales el 91.4 % (34.9 km²) se incrementaron en la porción occidental de la cuenca (Fig. 39), en donde los factores de riesgo geomorfológicos (apartado V.1.), hidrológicos (apartado V.2.) e hidrometeorológicos (apartados V.3., V.4.) condicionan de manera natural un mayor riesgo y vulnerabilidad a inundaciones durante lluvias extraordinarias.

Como se ha mencionado anteriormente la situación de riesgo a inundaciones en la porción occidental de la cuenca, se encuentra en gran medida influenciada por la unidad geomorfológica de sierra alta (Sierra de La Laguna), en donde se registran los valores de precipitación más altos, así como por la influencia que esta tiene en las trayectorias de las tormentas tropicales y huracanes. A esto se suma su litología integrada por rocas graníticas impermeables y pendientes pronunciadas así como una densa red de drenaje, que se traduce en una mayor captación de agua, con poca o nula filtración al subsuelo, que condicionan coeficientes de escurrimiento altos y un mayor volumen y velocidad de corrientes de agua superficiales durante los episodios de lluvia por lo tanto una repuesta rápida de los escurrimientos hacia la

llanura aluvial, que a su vez incide en el valle fluvial del arroyo San José (corriente principal de la cuenca), el cual por su condición de bajo relieve topográfico presenta una vulnerabilidad natural a ser inundado.

Dicha vulnerabilidad, se presenta inicialmente como una condición de la intensidad y tiempo de precipitación de lluvia, y en donde de acuerdo a Sánchez y Batista (2005), se encuentra asociada al gradiente altimétrico de la cuenca, en rangos de vulnerabilidad (Tabla 1) los cuales en la figura 19 y 40a, se representa como polígonos, trazados desde la línea de costa (intensamente inundable), hasta la cota topográfica de los 140 msnmm (poco inundable).

De acuerdo al punto anterior, la mancha urbana de San José del Cabo como parte del entorno geomorfológico de la cuenca, condiciona que durante un episodio de lluvia, los lotes de edificaciones, actúen como diques y las calles como una intrincada red de drenaje fluvial, cuyo efecto es el retardo de la salida de agua hacia el mar, lo cual condiciona inundaciones en el área urbana.

Esto se evidencia en la figura 41a y b, las cuales muestran con más detalle el resumen de la figura 40b, en donde se pudo observar que las áreas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos, 2012), han ido en aumento desde la década de 1970 hasta el año 2010.

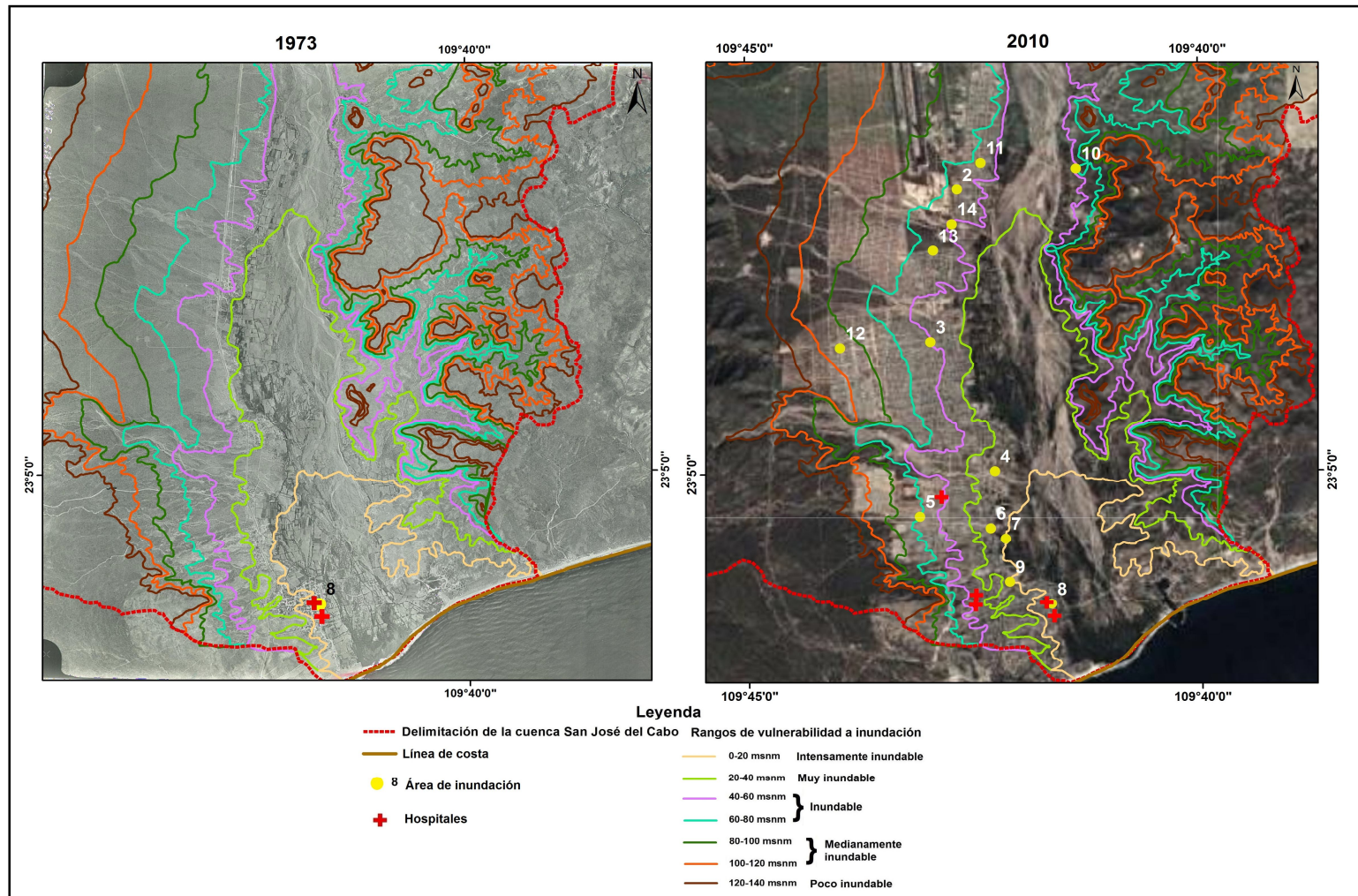


Figura 41. Efecto en el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones, debido al incremento de la mancha urbana: a) poblado de San José del Cabo en 1973 (1.2 km²), y puntos identificados, como áreas de riesgo a inundación; b) incremento de la mancha urbana al año 2010 (38.2 km²) y puntos identificados, como áreas de riesgo a inundación en el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos 2012).

Considerando lo anterior así como los rangos de vulnerabilidad natural a inundación de Sánchez y Batista (2005) (tabla 1), se efectúa una aproximación teórica, del efecto que el incremento de la mancha urbana de San José del Cabo ha tenido en el aumento de la vulnerabilidad, la cual se resume en la tabla 13.

Tabla 13. Aumento de la vulnerabilidad a inundaciones como efecto del incremento de la mancha urbana (perdida de área de escurrimiento) de San José del Cabo al año 2010.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cota	Rango Vulnerabilidad	No.	Esc. Vulne.	Polígono	Polígono	Perd. área	Perd área	Perd. área	Remanente	Coef R ²
msnm	(Sánchez y Batista, 2005)	Adim.	Jiménez (2003)*	Área W KM ²	Área %	1973 km ²	2010 W KM ²	2010 W %	Área de esc W 2010	(-) 0.9
> 160	No inundable	11	0.0							10
140-160	Poco inundable	10	0.1	6.6	12.0	-	0.3	3.8	6.3	9
120-140	Poco inundable	9	0.2	8.7	15.8	-	2.2	25.4	6.5	8
100-120	Medianamente Inundable	8	0.3	10.1	18.3	-	6.1	60.2	4.0	7
80-100	Medianamente Inundable	7	0.4	10.5	19.1	-	8.1	77.4	2.4	6
60-80	Inundable	6	0.5	7.6	13.8	0.1	6.8	90.1	0.8	5
40-60	Inundable	5	0.6	6.1	11.1	0.2	5.7	94.1	0.4	4
20-40	Muy inundable	4	0.7	3.7	6.7	0.6	3.7	100.0	0.0	3
10-20	Muy inundable	3	0.8	1.8	3.2	0.3	1.8	100.0	0.0	2
5-10	Intensamente inundable	2	0.9							1
0-5	Intensamente inundable	1	1.0							0
				55.1	100	1.2	34.6		20.2	

* Escala de vulnerabilidad de Jiménez (2003): 0 sin daños, 1 pérdida total.

Para esto y con el propósito de ser conservadores en dicha aproximación se modifican los rangos de vulnerabilidad de Sánchez y Batista (2005), que en la tabla 1, considera a las áreas ubicadas entre la línea de costa (0 msnmm) y la cota topográfica de 20 msnmm, como intensamente inundable, mientras que en la tabla 13 este rango lo reducimos de la línea de costa a los 10 msnm, pasando el área comprendida entre la cota de los 10 a 20 msnmm a un rango de menor vulnerabilidad (muy inundable). Para esto asumimos que en México la zona federal marítimo-terrestre (ZOFEMAT) específica como zona de amortiguamiento 20 m a partir del nivel de la marea más alta (0.90 m, amplitud media), y la cual a falta de un registro topográfico detallado, para el presente trabajo se asume se encuentra comprendida en el área limitada por la línea de costa y los 5 msnmm (tabla 13: columna 1 y 2).

Al mismo tiempo y dado que el incremento de la mancha urbana se presenta principalmente en la porción occidental de la cuenca, se delimitaron las áreas comprendidas entre los rangos de vulnerabilidad (cotas topográficas), limitadas al sur por la línea de costa (desembocadura de la cuenca) y al norte por el arroyo San Lázaro (Fig. 11, 40^a y b), las cuales se muestran en la tabla 13 columna cinco (total 55.1 km²) y en la columna seis sus porcentajes. En la columna siete se anotan la proporción de áreas que la mancha urbana ocupaba en 1973 según el rango de vulnerabilidad (Fig. 41a). Lo mismo se hace en la columna ocho para la mancha urbana del año 2010 y su proporción en porcentaje en la columna nueve (Fig. 41b). En la columna diez se anota la proporción remanente de los rangos de vulnerabilidad, o bien aéreas sin urbanización con drenaje y escurrimiento efectivo (Columna 5 - Columna 8).

Inicialmente de la información de la tabla 13, se obtiene que en la porción de la cuenca en donde se ubica el poblado de San José del Cabo, se ha perdido el 72 % de área de escurrimiento y drenaje, o bien que para el año 2010 el remanente de área de escurrimiento y drenaje efectivo, es solo del 25 %. Esto debido al incremento de la mancha urbana que aumento de 1.2 km² en 1973 a 34.6 km² en el año 2010, lo que representa que en 37 años la mancha urbana se incremento en promedio 1.0 km²/año.

