



Estudio de Impacto Económico de la Escorrentía Superficial en Heredia.

*M. Sc.
Edwin Eduardo
Vega Araya*

*Ing. Mauricio
Vega Araya*

Informe final



**EMPRESA DE
SERVICIOS
PUBLICOS DE
HEREDIA, S.A.**

Noviembre 2007

Presentación

El Centro de Integración de Economía y Ecología (CIECO) es una sociedad civil sin fines de lucro que surge con el objetivo general de generar conocimiento integrador sobre la teoría y práctica en economía y ecología que haga exitosas las políticas y acciones que se tomen en pro del desarrollo sostenible.

Las áreas temáticas son:

- 1. Análisis socioeconómico*
- 2. Servicios ambientales*
- 3. Acompañamiento de experiencias productivas*
- 4. Evaluación de daño ambiental, desastres y externalidades*
- 5. Incidencia de política pública en temas ecológicos*

Actualmente CIECO está debidamente inscrito en el Registro de proveedores de la ESPH S.A.

Autores

Edwin Vega

Edwin Vega es Master en Economía con mención en Evaluación Socioeconómica de Proyectos en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es Licenciado en la Universidad de Costa Rica en Economía con especialidad en Administración de Negocios. Actualmente es investigador de CIECO.

Mauricio Vega

Mauricio Vega es Ingeniero Forestal con el grado de Licenciatura en la Universidad Nacional de Costa Rica, es especialista en Sistemas de Información Geográfica. Actualmente es investigador de CIECO y de la Universidad Nacional.

Resumen ejecutivo

El presente documento tiene el objetivo de determinar el costo económico los impactos causados por deficiencias en el sistema de escorrentía superficial en el área atendida por la ESPH S.A

Cerca de 310 ha están señaladas como zonas problemáticas, en su gran mayoría rodeando ríos y quebradas. Hay una serie de usos dentro de estas zonas de inundación que significa un riesgo económico importante, tanto para actividades productivas, como obras de infraestructura. Destaca que en esos lugares, donde debería haber bosque, el mayor uso es el uso urbano (viviendas y otra infraestructura) con 95 ha de las 310 ha totales, luego los cultivos de café alcanzan 83 ha y los bosques son apenas 70 ha.

Este documento cuantificó que unos US\$ 20 millones es el costo de reposición de la infraestructura (casi 4 km de vías, 38 puentes, acueducto público, y 670 viviendas de las que 129 están en mal estado) ubicada sobre estas zonas problemáticas. Sobre dichas zonas problemáticas habitan cerca de 2,500 personas. Son vidas humanas que están en riesgo durante la estación lluviosa. 856 de estas personas son niños menores de 15 años o adultos mayores de 65 años. Algunos lugares muestran problemas sociales como el desempleo (algunos barrios de San Francisco de Heredia, de Ulloa de Heredia, de San José de San Isidro y de San Pablo de Heredia).

Dos grandes soluciones saltan a la vista. En primer lugar el cambio de uso del suelo, pasar de uso urbano a uso forestal en estas zonas problemáticas. En segundo lugar, la construcción de obras de protección, que simplemente consisten en adecuados sistemas de escorrentía. Los puentes deben cambiarse del sistema viejo de dos tubos de metro y medio de diámetro por sistemas de “caja” con una capacidad de mayor volumen de agua permitido y menores probabilidades de atascamiento.

Los productos solicitados por ESPH contenidos en este trabajo se pueden resumir en:

- 1) Evidenciar un incremento esperado en la fuerza de eventos hidrometeorológicos en la época lluviosa en los próximos años. Las **Figuras 1 y 4** dentro del documento ilustran este punto.
- 2) Establecimiento de las zonas problemáticas por inundaciones y deslizamientos por lluvias en el área atendida por la ESPH. Las áreas rojas en la **Figura 3** dentro del documento las presenta. No fue posible construir una evolución de estas zonas problemáticas o planicies de inundación en el tiempo, ya que los datos disponibles como mapas generados por la CNE (Atlas de Amenazas), solo están disponibles a partir del año 2006. La información testimonial recogida es aplicable solo al presente.
- 3) Identificación de la población vulnerable (susceptible de ser impactada), así como la infraestructura vulnerable. El **Cuadro 2** en el documento muestra dicha identificación.
- 4) Estimación monetaria de los costos de rehabilitación de la infraestructura vulnerable y los valores de la tierra según sus usos productivos. El mapa del uso del suelo entre actividades productivas para el año 2005 está contenido en el **Anexo 2**. La estimación monetaria es mostrada en los **Cuadros 3 y 4**.
- 5) Situación del empleo en las zonas de mayor afectación. Al respecto se presentó el mapa de la **figura 5** del documento. Por no coincidir los segmentos censales de los censos anteriores al 2000 no es posible construir una serie de tiempo para esos sitios específicos.
- 6) Transformación en el uso del suelo de los últimos 20 años en las zonas problemáticas. Los mapas se han puesto en el **Anexo 2** del documento y un resumen de la evolución mostrada aparece en el **Cuadro 5**.

Contenidos

I	INTRODUCCIÓN	5
1.1.	OBJETIVOS.....	7
II	ANTECEDENTES	8
2.1.	INCREMENTO EN EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS.....	8
2.2.	VALORACIONES DE IMPACTOS Y DESASTRES	10
III	METODOLOGÍA	11
3.1.	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD.....	11
3.2.	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
3.3.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	12
3.4.	LO POTENCIALMENTE VULNERABLE.....	13
	<i>Población.....</i>	13
	<i>Viviendas</i>	14
	<i>Hectáreas de cultivos, bosques, pastos, etc., en riesgo</i>	14
	<i>Vías (longitud)</i>	14
	<i>Edificios públicos (Hospitales o clínicas rurales, escuelas)</i>	15
	<i>Puentes (cantidad)</i>	15
	<i>Acueductos.....</i>	15
3.5.	MÉTODOS DE VALORACIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO.....	15
	<i>Viviendas en mal estado.....</i>	16
	<i>Viviendas en buen estado.....</i>	16
	<i>Áreas productivas (cultivos agrícolas, ganadería, bosques).....</i>	17
	<i>Vías.....</i>	17
	<i>Puentes.....</i>	18
	<i>Acueductos.....</i>	18
3.6.	TRANSFORMACIÓN EN EL TIEMPO DEL USO DEL SUELO.....	18
IV	RESULTADOS	19
4.1.	ESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS PROBLEMA.....	19
4.2.	INCREMENTO DE INUNDACIONES PARA LOS DISTRITOS ATENDIDOS POR ESPH	21
4.3.	CUANTIFICACIÓN DE LO VULNERABLE.....	22
4.4.	VALORACIÓN MONETARIA.....	22
4.5.	SITUACIÓN DEL EMPLEO EN ZONAS DE MAYOR AFECTACIÓN	23
4.6.	TRANSFORMACIÓN DEL USO DEL SUELO EN ZONAS PROBLEMÁTICAS.....	25
IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
V	BIBLIOGRAFÍA.....	28
VI	ANEXOS	30
	ANEXO 1: INFORMACIÓN COMPRADA AL INEC.....	30
	ANEXO 2: MAPAS DE USO DEL SUELO EN LAS ZONAS PROBLEMÁTICAS POR ESCORRENTÍA EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS.....	31

I INTRODUCCIÓN

El manejo de la escorrentía superficial constituye un reto fundamental para las ciudades en vías de desarrollo y con altos patrones de escorrentía. Los efectos de la variabilidad climática y fenómenos meteorológicos como El Niño, causan mayor número e intensidad de eventos hidrometeorológicos. Estos sumados al efecto originado por eventos extremos, son capaces de exacerbar los impactos de la escorrentía superficial durante la estación lluviosa. Estas condiciones provocan un mayor nivel de vulnerabilidad de la población y de pérdidas a la economía local. Por ende, el sistema de alcantarillado adquiere una mayor relevancia y legitimidad como servicio público que contribuye al bienestar y calidad de vida de los ciudadanos mediante el manejo y reducción de los impactos de la escorrentía superficial.