Esta información brinda una idea general del efecto que el incremento de la mancha urbana ha tenido en el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones. Por lo que para tener una idea o aproximación teórica de dicho efecto se efectúan el siguiente ejercicio (tabla 13):

Se asigna arbitrariamente a cada rango de vulnerabilidad un número del uno al once teniendo como referencia la escala de vulnerabilidad de Jiménez (2003), la cual el autor presenta como perdidas esperadas durante una inundación, con un rango de cero (0) a uno (1), en donde cero es sin daños, y representa de acuerdo a los rangos

de vulnerabilidad de Sánchez y Batista (2005), aéreas no inundables, por arriba de la cota topográfica de los 160 msnmm (columna 2, 4), y una pérdida total, que corresponde a un rango de vulnerabilidad de intensamente inundable, entre la línea de costa y los cinco metros sobre el nivel medio del mar.

Dado que el incremento de la mancha urbana no guarda una relación proporcional en el tiempo y ya que se requiere obtener un número adimensional como indicador con la finalidad de relacionarlo al número impuesto a los rangos de vulnerabilidad (columna 3); se analiza la información presentada en la figura 39 (porción occidental de la cuenca), utilizando la metodología EPR y regresión lineal (Jiménez, *et al.* 2000), con lo cual obtenemos la tasa de transformación del entorno geomorfológico ($RL = (\Delta S / \Delta T)$) y el coeficiente de correlación (R^2) como el número adimensional requerido y al mismo tiempo la tasa de pérdida de área de escurrimiento o bien la tasa de transformación del entorno geomorfológico dado por el incremento de la mancha urbana respecto al tiempo ($RL = (\Delta S / \Delta T)$), cuyos resultados se muestran en la figura 42.

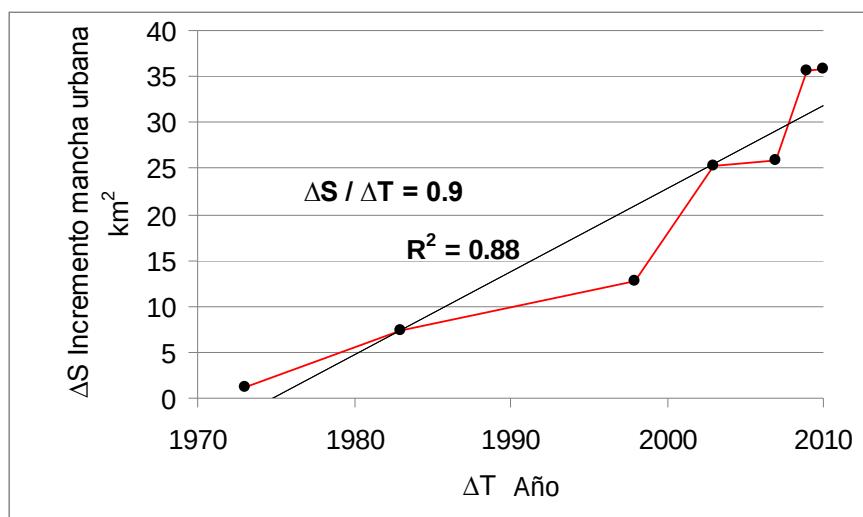


Figura 42. Tendencia del incremento de la mancha urbana (área) de San José del Cabo ($\Delta S / \Delta T$), representada como pérdida de área de escurrimiento.

De acuerdo a esta información la tasa de pérdida de área de escurrimiento para el periodo analizado (1973 - 2010) es de $0.9 \text{ km}^2/\text{año}$, con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.9$, el cual se asume como el indicador requerido.

De esta manera en la tabla 13, columna once, se anota dicho coeficiente con signo negativo (-), ya que se asume como perdida de área de escurrimiento, por lo que se resta al número impuesto en la columna tres, cuya diferencia representa el efecto que el incremento de la mancha urbana ha tenido en el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones. Así los rangos de vulnerabilidad se ven desplazados a cotas topográficas superiores.

Con dicha información se modifican los rangos de vulnerabilidad natural (columna 2 y 3 de la Tabla 13; Fig. 19) y se elabora la figura 43, en la que se destaca el incremento de la mancha urbana de San José del cabo, como factor de riesgo a inundaciones (aumento en la vulnerabilidad), como efecto en el tiempo de su incremento desordenado y anárquico cuya respuesta se refleja en la perdida de área de drenaje y escurrimiento natural (modificación del entorno geomorfológico).

Para validar la información de la figura 43, se sobreponen las áreas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos 2012), los cuales son consistentes aun si se emplean los rangos de vulnerabilidad de la columna doce (tabla 13), ya que como se puede observar en la figura 43 la mayoría de áreas de riesgo a inundación identificadas, se ubican entre la línea de costa (0 msnmm) y los 80 msnmm.

Esta aseveración se respalda con las figuras 41a y 41 b, que muestran el detalle en la modificación espacio - tiempo, del entorno geomorfológico, debido al incremento de la mancha urbana de las localidades (12) Colonia Vista Hermosa y (5) Colonia Guaymitas. Esto como ejemplos del aumento de vulnerabilidad a inundaciones en –

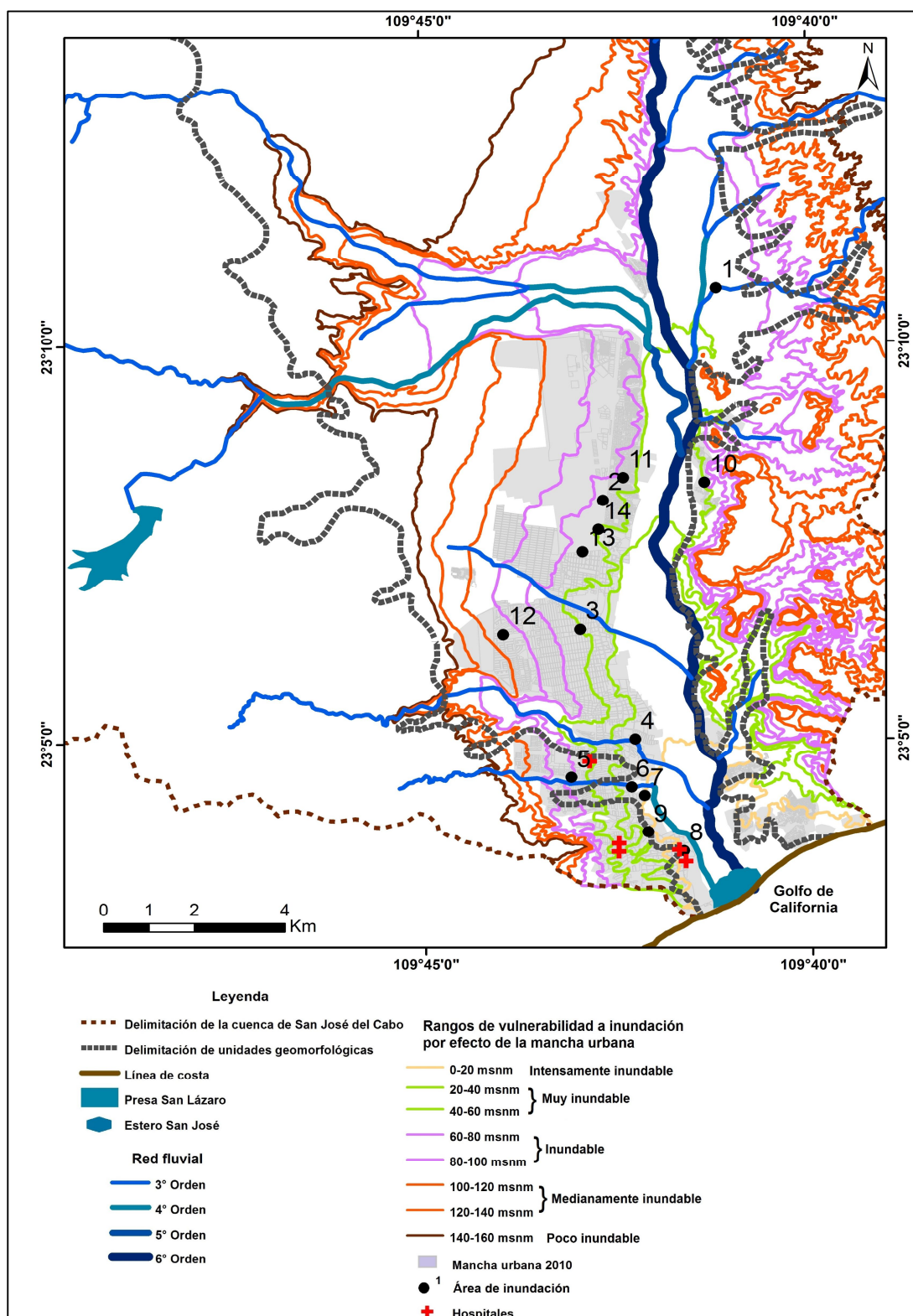


Figura 43. Aumento de la vulnerabilidad a inundaciones en el poblado de San José del Cabo, como respuesta al incremento de su mancha urbana, y áreas de riesgo a inundación identificados en el Atlas de Peligros Naturales (Ayuntamiento de los Cabos, 2006) y la Dirección Municipal de Protección Civil (Ayuntamiento de los Cabos, 2012).

- aéreas topográficas por arriba de las cotas de 80 (área inundable) y 60 msnmm (muy inundable) respectivamente.

En ambas figuras se aprecia como la mancha urbana pasa a ser parte del entorno físico, modificando la situación geomorfológica del año de 1973, en particular el drenaje y escurrimiento natural, el cual para el año 2010 se presenta drásticamente modificado. De igual forma se observa el efecto de "dique" que los lotes de edificaciones tienen durante un evento de lluvias torrenciales; causando que incluso aéreas con un relieve topográfico alto como el de los ejemplos, lleguen a ser inundadas debido al retardo en la salida de agua hacia las partes bajas de la cuenca.

De acuerdo a las evidencias presentadas, en el presente trabajo se asume que el aumento de inundaciones en el poblado de San José del Cabo, son efecto del acelerado aumento de la densidad de población y urbanización carente de ordenamiento, así como a la deficiencia en la infraestructura urbana, falta de aplicación de normatividad y reglamentación legislativa que ha favorecido un crecimiento anárquico de la mancha urbana. Al mismo tiempo y de acuerdo a la información del punto V.4. (Incidencia de huracanes), el riesgo a inundaciones en el área de estudio es alto, debido a que se ubica en una zona costera, con alta probabilidad a la incidencia de huracanes (Latorre y Penilla, 1988), los cuales representan una amenaza por las lluvias torrenciales asociadas a estos, aumentando así la vulnerabilidad de la población expuesta.

V.7. Estimación de posibles pérdidas económicas ante el riesgo de inundaciones en el poblado de San José del Cabo.

En el ámbito mundial, las inundaciones son los riesgos más frecuentes; después de los sismos son las que causan más pérdidas económicas y lamentablemente muertos (Fig. 44).

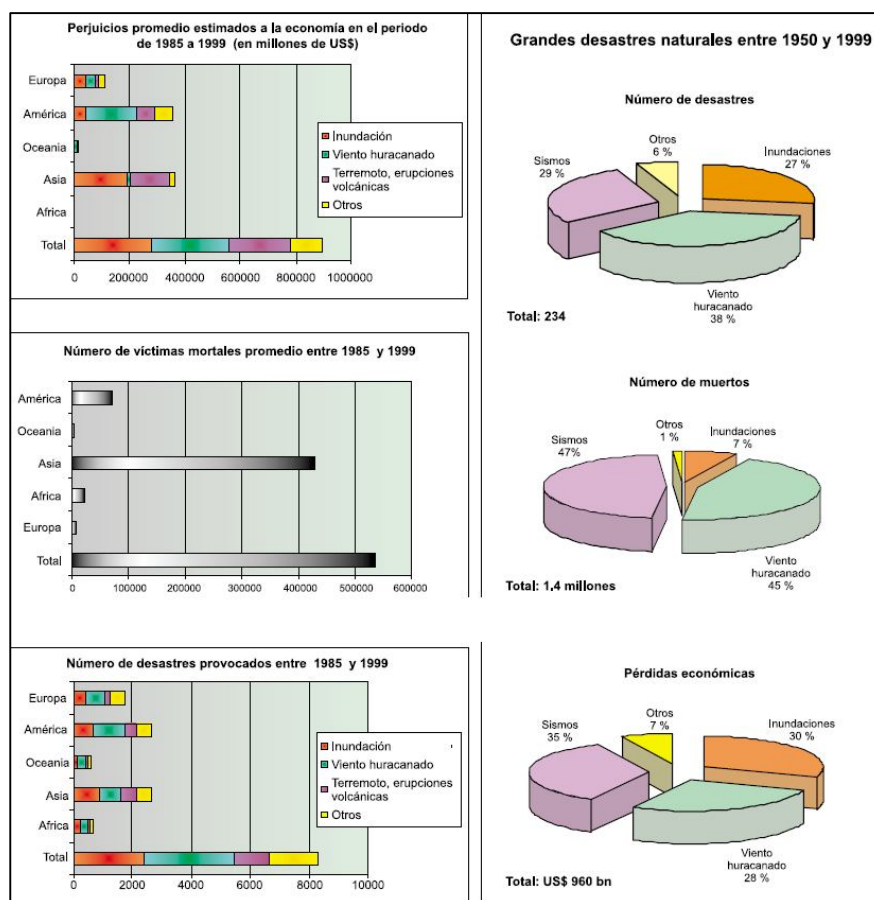


Figura 44. Distribución de daños por tipo de evento (Tomada de CENAPRED, 2001).

En la República Mexicana, del año de 1999 – 2006 los eventos que han causado mayores pérdidas económicas son los de origen hidrometeorológicos (tabla 14), en

especial las lluvias, inundaciones y ciclones tropicales, con un promedio cercano al 90% CENAPRED (2007b).

Tabla 14. Estructura porcentual de las pérdidas económicas por desastres en el periodo 1999-2006.

Evento	Año							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Hidrometeorológico	75	99	99	97	60.2	85.4	99.3	92.8
Geológico	25	1	0.5	0	18.5	0.1	0	0
Químicos, sanitarios	-	-	0.5	2	21.2	14.5	0.6	5.6
Otros	-	-	-	1	0.1	0	0.1	1.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

El CENAPRED (2006, 2009), destaca para el estado de Baja California Sur, a los ciclones tropicales como los fenómenos hidrometeorológicos que han causado más afectaciones, debido a las inundaciones que ocasionan las lluvias extraordinarias, asociadas a estos. La misma fuente refiere que en el año 2006, el huracán John (1 al 3 de septiembre) causo daños por un valor de \$ 984,722 pesos, y el huracán Jimena del 30 de agosto al 3 de septiembre del año 2009, causo daños en el Estado por un valor de \$ 1,273, 285.6 pesos.

De manera particular para la región de la cuenca hidrográfica de San José del Cabo, en los apartados II.2. Reseña histórica de San José del Cabo, V.3. Análisis de precipitaciones y V.4. Incidencia de huracanes, se ha hecho referencia a inundaciones históricas, ocasionadas por trombas, depresiones tropicales y huracanes, que dejaron pérdidas de vidas humanas y severos daños en pozos de agua potable, acueductos, carreteras, viviendas, agricultura, ganadería, infraestructura urbana y eléctrica, de lo cual se documenta con fotografías, algunos de estos daños.

El Atlas Estatal de Riesgos del gobierno de B.C.S. (1997), destaca al ciclón Liza (1976), como uno de los que han causado más estragos en el Estado, dejando más de de 800 muertos y daños por \$ 350 mdp. Dicha situación propicio la creación del

Comité de protección civil en La Paz. La misma fuente refiere que el Huracán Juliette (2001), causo en Los Cabos 8,000 damnificados en siete colonias, 600 viviendas destruidas y daños por un valor de \$ 242 mdp. De esta manera en el Atlas Estatal de Riesgos, se reconoce a los fenómenos meteorológicos como los que causan las mayores pérdidas económicas en el Estado.

En la tabla 15, se presenta la información proporcionada por la Dirección municipal de Catastro de San José del Cabo, en donde se anota la clave y valor catastral por metro cuadrado de terreno en pesos (moneda nacional). En la figura 45 se destacan en colores los polígonos (zonas) según su valor catastral los cuales corresponde a planos proporcionados (2013a, 2013b, 2013c). En esta misma figura se le sobrepone el aumento de vulnerabilidad a inundaciones, como respuesta al incremento de la mancha urbana (Tabla 13, Fig. 43), con el propósito de brindar una evaluación aproximada de las posibles pérdidas económicas ante el riesgo de inundaciones en la mancha urbana de San José del Cabo.

En la figura 45, de manera general se distinguen tres zonas: 1) zonas con los valores catastrales de entre \$ 2075 y \$ 758 m², se ubican hacia la desembocadura de la cuenca asociadas a la franja costera y lo que se considera la zona centro de San José del Cabo, en donde se da la principal actividad administrativa, comercial y turística; inmersa en estas zonas queda la de vialidades especiales con un valor catastral de \$ 125 m². 2) Hacia el norte de las zonas anteriores, predominan las de valores catastrales de entre \$ 677 y \$ 153 m² en donde se concentran la mayoría de las "colonias populares", cierta actividad industrial y comercial. 3) Por último envolviendo a todas las zonas anteriores, se encuentra la de valor catastral de \$134, la cual hacia el lado oriental corresponde al valle aluvial del arroyo San José, en donde se encuentran algunos huertos frutales y se da una incipiente actividad agrícola; hacia la porción occidental, esta zona la integran áreas sin urbanizar, consideradas como "monte", y son en estas zonas en donde se presentan los asentamientos irregulares (invasiones).

Tabla 15. Zonas homogéneas y vialidades especiales 2013.

Clave de zona de valor	Valor unitario expresado en M.N. por m ² de terreno
1	4049.00
2	3285.00
3	2534.00
4	2075.00
5	1866.00
6	1625.00
7	1473.00
8	1241.00
9	1013.00
10	833.00
11	758.00
12	677.00
13	567.00
14	509.00
15	350.00
16	303.00
17	249.00
18	174.00
19	153.00
20	125.00
21	134.00

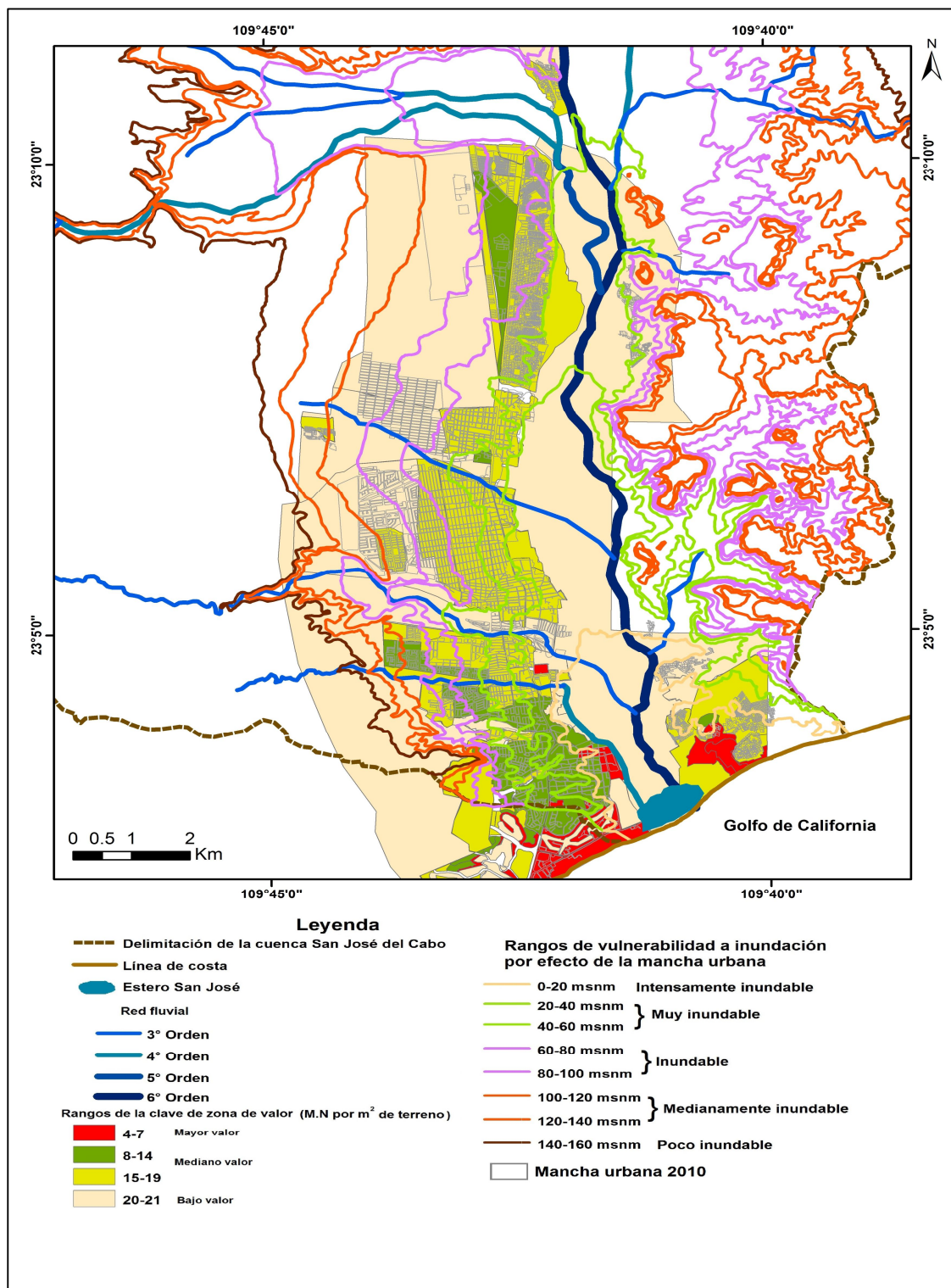


Figura 45. Zonificación catastral y rango de vulnerabilidad a inundaciones.

Los valores catastrales referidos, son solo un referente, puesto que en la practica el valor de compra venta llega a ser superior. Sin embargo dichos valores catastrales brindan una buena idea de la distribución de la población actual, de acuerdo a su poder adquisitivo.

Esta situación adiciona a los estudios de gestión del riesgo, un factor de vulnerabilidad imprescindible a considerar, puesto que se encuentra asociado a la población, ya que las comunidades con un índice de pobreza alto, son más vulnerables a los riesgos tanto de origen natural como inducidos por la actividad humana y cuya evaluación queda fuera del alcance del presente trabajo ya que como se menciona anteriormente requiere de ser abordado desde la óptica de las ciencias social y económica.