Aunque no se controle las variables del clima, si se puede tomar acciones para controlar y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones a la precipitación. La adecuada planificación urbana, la construcción y mejoras de obras de infraestructura apropiada, entre ellas, los sistemas de alcantarillado pluvial de manera paralela al alcantarillado sanitario, incrementan el bienestar de los habitantes, lo cual puede ser resumido en una relación Beneficio / Costo mayor a la unidad. El Beneficio es expresado, por ejemplo, en ahorro en tiempo, gastos de atención de emergencia evitados, ahorro en reparación de daños materiales, valorización de propiedades, mayor duración de viviendas y otra infraestructura, etc. El costo comprende las obras de diseño, construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Otros efectos asociados son el retraso de inversiones en la infraestructura necesaria para el desarrollo económico, la mala percepción del país en el ámbito internacional (cuyo impacto se manifiesta en la reducción de capitales foráneos mediante inversión extranjera directa) y la afectación directa en el costo de otros servicios públicos.

Poco se puede hacer ante la amenaza natural en sí (régimen de lluvias) pero mucho ante la vulnerabilidad de las poblaciones a la precipitación. La adecuada planificación urbana, la construcción de obras de infraestructura apropiadas, entre ellas, los sistemas de alcantarillado, normalmente llevan a un aumento del bienestar de los habitantes, que puede ser resumido en una relación Beneficio / Costo mayor a la unidad. El Beneficio expresado en ahorro en tiempo, gastos de atención de la emergencia, ahorro en reparación de daños materiales, etc. El costo representado por el costo de las obras de alcantarillado.

El tema toma relevancia en un contexto como el actual, en que la gran mayoría de la comunidad científica ha llegado al consenso de que está ocurriendo un calentamiento global del planeta. Entre sus consecuencias para las zonas tropicales se espera inviernos más fuertes, intensos, y cortos; así como veranos más largos y cálidos. Es muy probable también que en Costa Rica sean más frecuentes los episodios de afectación por huracanes y tormentas tropicales que pasen cerca del país. También se espera la exacerbación de

fenómenos como “El Niño”. Este ocurre aproximadamente cada 6 años, y en su fase Niño implica el incremento en la precipitación en la mayor parte del país.

No obstante, la capacidad real de los gobiernos locales para inversión y ejecución en el manejo de escorrentía superficial es ínfima en comparación con otros servicios públicos. El servicio de acueducto ha imperado como prioridad de las autoridades municipales, sacrificando el desarrollo y modernización del alcantarillado sanitario y pluvial. En el cantón central de Heredia existe el servicio de alcantarillado pluvial, pero la inversión necesaria para su ampliación y el responder a las necesidades crecientes, ha quedado rezagada¹. El uso no planificado del suelo, el incremento poblacional y crecimiento desordenado de los últimos años ha repercutido en la problemática de la escorrentía superficial ya existente. Esto genera importantes problemas sociales, económicos y ambientales (daños a otra infraestructura, agrava el caos vial, pérdida de tiempo laboral, desvalorización de propiedades, seguridad ciudadana, mayores caudales, etc.). Los problemas se repiten y magnifican durante cada invierno.

Hay pocos estudios que cuantifiquen el costo económico que provoca la alta vulnerabilidad asociada a pequeños pero muy frecuentes episodios de lluvias e inundaciones. Hay estudios que valoran eventos en general como los daños de un huracán (Mitch, César, Juana, etc.), pero pocos los estudios económicos sobre los eventos que no necesariamente están asociados a un fenómeno como los huracanes. En Costa Rica los eventos hidrometeorológicos comprenden cerca del 85% de los desastres naturales costarricenses en un año cualquiera, siendo los eventos mas frecuentes. La causa más común es por lluvias prolongadas o temporales, tormentas locales severas o por la combinación de éstas.