De acuerdo con la información presentada en la figura 45, así como la de los apartados anteriores, podemos asumir que ante el riesgo de inundaciones como efecto de las amenazas de fenómenos meteorológicos, las zonas catastrales referidas en el inciso uno, con valores económicos altos (\$ 2075 a \$ 758 m²), son en donde se esperaría las mayores pérdidas económicas. En principio porque dichas zonas se ubican en la desembocadura de la cuenca en donde el rango de vulnerabilidad a inundaciones va de intensamente inundable a inundable (0 - 100 msnmm) y porque a mayor valor de la infraestructura y bienes materiales (riqueza) expuestos, mayores pérdidas económicas. De la zona referida en el inciso dos aun con valores catastrales menores (\$ 677 a \$ 153 m²), es de destacar que es donde se concentran la mayoría de las colonias populares, por lo que ante el riesgo de inundaciones se pueden generar importantes pérdidas económicas ya que se encuentra en áreas con un rango de vulnerabilidad de muy inundable a moderadamente inundable (20 - 140 msnmm).

Lo anterior evidencia la complejidad de hablar del riesgo en términos económicos, ya que implica conocer la percepción que tiene la población acerca de dicho riesgo

(peligro) ya que como se ha mencionado anteriormente, la respuesta de la población, no es uniforme y variara en principio según su situación económica.

De acuerdo a lo anterior es importante mencionar que los riesgos no siempre ocasionan desastres, ya que estos son el resultado de la conjugación de diferentes factores que inciden en un tiempo y lugar determinado con una periodicidad aleatoria. De esta manera la intensidad o magnitud del desastre se presenta en principio por la suma de la vulnerabilidad inherente al medio físico - ambiental, así como las características intrínsecas del fenómeno (frecuencia, magnitud, intensidad, duración, etc.) en el área donde se produce, y la vulnerabilidad de la población dada por el ambiente socioeconómico (ejemplo, las comunidades con un índice de pobreza alto, son más vulnerables a los riesgos tanto de origen natural como inducidos por la actividad humana).

VI. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo Riesgo se asume como la contingencia o proximidad de un daño, o bien como la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos sobre el medio natural y humano en su área de influencia.
- El área de estudio corresponde a una cuenca hidrológica de tipo exorreica, con una red hidrográfica de tipo dendrítico subparalelo y régimen intermitente, de sexto orden.
- La geomorfología en el área de estudio está compuesta por tres unidades principales: 1) sierras, 2) llanura aluvial y 3) franja costera, todas ellas integradas a su vez por subunidades geomorfológicas de menor escala.
- En la porción occidental de la cuenca de San José del Cabo, destaca la unidad geomorfológica de sierra alta, (Sierra de La Laguna), cuyo gradiente altimétrico condiciona variaciones importantes tanto en la temperatura como en la precipitación en distancias relativamente cortas. Al mismo tiempo sus aspectos físicos se presentan como los principales factores que durante episodios de lluvia aumentan el riesgo a inundaciones hacia la parte baja y media de la cuenca.
- El gradiente altimétrico de la cuenca de San José del Cabo le confiere rangos de vulnerabilidad natural a inundarse. De intensamente inundable en la línea de costa a poco inundable hasta la cota topográfica de los 140 msnmm. Por lo que la parte baja y media de la cuenca (llanura aluvial), por su bajo relieve topográfico y escasa pendiente presenta un mayor riesgo y vulnerabilidad natural a inundarse.
- Aun cuando las características climáticas de la región de Los Cabos son de aridez, sus aspectos meteorológicos se presentan como un factor de riesgo a inundaciones, ya que existen antecedentes de lluvias extraordinarias referidas como trombas.

- La ubicación geográfica de la cuenca de San José del Cabo, la sitúa en una región de alta probabilidad a incidencia de huracanes, por lo que estos cobran importancia, como la principal amenaza al riesgo de inundaciones.
- A partir de la década de 1980 el municipio de Los Cabos, cobra importancia demográfica y económica, esta última con una reconversión del sector económico primario al terciario, basado principalmente en la actividad turística.
- El acelerado crecimiento demográfico en el poblado de San José del Cabo, se refleja en el incremento de su mancha urbana, que se ha dado principalmente en la porción occidental de la cuenca, de manera desordenada y anárquica, generado importantes modificaciones en la geomorfología de la cuenca, cuya respuesta en el tiempo y espacio se refleja en la pérdida de área de drenaje y escurrimiento natural.
- La pérdida de área de drenaje (red hidrográfica) y escurrimiento, aunado a la poca o nula planificación del incremento de la mancha urbana del poblado de San José del Cabo, se ha convertido un factor de riesgo inducido (antrópico), ya que su efecto en la cuenca, es el retardo de la salida de agua de lluvia hacia el mar, lo cual incrementa la vulnerabilidad a inundaciones.
- La tasa de transformación del entorno geomorfológico estimado ($RL = (\Delta S / \Delta T)$) para el periodo analizado (1973 - 2010) es de 0.9 km²/año, con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.9$, el cual se asume como la aproximación teórica, del incremento de la mancha urbana de San José del Cabo, cuyo efecto se traduce en pérdida de área de drenaje y escurrimiento.
- De acuerdo al coeficiente de correlación estimado (R^2) los rangos de vulnerabilidad natural a inundación de Sánchez y Batista (2005) se modifican como respuesta al incremento de la mancha urbana que ha condicionado el aumento del riesgo y vulnerabilidad a inundaciones, de tal manera que áreas por arriba de la cota de 160

msnmm que hasta 1973 no presentaban rango de vulnerabilidad a inundaciones, actualmente se considera con un rango de poco inundable.

- La ubicación y distribución altimétrica del poblado de San José del Cabo en la cuenca, en general le confiere algún rango de vulnerabilidad a inundarse de Intensamente a poco inundable, por lo que ante las amenazas meteorológicas que condicionan el riesgo de inundaciones, es de esperar causen importantes pérdidas económicas.
- De acuerdo a la información presentada se valida la hipótesis planteada, respecto a que el bajo relieve topográfico en los valles aluviales que integran las porciones medias y bajas de las cuencas hidrográficas, durante eventos de lluvias extraordinarias, las hace más vulnerables a ser inundadas de manera natural. Dicha vulnerabilidad a inundaciones en el poblado de San José del Cabo en las últimas décadas, ha aumentado como efecto inducido del crecimiento desordenado y anárquico de su mancha urbana.

VII. BIBLIOGRAFIA

Álvarez-Arellano, A.D., Rojas-Soriano, H. 1997. Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, pp: 13-29. En: Urbán, R.J., y Ramírez, R. (ed). La Bahía de La Paz, investigación y conservación. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur. México.

Aneas, C. La Geografía. 2011. Riesgos y peligros: Una Visión desde la Geografía 2000. 17 de julio 2013. <http://lageografiaweb.blogspot.mx/2011/09/conceptos-de-riesgo-peligro-y-desastre.html>.

Aranda-Gómez, J.J. y Pérez-Venzor, J.A. 1995. Reconocimiento geológico en el límite occidental del bloque de los Cabos, Baja California Sur. Resúmenes 3ª Reunión internacional sobre geología de la península de Baja California. UABCS. La Paz, Baja California Sur, México.

Arriaga, L., Coria, R. Y Bastida-Zavala, R. 1992. La Sierra de La Laguna Fundamentos para apoyar la creación de una Reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, Baja California Sur, México. 15 p.

Ayuntamiento de los Cabos. 2006. Atlas de peligros naturales del centro de población de Los Cabos, Secretaría de Desarrollo Social de los Cabos, B.C.S. 83 p.

Ayuntamiento de Los Cabos XI, 2012. Plan de contingencia hidrometeorológica temporada de lluvias y ciclones 2012. Dirección municipal de protección civil de Los Cabos. Cabo San Lucas. México. 100 p.

Beltrán-Castro, I. 2000. Evaluación del riesgo asociado a fenómenos hidrometeorológicos en la ciudad de La Paz, B.C.S., México, utilizando sistemas de Información geográfica. Tesis de licenciatura. Departamento de Geología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C.S. México. 59 p.

Campa, M. F. y Coney, P. J. 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. Canadian Journal of Earth sciences, Vol. 20:1040-1050.

Cancino J., Salinas F., Maya Y., Coria R., León J., Rodríguez R., Aguilar R., Arriaga L. 1994. Contexto Local. pp: 41-60. En: Arriaga, L (ed). Estrategia para la conservación de la sierra de La Laguna. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México.

Cariño-Olvera, M. (1997). Historia de las relaciones hombre naturaleza en Baja California Sur 1500-1940. En: Santoyo-Hermilo (ed). 1ª Edición. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz B.C.S. México. 229 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2001. Diagnóstico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México, 1ª Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 225 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2004. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos, 1ª Edición, México. 383 pp.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2006. Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República mexicana en el año 2005. 1ª Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 490 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2007a. Ciclones tropicales, 1ª Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 55 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2007b. Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2006, 1ª Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 258 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2009. Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República mexicana en el año 2007. 1ª Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 619 p.

Consejo de Recursos Minerales (CRM). 1999. Monografía Geológica-Minera del Estado de Baja California Sur. 1ª Edición. Consejo de Recursos Minerales. Pachuca, México. 237 p.

Consejo de Recursos Minerales (CRM). 2002. Carta Geológico-Minera San José del Cabo. F12-2-3-5-6. Baja California Sur. esc. 1: 250, 000. México.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1973. Fotografías aéreas de San José del Cabo B.C.S. Línea 13, (R-518), Zona 48A. Escala 1: 75 000. México.

Comisión Nacional del Agua (CNA). Normales climatológicas por Estación. Mayo 2012. <http://smn.cna.gob.mx/>.

Departament the US Army. 1995. CECW-EG Engineer Manual 1110-2-1810. Coastal Geology. U.S. Army Corps of Engineers. Washington, DC. 297 p.

Díaz-González. 2004. Manejo de cuencas y gestión del riesgo a desastres naturales, en el área de la mancomunidad de los municipios del centro de Atlántida, Honduras. Tesis de maestría. Departamento de Atlántida. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 189 p.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012a. San José 2003. Baja California Sur. esc. 1:6,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012b. San José Viejo-Veredas 2003. Baja California Sur. esc. 1:8,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012c. Santa Anita 2003. Baja California Sur. esc. 1:8,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012d. Santa Rosa-Zacatal 2003. Baja California Sur. esc. 1:6,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012e. San José 2007. Baja California Sur. esc. 1:6,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012f. San José Viejo-Veredas 2007. Baja California Sur. esc. 1:8,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012g. Santa Anita 2007. Baja California Sur. esc. 1:8,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2012h. Santa Rosa-Zacatal 2007. Baja California Sur. esc. 1:6,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2013a. Santa Anita. Baja California Sur. esc. 1:6,503. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2013b. Santa Rosa-Zacatal. Baja California Sur. esc. 1:5,000. México.

Dirección Municipal de Catastro. Municipio de Los Cabos B.C.S. 2013c. San José del Cabo. Baja California Sur. esc. 1:7 500. México.

Fierstine, H. L., Applegate, S. P., González-Barba, G., Schwennicke, T. & Espinosa-Arrubarrena, L. 2001. A fossil blue marlin (*Makaira nigricans* Lacépède) from the Middle Facies of the Trinidad Formation (Upper Miocene to Upper Pliocene), San José del Cabo Basin, Baja California Sur, México. Bull. Southern California Acad. Sci. 100 (2): 59-73.

- Gámez-Alba E. 2004. Los Cabos: Economía y población. pp: 247-278.
En: Altable Francisco (ed). Historia General de Baja California Sur III. Región, Sociedad y Cultura. 1ª Edición. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª. Edición. Instituto Mexicano de Geografía. U.N.A.M. México. 252 p.
- García-Tornel. 2001. Panorama de los estudios sobre riesgos naturales en la geografía española. Universidad de Murcia, Boletín de la A.G.E.N, No. 30 – 2000: 21-35.
- García-Gutiérrez, M. L. 2003. Glosario de términos geológicos. Consejo de Recursos Minerales. Pachuca, Hgo., México. 781 p.
- Gastil, R. G. Krummienacher, D. Doupont, J. Bushee, J. Jensky, W. y Barthelmy, D. 1976. La zona batolítica del sur de California y el occidente de México. Boletín Sociedad Geológica Mexicana, 37: 84-90.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). 1983. Plan de desarrollo urbano San José del Cabo, Municipio de Los Cabos. Anexo gráfico. Dirección de Planificación y Urbanismo. México.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). 1997. Atlas Estatal de Riesgos. Secretaria de Gobernación (ed). Sistema Estatal de Protección Civil. Baja California Sur, México. 100 p.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). 1999. Plan Director de Desarrollo Urbano de San José del Cabo, Cabo San Lucas, B.C.S. 1999. Escala 1: 40, 000. Centro de Estudios de Urbanismo y Arquitectura S.A DE C.V. Baja California Sur, México.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). 2003a. Estadísticas Históricas 1880-1928 Distrito Sur de La Baja California, Secretaria de Promoción y Desarrollo Económico, Baja California Sur. México. 664 p.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS) 2003b. Estadísticas Históricas 1975-1998, Estado de Baja California Sur, Secretaria de Promoción y Desarrollo Económico, Baja California Sur. México. 236 p.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015. 22 de octubre 2013.
http://secfin.bcs.gob.mx/finanzas/images/stories/transparencia/marco_program/progr_ama_sectoriales/Programa%20Estatal%20de%20Poblacion.pdf.
- González, Luis. 2002. Peligrosidad, riesgo y vulnerabilidad. 609-613 p. Ingeniería Geológica. Prantice Hall, Pearson Educación, S.A. Universidad de Madrid. Madrid.

Google Earth. 2013. Navegador de mapas. www.google.es/intl/ Google Earth.

Hernández - Vicent, M. 1998. Economía, Sociedad y Recursos Naturales en Baja California Sur. pp: 53-107. En: Hernández - Vicent, M (ed). Desarrollo, Planificación y Medio Ambiente en Baja California Sur. 1^{ra} edición. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1981. Carta edafológica. Hoja La Paz. Escala 1:1' 000,000, México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1996. Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Ags., México. 205 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1998. Carta de hidrología superficial de San José del Cabo. F12-2-3-5-6. Baja California Sur. Escala 1:250,000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1998. Carta topográfica San José del Cabo (F12B44) escala 1:50,000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001. Carta topográfica Palo Escopeta (F12B45) escala 1:50,000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002a. Carta topográfica Cabo Pulmo (F12B35) escala 1:50,000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002b. Carta topográfica Santiago (F12B34) escala 1:50,000. México.

Instituto Municipal de Planeación Los Cabos (IMPLAN). 2011. Actualización del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo – Cabo San Lucas B.C.S 2040. Secretaria de Desarrollo Social. Baja California Sur, México. 296 p.

Jiménez, J. A., Vicenç Gracia., Sánchez Arcilla A., Marcel J. F. Stive., Paolo De Girolamo. 2000. Coastal Monitoring and Data Analysis Along the Abruzzo Coast. International Center for Coastal Resources Research, Barcelona Spain. 66 p.

Jiménez-Espinoza., Matías-Ramírez., Fuentes-Mariles., Prieto-González. 2003. Ciclones tropicales, 1^a Edición, Secretaria de Gobernación CENAPRED. México. 55 p.

Latorre D.C. y Penilla C.L., 1988. Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur, Rev. Atmósfera, V.1, No. 2: 99-111.

López-Ramos, E. 1979. Geología de México. Tomo II. 2^a Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 454 p.

López-Blanco., Villers-Ruiz. 1998. Delimitación de unidades ambientales biofísicas aplicando un enfoque geomorfológico y SIG para el ordenamiento territorial de Los Cabos, Baja California Sur, Rev. Geografía y Desarrollo. Instituto de Geografía, UNAM. No 16: 85-99.

Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Libros de México. 1ª Edición. Instituto de Geografía. Coordinación de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 337 p.

Martínez-Gutiérrez, G. y Sethi, P.S. 1997. Miocene-Pleistocene sediments within the San José del Cabo Basin, Baja California Sur, México. Geological Society of America. Special Paper. 318: 141-166.

Martínez-Noriega, C. 2003. Evaluación de riesgo por avenidas fluviales, una forma de medir el cambio ambiental y sus repercusiones en la vida, salud y economía de la población. Estudio de caso de la ciudad de La Paz, B.C.S. México, Tesis de maestría. Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz B.C.S. México. 120 p.

Martínez, G y Díaz, J.J. 2011. Morfometría en la cuenca hidrológica de San José del Cabo, Baja California Sur, México. Rev. Geo. Amér. Central, 44: 83-100.

Nacional Oceanic Atmospheric Administration (NOAA). 2013. Hurricane/Tropical Data. Online Julio 2013. <http://weather.unisys.com/>.

Ortega-Gutiérrez, F. 1982. Evolución magmática y metamórfica del complejo cristalino de la Paz, B. C. S. Resúmenes 6ª Convención Geológica Nacional Sociedad Geológica Mexicana, México D. F.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). Organismo especializado de las Naciones Unidas. Ciclones tropicales: preguntas y respuestas. 02 de mayo del 2013. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/factsheet/documents/tropicalcyclone_es.pdf.

Padilla-Lozoya. 2011. Antropistoria: Riesgos, prevención y desastres. 23 de febrero de 2013. <https://raypadilla.wordpress.com/category/fenomenos/>.

Páez-Rosas., Mijares-Ramírez., Oropeza-Cortes y Pineda-Bañuelos. 2004. Panorama histórico de la población nativa y migrante en México y Baja California Sur. Cedohep. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz Baja California Sur, México. 150 p.

Palacios-Ceseña, F, 1984. Historia de Los Cabos, Gobierno estatal, Alberto A. Alvarado. Presidente Municipal de Los Cabos, Mendoza-Aramburo (1974-1981). 135 p.

Pavía-López E. 1998. La lluvia en Baja California y "El Niño" 1997-1998 Oceanografía Física, CICESE. B. C. México.

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española (22.^a ed). Enero 2012. <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>.

Reyes-Coca y Troncoso-Gaytán. 2001. El Niño Oscilación del Sur" y los fenómenos hidrometeorológicos en Baja California: el evento de 1997/98. Ciencia Pesquera. (15): 89-96.

Río, Ignacio del, 1984. Conquista y Aculturación en la California Jesuíta 1967-1768. México, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 242 p.

Rojas-Soriano, H. 2007. Cartografía de zonas de peligro por erosión e inundación provocadas por precipitaciones extraordinarias en la parte baja de la cuenca El Salto, Cabo San Lucas, B.C.S., México. Tesis de maestría. Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México. 73 p.

Ruiz- Castro E., Payén-Izabal. 2012. Antecedentes históricos de San José del Cabo, Raíces Cabeñas AC. Comunicación personal.

Sánchez, M y L. Batista, 2005. Evaluación del peligro y vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundaciones. Cuenca del Cauto. Cuba. IGT. Mayo de 2013. www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=945.

Sawlan, M.G. y Smith, J.G. 1984. Petrologic characteristics, age and tectonic setting of Neogene volcanic rocks in northern Baja California Sur, México. In: Frizzell, V.A., Jr. (ed). Geology of the Baja California Peninsula. 39: 237-251. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists.

Seco, R. 1996. El Enfoque Físico – Geográfico para el Estudio de los Peligros Naturales en el ejemplo de la provincia de Ciudad de La Habana. Tesis de Maestría. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Cuba, La Habana. 92 p.

Sedlock, R. L. Ortega-Gutiérrez, F. y Speed, R. C. 1993. Tectono-Stratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Geological Society of América, Special Paper, 278. 153 p.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2008. Carta Geológico-Minera San José del Cabo F12-B44 Baja California Sur. Mapa esc. 1: 50 000.

Soldano, A. 2009. Comisión Nacional de Actividades Espaciales y Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Conceptos sobre riesgo. 5 de marzo 2012. <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf>.

SPOT IMAGE. 2010. Imagen satelital Pancromática área Cabo San Lucas - San José del Cabo, 2010. MATRA SYSTEMES & INFORMATION.

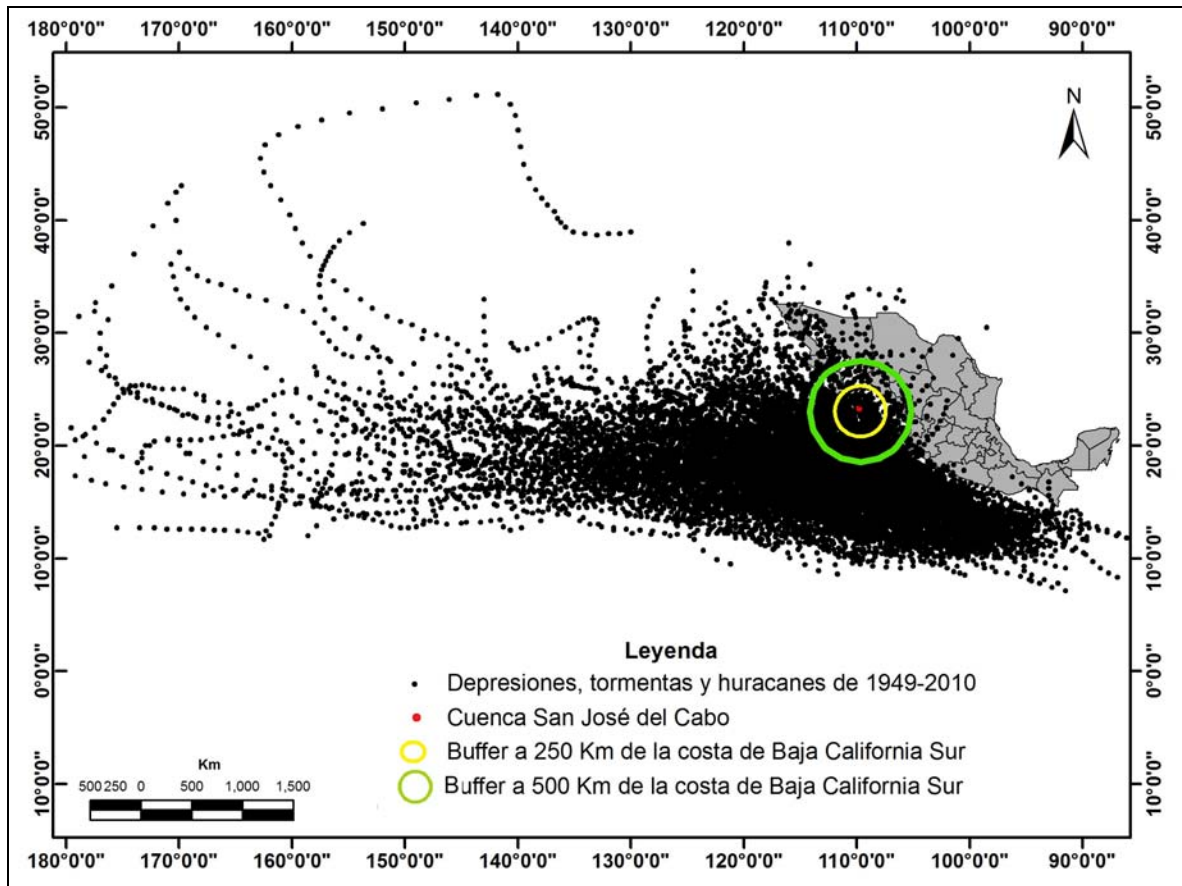
Taylor-Hansen. 2000. La transformación de Baja California en Estado, 1931-1952. Estudios Fronterizos.1 (1): 47-87.