La ESPH S.A. como empresa de gran proyección social, está interesada en la valoración del impacto económico que tiene para la población servida, el daño imputado por la falta de un adecuado sistema de alcantarillado. Esto permitirá dimensionar el problema y favorecer la toma de decisiones y la asignación de recursos eficiente en torno a dicho problema. Se plantean dos perspectivas: por un lado: ¿se visualiza correctamente el panorama sobre el efecto que tienen los eventos de precipitación en las economías locales y nacional? Por otro lado, ¿se justifica la formulación, ejecución, operación y mantenimiento de una inversión tan onerosa como lo es un sistema de alcantarillado al compararlo con los costos de no hacer nada?

ESPH SA quiere conocer el potencial de mejora del servicio público cuya deficiencia genera pérdidas y malestar a la población. Se requiere conocer y evaluar con carácter riguroso y específico, la cuantificación del impacto económico y social para un área de estudio y un momento particular. Para ello debe identificarse puntualmente las zonas problemáticas, por ejemplo, donde se generan las mayores avenidas por la convergencia de caudales provenientes de comunidades con mayor altitud y elevada impermeabilización del suelo dentro del área de interés a partir de mapas actualizados disponibles; la recurrencia y tendencia de dichas inundaciones; mapas con información sobre viviendas, carreteras y caminos, otras obras de infraestructura, etc., que se encuentran dentro de las zonas de

¹ En el cantón central de Heredia, servido por ESPH, solamente un 42% del número de abonados de acueducto gozan del servicio de alcantarillado (datos de ESPH para 2004).

inundación a nivel de segmentos censales; y finalmente información sobre precios y costos unitarios para los diferentes rubros impactados.

1.1. Objetivos

Como objetivo general se plantea: Determinar el costo económico de los impactos causados por deficiencias en el sistema de escorrentía superficial en el área atendida por la ESPH S.A.

Objetivos Específicos

- ? Delimitar el área de análisis y su situación actual.
- ? Establecer las zonas problema y el comportamiento (tendencia) de las amenazas hidrometeorológicas, a la luz de los recientes hallazgos en cambio climático global y del comportamiento del Fenómeno del Niño.
- ? Presentar un mapa donde se muestre la evolución de las planicies de inundación por cada lustro de los últimos 20 años.
- ? Determinar la infraestructura impactada, la población impactada, y cualquier otro ítem afectado por las mismas.
- ? Valoración monetaria de los impactos.
- ? Hacer un mapa que muestre la transformación en el uso del suelo en las zonas de mayor afectación por efecto de escorrentía por cada lustro de los últimos 20 años que le permita cuantificar y comparar el valor de la tierra por metro cuadrado y total, apreciar la estimación de los bienes o servicios producidos en esas zonas en colones constantes así como la evolución del empleo en las zonas de mayor afectación; y la infraestructura construida en los últimos 20 años en la zona afectada y sus costos de rehabilitación.

II ANTECEDENTES

2.1. Incremento en eventos hidrometeorológicos adversos

Los eventos hidrometeorológicos: sequías, inundaciones, avenidas por lluvias, olas de calor, vendavales con lluvias, accidentes por lluvias y deslizamientos, comprenden cerca del 85% de los desastres naturales costarricenses (Vega y Gámez, 2003). La precipitación está directamente asociada a estos eventos.

La precipitación y sus diferentes manifestaciones (lluvia, granizo, nieve) se produce para el caso de Costa Rica cuando grandes masas de aire experimentan un descenso uniforme en la temperatura por debajo del punto de rocío, es decir el momento donde las moléculas de aire cargadas de humedad se juntan hasta formar gotas de tamaño en el cual se ven obligadas a caer por la fuerza de la gravedad. Muchas veces el proceso de enfriamiento de las masas de aire se produce por convección, ascenso orográfico, convergencia de masas de aire, frentes fríos o cálidos y ciclones (Heuvldop, y otros, 1986).

En Costa Rica (y en el Trópico) gran parte de la precipitación se debe a la influencia de la zona de convergencia intertropical (ZCI) que es una franja donde interactúan vientos provenientes del Noreste en el Hemisferio Norte con los vientos Oeste provenientes del Hemisferio Sur.