Vázquez-Rosales, L. 2012. Cambios económicos en la Región de Los Cabos a Partir de una Economía Mercantil en las primeras Décadas del Siglo XX Hasta llegar a una Economía Turística. Tesis de maestría. Departamento de Humanidades. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz B.C.S. México. 118 p.

Verdugo, R. 2011. Sudcalifornia. 2012. Santiago de los Coras Aiñiti 1724. Julio 2013. <http://raulverdugo.blogspot.mx/2011/08/santiago.html>.

Villanueva-González, E. 2001. Presencia de huracanes en Baja California Sur, el caso del ciclón Liza. Tesis de maestría en historia regional. Departamento de Humanidades. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C.S. México. 279 p.

ANEXO 1



Figura, muestran los puntos de las coordenadas de las depresiones, tormentas y huracanes que se formaron en el Océano Pacífico norte y sur Oriental entre 1949 - 2010 y buffer (área de influencia de 250 Km y 500 Km de la costa de Baja California Sur.

Fuentes: Latorre y Penilla (1988); CNA (2012); <http://weather.unisys.com/> en línea (2013); <http://eebmike.com/> en línea (2013).

Listado de ciclones que se han formado en el Océano Pacífico y se han acercado o tocado tierra en el estado de Baja California Sur entre 1949 a 2010.

Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
1	1949	11-12 JUN	#1	T	37	1954	25 JUL-01 AGO	#4	H1
2	1949	17-23 JUN	#2	T	38	1954	05-08 SEP	#6	T
3	1949	03-09 SEP	#3	T	39	1954	02-09 SEP	#5	T
4	1949	09-11 SEP	#4	H1	40	1954	15-21 SEP	#7	T
5	1949	17-19 SEP	#5	T	41	1954	21-27 SEP	#8	T
6	1949	29-30 SEP	#6	H1	42	1954	27 SEP-01 OCT	#9	H1
7	1950	14-19 JUN	#1	H1	43	1954	12-14 OCT	#10	T
8	1950	03-06 JUL	#2	H1	44	1954	26 OCT-01 NOV	#11	H1
9	1950	09-12 JUL	#3	H1	45	1955	06-08 JUN	#1	H1
10	1950	12-21 AGO	HIKI	H1	46	1955	08-11 JUN	#2	T
11	1950	12-13 AGO	#5	T	47	1955	06-09 JUL	#3	T
12	1950	26-30 AGO	#6	H1	48	1955	01-05 SEP	#4	T
13	1950	01-03 OCT	#7	H1	49	1955	01-04 OCT	#5	T
14	1951	17-21 MAY	#1	T	50	1955	15-16 OCT	#6	H1
15	1951	01-02 JUN	#2	H1	51	1956	18-19 MAY	#1	H1
16	1951	26-27 JUN	#3	T	52	1956	30 MAY-03 JUN	#2	T
17	1951	05-06 JUL	#4	T	53	1956	09-10 JUN	#3	H1
18	1951	03-10 AGO	#5	T	54	1956	12-14 JUN	#4	H1
19	1951	24-29 AGO	#6	T	55	1956	09-12 JUL	#5	H1
20	1951	11-15 SEP	#7	T	56	1956	14-16 JUL	#7	H1
21	1951	23-28 SEP	#8	H1	57	1956	03-03 SEP	#8	T
22	1951	27-30 NOV	#9	T	58	1956	04-06 SEP	#9	H1
23	1952	29-31 MAY	#1	T	59	1956	12-17 SEP	#10	H1
24	1952	12-16 JUN	#2	T	60	1956	16-18 OCT	#11	T
25	1952	19-21 JUL	#3	T	61	1957	15-26 JUL	KANOA	H1
26	1952	24-27 JUL	#4	H1	62	1957	06-16 AGO	#2	H1
27	1952	15-22 SEP	#5	T	63	1957	09-15 AGO	#3	H1
28	1952	26-28 SEP	#6	T	64	1957	01-12 SEP	DELLA	H3
29	1952	13-15 OCT	#7	H1	65	1957	09-11 SEP	#4	T
30	1953	25-27 AGO	#1	T	66	1957	17-18 SEP	#5	H1
31	1953	09-10 SEP	#2	T	67	1957	20-23 SEP	#6	T
32	1953	14-17 SEP	#3	H1	68	1957	25-28 SEP	#2	T
33	1953	02-08 OCT	#4	H1	69	1957	26-27 SEP	#7	T
34	1954	18-22 JUN	#1	T	70	1957	01-06 OCT	#8	H1
35	1954	10-16 JUL	#2	T	71	1957	17-20 OCT	#9	H1
36	1954	12-17 JUL	#3	H1	72	1957	20-22 OCT	#10	H4

N°	Año	Ciclón	Ciclón	Categoría	N°	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
73	1957	29 NOV-06 DEC	NINA	H1	111	1962	26-30 SEP	#8	T
74	1958	06-16 JUN	#1	H1	112	1962	01-05 OCT	DOREEN	H1
75	1958	13-15 JUN	#2	T	113	1963	14-17 JUL	FLORENCE	H1
76	1958	19-21 JUL	#3	H1	114	1963	19-21 JUL	GLENDA	H1
77	1958	21-25 JUL	#4	H1	115	1963	09-18 SEP	JEN-KATH	T
78	1958	26-30 JUL	#5	T	116	1963	12-21 SEP	IRAH	T
79	1958	31 JUL-01 AUG	#6	T	117	1963	24-29 SEP	LILLIAN	T
80	1958	07-09 AUG	#1	T	118	1963	17-19 OCT	MONA	H1
81	1958	13-14 AUG	#7	T	119	1964	06-08 JUL	NATALIE	T
82	1958	06-13 SEP	#8	H2	120	1964	15-19 JUL	ODESSA	H1
83	1958	11-12 SEP	#9	T	121	1964	20-24 JUL	PRUDENCE	T
84	1958	30 SEP-06 OCT	#10	H1	122	1964	21-22 AUG	ROSLYN	T
85	1958	14-17 OCT	#12	T	123	1964	23-24 AUG	SYLVIA	T
86	1958	29-30 OCT	#13	T	124	1964	07-09 SEP	TILLIE	T
87	1959	10-12 JUN	#1	T	125	1965	04-07 JUN	VICTORIA	T
88	1959	26-28 JUN	#2	T	126	1965	30 JUN-08 JUL	BERNICE	T
89	1959	16-22 JUL	#3	T	127	1965	07-11 AUG	CLAUDIA	T
90	1959	22-25 JUL	#4	T	128	1965	21-31 AUG	DOREEN	T
91	1959	19-21 AUG	#7	T	129	1965	30 AUG-06 SEP	EMILY	H1
92	1959	04-11 SEP	#9	H1	130	1965	08-15 SEP	FLORENCE	T
93	1959	19-21 OCT	#11	T	131	1965	13-22 SEP	GLENDA	T
94	1959	23-29 OCT	#12	H1	132	1965	24-27 SEP	HAZEL	T
95	1960	09-12 JUN	ANNETTE	T	133	1966	16-25 AUG	DOLORES	H1
96	1960	22-26 JUN	BONNY	T	134	1966	23-29 AUG	EILEEN	H1
97	1960	20-22 JUL	CELESTE	H1	135	1966	06-16 SEP	FRANCESCA	H1
98	1960	17-20 AUG	DIANA	H1	136	1966	08-11 SEP	GRETCHEN	T
99	1960	29 AUG-09 SEP	ESTELLE	H1	137	1966	09-17 SEP	HELGA	H1
100	1960	03-08 SEP	FERNANDA	H1	138	1966	26-29 SEP	KIRSTEN	T
101	1960	21-23 OCT	HYACINTH	H1	139	1967	23-26 JUN	CARLOTTA	H1
102	1961	15-19 JUL	LIZA	T	140	1967	06-18 JUL	DENISE	T
103	1961	06-11 SEP	ORLA	T	141	1967	13-22 JUL	ELEANOR	T
104	1961	03-04 OCT	PAULINE	T	142	1967	24-27 JUL	FRANCENE	T
105	1962	24-26 JUN	VALERIE	H1	143	1967	12-18 AUG	ILSA	T
106	1962	08-10 JUL	WILLA	T	144	1967	18-22 AUG	JEWEL	H1
107	1962	16-20 AUG	AVA	T	145	1967	30 AUG-03 SEP	KATRINA	H1
108	1962	02-06 SEP	BERNICE	T	146	1967	05-11 SEP	LILY	H1
109	1962	6-11 SEP	ORLA	T	147	1967	13-20 SEP	MONICA	T
110	1962	20-24 SEP	CLAUDIA	T	148	1967	06-15 OCT	OLIVIA	H3

Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
149	1967	14-20 OCT	PRISCILLA	H1	184	1970	04-11 OCT	PATRICIA	H2
150	1968	04-09 JUL	BONNY	T	185	1970	21-23 OCT	ROSALIE	T
151	1968	15-21 JUL	CELESTE	T	186	1970	01-08 NOV	SELMA	T
152	1968	21-26 JUL	DIANA	T	187	1971	14-20 JUN	BRIDGET	H2
153	1968	23-31 JUL	ESTELLE	T	188	1971	02-08 JUL	CARLOTTA	H1
154	1968	05-15 AGO	FERNANDA	H1	189	1971	02-14 JUL	DENISE	H4
155	1968	06-09 AGO	GWEN	T	190	1971	07-11 JUL	ELEANOR	T
156	1968	17-21 AGO	HYACINTH	T	191	1971	18-23 JUL	FRANCENE	H3
157	1968	21-26 AGO	IVA	T	192	1971	20-27 JUL	GEORGETTE	T
158	1968	21-28 AGO	JOANNE	H1	193	1971	26 JUL-07 AGO	HILARY	H2
159	1968	24 AGO-03 SEP	KATHLEEN	T	194	1971	31 JUL-08 AGO)	ILSA	H3
160	1968	28 AGO-06 SEP	LIZA	H1	195	1971	06-11 AGO	JEWEL	T
161	1968	09-13 SEP	NAOMI	H1	196	1971	08-13 AGO	KATRINA	T
162	1968	22-30 SEP	ORLA	T	197	1971	28 AGO-01 SEP	LILY	H1
163	1968	26 SEP-03 OCT	PAULINE	H1	198	1971	29 AGO-05 SEP	MONICA	H3
164	1968	06-11 OCT	REBECCA	H1	199	1971	03-09 SEP	NANETTE	H2
165	1968	20-28 OCT	TARA	T	200	1971	20 SEP-01 OCT	OLIVIA	H3
166	1969	01-08 JUL	AVA	T	201	1971	06-13 OCT	PRISCILLA	H3
167	1969	09-17 JUL	BERNICE	H1	202	1972	15-22 AGO	ESTELLE	H1
168	1969	04-09 AGO	DOREEN	H1	203	1972	20 AGO-01 SEP	FERNANDA	H3
169	1969	23-24 AGO	EMILY	T	204	1972	22-31 AGO)	GWEN	H3
170	1969	02-07 SEP	FLORENCE	T	205	1972	28 AGO-07 SEP	HYACINTH	H3
171	1969	08-12 SEP	GLENDA	H1	206	1972	14-22 SEP	IVA	T
172	1969	09-12 OCT	JENNIFER	H2	207	1972	30 SEP-07 OCT	JOANNE	H2
173	1970	30 MAY-07 JUN	ADELE	H1	208	1972	18-19 OCT	KATHLEEN	T
174	1970	26-30 JUN	EILEEN	T	209	1973	02-12 JUN	AVA	H5
175	1970	01-10 JUL	FRANCESCA	H2	210	1973	18 JUL-03 AGO	DOREEN	H4
176	1970	14-21 JUL	GRETCHEN	T	211	1973	21-28 JUL	EMILY	H4
177	1970	16-20 JUL	HELGA	T	212	1973	25-30 JUL	FLORENCE	H1
178	1970	22-26 JUL	IONE 2	T	213	1973	30 JUL-05 AGO	GLENDA	T
179	1970	24-25 JUL	IONE 1	T	214	1973	22-27 SEP	IRAH	H2
180	1970	29 JUL-04 AGO	JOYCE	T	215	1973	23-27 SEP	JENNIFER	T
181	1970	05-08 AGO	KRISTEN	T	216	1973	29 SEP-09 OCT	KATHERINE	H2
182	1970	16-27 AGO	LORRAINE	H2	217	1973	05-09 OCT	LILLIAN	H1
183	1970	31 AGO-06 SEP	NORMA	T	218	1974	07-22 JUN	CONNIE	H3

Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
219	1974	02-04 JUL	EILEEN	T	255	1978	22-29 JUL	HECTOR	H4
220	1974	14-19 JUL	FRANCESCA	H1	256	1978	11-15 AGO	IVA	H1
221	1974	17-21 JUL	GRETCHEN	H2	257	1978	18-28 AGO	KRISTY	H2
222	1974	10-13 AGO	HELGA	T	258	1978	30 AGO-07 SEP	NORMAN	H4
223	1974	22-27 AGO	JOYCE	H1	259	1978	23-27 SEP	PAÚL	T
224	1974	26 AGO-01 SEP	MAGGIE	H4	260	1978	02-07 OCT	ROSA	H1
225	1974	21-24 SEP	ORLENE	H2	261	1978	18-21 OCT	SERGIO	T
226	1974	06-17 OCT	PATRICIA	H1	262	1979	17-23 JUL	DOLORES	H3
227	1975	02-05 JUN	AGATHA	H1	263	1979	21-25 AGO	FEFA	H3
228	1975	02-11 JUL	CARLOTTA	H3	264	1979	08-13 SEP	GUILLERMO	H1
229	1975	05-15 JUL	DENISE	H4	265	1980	25-29 JUN	CELIA	H1
230	1975	13-17 AGO	HILARY	T	266	1980	28-31 JUL	GEORGETTE	H1
231	1975	18-26 AGO	ILSA	H2	267	1980	31 JUL-07 AGO	HOWARD	H2
232	1975	24-31 AGO	JEWEL	H1	268	1980	22-29 AGO	ISIS	H2
233	1975	29 AGO-07 SEP	KATRINA	H4	269	1980	22-29 AGO	JAVIER	H3
234	1975	16-22 SEP	LILY	H1	270	1980	16-30 SEP	KAY	H4
235	1975	22-25 OCT	OLIVIA	H3	271	1980	21-25 SEP	LESTER	T
236	1975	02-07 NOV	PRISCILLA	T	272	1980	11-12 OCT	MADELINE	T
237	1976	03-14 JUN	ANNETTE	H4	273	1980	28-29 OCT	NEWTON	T
238	1976	26-29 JUN	BONNY	H1	274	1981	28 JUN-04 JUL	BEATRIZ	H1
239	1976	16-23 JUL	DIANA	H2	275	1981	04-09 JUL	CALVIN	T
240	1976	27-29 JUL	ESTELLE	T	276	1981	10-16 JUL	DORA	H1
241	1976	06-14 AGO	HYACINTH	H3	277	1981	16-21 JUL	EUGENE	T
242	1976	24 AGO-02 SEP	IVA	H4	278	1981	06-13 AGO	FERNANDA	H2
243	1976	29 AGO-08 SEP	JOANNE	T	279	1981	13-22 AGO	GREG	H1
244	1976	07-11 SEP	KATHLEEN	H1	280	1981	21-28 AGO	HILARY	H1
245	1976	25 SEP-02 OCT	LIZA	H4	281	1981	27-31 AGO	IRWIN	T
246	1976	25-30 OCT	NAOMI	T	282	1981	19-21 SEP	KNUT	T
247	1977	13-18 AGO	DOREEN	H1	283	1981	06-08 OCT	LIDIA	T
248	1977	20-24 SEP	FLORENCE	H2	284	1981	07-10 OCT	MAX	T
249	1977	24-27 SEP	GLENDA	T	285	1981	08-12 OCT	NORMA	H3
250	1977	04-07 OCT	HEATHER	H1	286	1981	24-30 OCT	OTIS	H1
251	1978	26 JUN-03 JUL	DANIEL	H3	287	1982	01-06 JUL	CARLOTTA	T
252	1978	06-10 JUL	EMILIA	T	288	1982	07-22 JUL	DANIEL	H3
253	1978	09-28 JUL	FICO	H4	289	1982	17-25 JUL	FABIO	H1
254	1978	13-20 JUL	GILMA	H3	290	1982	08-15 AGO	LANE	T

Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
291	1982	30 AGO-06 SEP	MIRIAM	H1	327	1984	26 SEP-03 OCT	POLO	H3
292	1982	09-18 SEP	NORMAN	H2	328	1984	07-16 OCT	RACHEL	T
293	1982	18-25 SEP	OLIVIA	H4	329	1984	31 OCT-08 NOV	SIMON	T
294	1982	18-30 SEP	PAUL	H2	330	1985	05-12 JUN	ANDRES	T
295	1982	30 SEP-06 OCT	ROSA	T	331	1985	06-16 JUN	BLANCA	H3
296	1982	14-23 OCT	SERGIO	H3	332	1985	26 JUN-05 JUL	DOLORES	H3
297	1982	19-26 OCT	TARA	T	333	1985	02-06 JUL	FEFA	T
298	1983	21-28 MAY	ADOLPH	H2	334	1985	07-12 JUL	GUILLERMO	T
299	1983	09-18 JUN	BARBARA	H4	335	1985	18-20 JUL	HILDA	T
300	1983	02-05 JUL	COSME	T	336	1985	20-29 JUL	JIMENA	H4
301	1983	05-12 JUL	DALILIA	T	337	1985	29 JUL-06 AGO	KEVIN	T
302	1983	12-16 JUL	ERICK	T	338	1985	06-13 AGO	MARTY	H1
303	1983	17-21 JUL	FLOSSIE	T	339	1985	19-23 AGO	NORA	T
304	1983	23 JUL-05 AGO	GIL	H1	340	1985	22-31 AGO	OLAF	H1
305	1983	27 JUL-06 AGO	HENRIETTE	H4	341	1985	27 AGO-09 SEP	PAULINE	H1
306	1983	08-14 AGO	ISMAEL	H2	342	1985	01-12 SEP	RICK	H4
307	1983	24 AGO-01 SEP	JULIETTE	T	343	1985	05-17 SEP	SANDRA	H3
308	1983	31 AGO-09 SEP	KIKO	H4	344	1985	15-24 SEP	TERRY	H3
309	1983	06-14 SEP	LORENA	H3	345	1985	07-09 OCT	WALDO	H2
310	1983	12-20 SEP	MANUEL	H3	346	1986	24-30 JUN	CELIA	H1
311	1983	21 SEP-01 OCT	NARDA	T	347	1986	03-07 JUL	DARBY	T
312	1983	30 SEP-07 OCT	PRISCILLA	H3	348	1986	24 JUL-03 AGO	FRANK	H1
313	1983	08-20 OCT	RAYMOND	H4	349	1986	16-18 AGO	HOWARD	T
314	1983	11-19 OCT	TICO	H4	350	1986	19-24 AGO	ISIS	T
315	1984	28 MAY-18 JUN	BORIS	H1	351	1986	20-31 AGO	JAVIER	H4
316	1984	17-26 JUN	CRISTINA	H2	352	1986	18-24 SEP	NEWTON	H1
317	1984	25 JUN-06 JUL	DOUGLAS	H4	353	1986	28 SEP-02 OCT	PAINE	H2
318	1984	28 JUN-08 JUL	ELIDA	H4	354	1986	15-22 OCT	ROSLYN	H4
319	1984	03-10 JUL	FAUSTO	H2	355	1987	05-10 JUL	CALVIN	T
320	1984	07-14 JUL	GENEVIEVE	H3	356	1987	15-20 JUL	DORA	T
321	1984	27 JUL-01 AGO	HERNAN	T	357	1987	22-26 JUL	EUGENE	H2
322	1984	03-12 AGO	ISELLE	H4	358	1987	28 JUL-03 AGO	GREG	H1
323	1984	15-20 AGO	JULIO	T	359	1987	31 JUL-09 AGO	HILARY	H3
324	1984	26-30 AGO	LOWELL	H1	360	1987	29 AGO-03 SEP	LIDIA	H1
325	1984	05-11 SEP	MARIE	H1	361	1987	09-16 SEP	MAX	H4
326	1984	14-26 SEP	NORBERT	H4	362	1987	14-20 SEP	NORMA	H1

Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	Nº	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
363	1987	30 SEP-01 OCT	PILAR	T	399	1990	16 OCT-01 NOV	TRUDY	H4
364	1987	05-12 OCT	RAMON	H4	400	1990	21-31 OCT	VANCE	H2
365	1987	27-31 OCT	SELMA	T	401	1991	16-27 JUN	CARLOS	H3
366	1988	08-15 JUL	CARLOTTA	H1	402	1991	22-28 JUN	DELORES	H1
367	1988	19-26 JUL	DANIEL	T	403	1991	15-21 JUL	ENRIQUE	H1
368	1988	30 JUL-09 AGO	HECTOR	H4	404	1991	29 JUL-08 AGO	FEFA	H3
369	1988	05-13 AGO	IVA	H2	405	1991	04-10 AGO	GUILLERMO	H1
370	1988	16-21 AGO	JOHN	T	406	1991	08-14 AGO	HILDA	T
371	1988	29 AGO-06 SEP	KRISTY	H1	407	1991	20 SEP-02 OCT	JIMENA	H4
372	1988	21-30 SEP	LANE	H2	408	1991	25 SEP-12 OCT	KEVIN	H4
373	1988	23 OCT-02 NOV	MIRIAM	T	409	1991	03-13 OCT	LINDA	H3
374	1989	23-28 JUL	FLOSSIE	T	410	1991	07-18 OCT	MARTY	H1
375	1989	30 JUL-05 AGO	GIL	H1	411	1991	07-12 NOV	NORA	H2
376	1989	14-25 AGO	ISMAEL	H3	412	1992	22 JUN-04 JUL	CELIA	H4
377	1989	25-29 AGO	KIKO	H3	413	1992	02-10 JUL	DARBY	H3
378	1989	27 AGO-06 SEP	LORENA	H1	414	1992	09-17 JUL	ESTELLE	H4
379	1989	03-08 SEP	NARDA	T	415	1992	13-23 JUL	FRANK	H4
380	1989	08-16 SEP	OCTAVE	H4	416	1992	14-26 JUL	GEORGETTE	H2
381	1989	21-25 SEP	PRISCILLA	T	417	1992	28 JUL-02 AGO	ISIS	T
382	1989	25 SEP-05 OCT	RAYMOND	H4	418	1992	30 JUL-12 AGO	JAVIER	H1
383	1990	12-18 MAY	ALMA	H1	419	1992	18-22 AGO	KAY	T
384	1990	02-08 JUN	BORIS	H1	420	1992	20-24 AGO	LESTER	H1
385	1990	08-16 JUN	CRISTINA	T	421	1992	02-14 SEP	ORLENE	H4
386	1990	19-23 JUN	DOUGLAS	T	422	1992	13-25 SEP	ROSLYN	H2
387	1990	26 JUN-02 JUL	ELIDA	H1	423	1992	17-27 SEP	SEYMORE	H1
388	1990	06-12 JUL	FAUSTO	H1	424	1992	17 SEP-11 OCT	TINA	H4
389	1990	10-18 JUL	GENEVIEVE	H2	425	1992	01-05 OCT	VIRGIL	H4
390	1990	19-31 JUL	HERNAN	H4	426	1992	25-30 OCT	ZEKE	T
391	1990	20-30 JUL	ISELLE	H3	427	1993	04-09 JUL	CALVIN	H2
392	1990	17-24 AGO	JULIO	H3	428	1993	15-25 JUL	EUGENE	H3
393	1990	21-30 AGO	KENNA	H1	429	1993	09-19 AGO	FERNANDA	H4
394	1990	23 AGO-01 SEP	LOWELL	H1	430	1993	15-28 AGO	GREG	H4
395	1990	10-19 SEP	NORBERT	H1	431	1993	17-27 AGO	HILARY	H3
396	1990	23 SEP-02 OCT	ODILE	H4	432	1993	21-22 AGO	IRWIN	T
397	1990	27 SEP-03 OCT	RACHEL	T	433	1993	29 AGO-05 SEP	JOVA	H4
398	1990	09-14 OCT	SIMON	T	434	1993	05-17 SEP	KENNETH	H4

N°	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	N°	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
435	1993	08-14 SEP	LIDIA	H4	471	1998	23 JUL-01 AGO	DARBY	H3
436	1993	02-06 OCT	NORMA	T	472	1998	29 JUL-08 AGO	ESTELLE	H4
437	1993	30 SEP-04 OCT	MAX	T	473	1998	06-10 AGO	FRANK	T
438	1994	28 JUN-05 JUL	CARLOTTA	H2	474	1998	11-17 AGO	GEORGETTE	H3
439	1994	07-09 AGO	HECTOR	T	475	1998	20-30 AGO	HOWARD	H4
440	1994	10-14 AGO	ILEANA	H1	476	1998	01-03 SEP	ISIS	H1
441	1994	11 AGO-10 SEP	JOHN	H5	477	1998	06-14 SEP	JAVIER	T
442	1994	03-10 SEP	LANE	H4	478	1998	15-26 OCT	LESTER	H3
443	1994	19-22 SEP	NORMAN	T	479	1998	16-20 OCT	MADELINE	H1
444	1994	22-29 SEP	OLIVIA	H4	480	1999	18-22 JUN	ADRIAN	H2
445	1994	21-26 OCT	ROSA	T	481	1999	09-17 JUL	BEATRIZ	H3
446	1995	15-21 JUN	ADOLPH	H4	482	1999	06-23 AGO	DORA	H4
447	1995	07-18 JUL	BARBARA	H4	483	1999	05-09 SEP	GREG	H1
448	1995	17-22 JUL	COSME	H1	484	1999	17-21 SEP	HILARY	H1
449	1995	24 JUL-02 AGO	DALILA	T	485	1999	08-11 OCT	IRWIN	T
450	1995	01-08 AGO	ERICK	T	486	2000	22-28 MAY	ALETTA	H2
451	1995	07-14 AGO	FLOSSIE	H1	487	2000	13-17 JUN	Storm BUD	T
452	1995	20-27 AGO	GIL	T	488	2000	18-25 JUN	CARLOTTA	H4
453	1995	01-08 SEP	HENRIETTE	H2	489	2000	23 JUL-05 AGO	DANIEL	H3
454	1995	12-15 SEP	ISMAEL	H1	490	2000	26-30 JUL	EMILIA	T
455	1995	16-26 SEP	JULIETTE	H4	491	2000	03-08 AGO	FABIO	T
456	1996	20-27 JUN	ALMA	H2	492	2000	05-11 AGO	GILMA	H1
457	1996	29 JUL-06 AGO	DOUGLAS	H4	493	2000	10-16 AGO	HECTOR	H1
458	1996	30 AGO-06 SEP	ELIDA	T	494	2000	13-17 AGO	ILEANA	T
459	1996	10-14 SEP	FAUSTO	H3	495	2000	05-14 SEP	LANE	H2
460	1997	25-28 JUN	CARLOS	T	496	2000	15-17 SEP	MIRIAM	T
461	1997	05-12 JUL	DOLORES	H1	497	2000	20-22 SEP	NORMAN	T
462	1997	12-16 JUL	ENRIQUE	H3	498	2000	02-10 OCT	OLIVIA	T
463	1997	14-22 JUL	FELICIA	H4	499	2001	21-28 JUL	DALILA	H1
464	1997	30 JUL-24 AGO	GUILLERMO	H5	500	2001	26 AGO-02 SEP	FLOSSIE	H2
465	1997	03-07 SEP	KEVIN	T	501	2001	04-08 SEP	HENRIETTE	T
466	1997	09-17 SEP	LINDA	H5	502	2001	10-15 SEP	IVO	T
467	1997	16-26 SEP	NORA	H4	503	2001	21 SEP-03 OCT	JULIETTE	H4
468	1998	11-16 JUN	AGATHA	T	504	2001	02-04 OCT	LORENA	T
469	1998	22-30 JUN	BLAS	H4	505	2001	10-18 OCT	MANUEL	T
470	1998	17-21 JUL	CELIA	T	506	2002	09-16 JUL	CRISTINA	T

N°	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría	N°	Año	Mes-día	Ciclón	Categoría
507	2002	20-27 JUL	DOUGLAS	H2	546	2006	21-31 JUL	EMILIA	T
508	2002	23-31 JUL	ELIDA	H5	547	2006	15-24 AGO	HECTOR	H2
509	2002	21 AGO-03 SEP	FAUSTO	H4	548	2006	21-29 AGO	ILEANA	H3
510	2002	26 AGO-01 SEP	GENEVIEVE	T	549	2006	28 AGO-04 SEP	JOHN	H4
511	2002	30 AGO-06 SEP	HERNAN	H5	550	2006	13-17 SEP	LANE	H3
512	2002	15-20 SEP	ISELLE	T	551	2006	16-21 SEP	MIRIAM	T
513	2002	22-26 OCT	KENNA	H5	552	2006	21-26 OCT	PAUL	H2
514	2003	19-26 MAY	ANDRES	T	553	2007	22-30 JUL	DALILA	T
515	2003	10-16 JUL	ENRIQUE	T	554	2007	29 AGO-03 SEP	GIL	T
516	2003	17-24 JUL	FELICIA	T	555	2007	30 AGO-06 SEP	HENRIETTE	H1
517	2003	09-13 AGO	HILDA	T	556	2007	18-25 SEP	IVO	H1
518	2003	22-27 AGO	IGNACIO	H2	557	2007	29 SEP-05 OCT	JULIETTE	T
519	2003	03-10 SEP	KEVIN	T	558	2007	15-27 OCT	KIKO	T
520	2003	13-23 SEP	LINDA	H1	559	2008	27 JUN-06 JUL	BORIS	H1
521	2003	18-26 SEP	MARTY	H2	560	2008	01-06 JUL	DOUGLAS	T
522	2003	01-09 OCT	NORA	H2	561	2008	11-21 JUL	ELIDA	H2
523	2003	03-08 OCT	OLAF	H1	562	2008	16-24 JUL	FAUSTO	H1
524	2003	20-26 OCT	PATRICIA	H1	563	2008	21-31 JUL	GENEVIEVE	H1
525	2004	22-26 MAY	AGATHA	T	564	2008	06-16 AGO	HERNAN	H3
526	2004	12-19 JUL	BLAS	T	565	2008	13-23 AGO	ISELLE	T
527	2004	19-26 JUL	CELIA	H1	566	2008	23-27 AGO	JULIO	T
528	2004	26 JUL-01 AGO	DARBY	H3	567	2008	02-03 SEP	KARINA	T
529	2004	23-27 AGO	FRANK	H1	568	2008	06-11 SEP	LOWELL	T
530	2004	26 AGO-03 SEP	GEORGETTE	T	569	2008	04-12 OCT	NORBERT	H4
531	2004	30 AGO-10 SEP	HOWARD	H4	570	2009	21-24 JUN	ANDRES	H1
532	2004	08-21 SEP	ISIS	H1	571	2009	14-20 JUL	DOLORES	T
533	2004	10-20 SEP	JAVIER	H4	572	2009	03-08 AGO	ENRIQUE	T
534	2005	21-26 JUN	BEATRIZ	T	573	2009	12-23 AGO	GUILLERMO	H3
535	2005	26 JUN-03 JUL	CALVIN	T	574	2009	28 AGO-05 SEP	JIMENA	H4
536	2005	04-06 JUL	DORA	T	575	2009	15-22 SEP	MARTY	T
537	2005	18-21 JUL	EUGENE	T	576	2009	01-04 OCT	OLAF	T
538	2005	19-28 AGO	HILARY	H2	577	2009	11-15 OCT	PATRICIA	T
539	2005	25 AGO-02 SEP	IRWIN	T	578	2009	15-21 OCT	RICK	H5
540	2005	17-22 SEP	MAX	H1	579	2010	15-23 JUN	BLAS	T
541	2005	23 SEP-01 OCT	NORMA	T	580	2010	18-30 JUN	CELIA	H5
542	2005	28 SEP-05 OCT	OTIS	T	581	2010	04-10 AGO	ESTELLE	T
543	2006	11-17 JUL	BUD	H3	582	2010	21-29 AGO	FRANK	H1
544	2006	12-20 JUL	CARLOTTA	H1	583	2010	03-04 SEP	ELEVEN	T
545	2006	16-28 JUL	DANIEL	H4	584	2010	20-23 SEP	GEORGETTE	T