Otro elemento que afecta la precipitación en Costa Rica es el Fenómeno ENOS. El Fenómeno Enos (El Niño/Oscilación Del Sur) es el nombre que se da a un calentamiento anormal de las aguas ecuatoriales del Pacífico, y forma parte de un ciclo oceánico-atmosférico que consiste en el enfriamiento y calentamiento anómalos de las aguas superficiales del océano Pacífico ecuatorial. Su duración es de cerca de un año y ocurre aproximadamente cada siete años. El impacto del ENOS en Costa Rica es muy variado, sin embargo, existen efectos bien definidos cuando la intensidad de la fase cálida del ENOS (El Niño) es fuerte, tal y como sucedió en 1982 y 1997: los valores acumulados de precipitación en la vertiente del Pacífico tienden a ser mucho menores que lo normal (Stolz, 2004). Con relación a la fase fría, el mismo autor señala que este fenómeno contribuye al aumento de la cantidad de sistemas tropicales en la Cuenca del Atlántico y por ende en mayor precipitación.

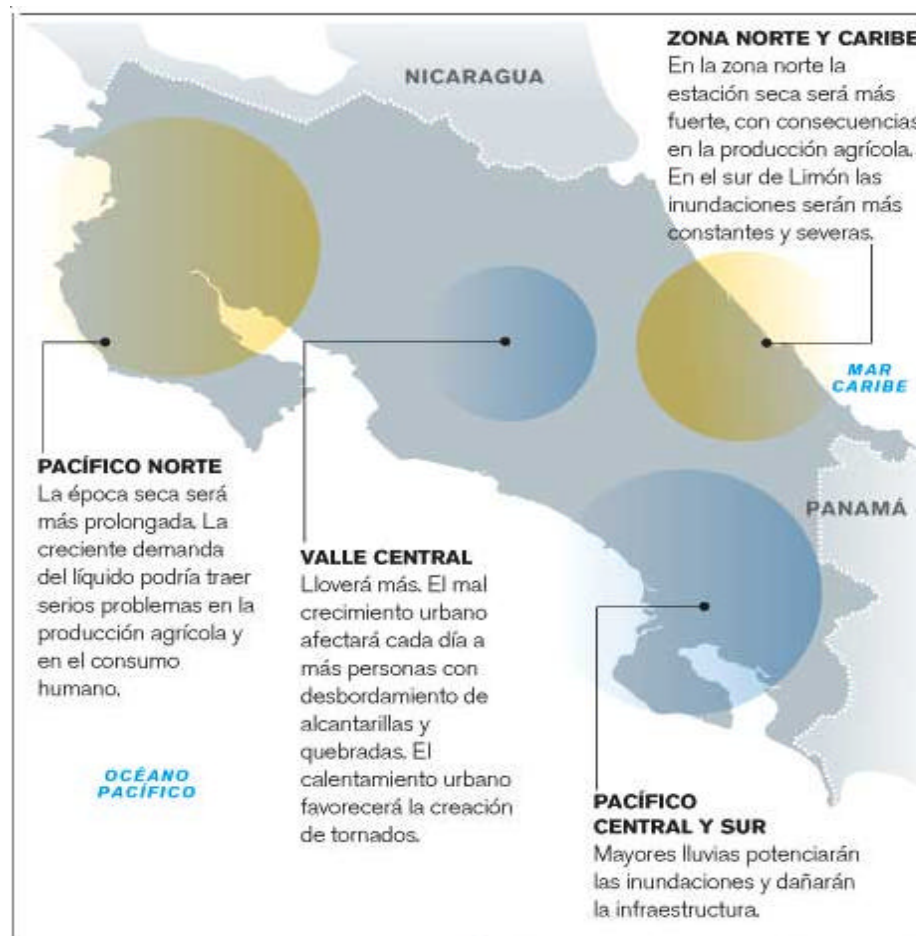
Respecto a la intensidad del fenómeno en el tiempo, Cordero y Vega, 2003 resaltan que:

- a) La intensidad o magnitud de los eventos no ha sido constante, los eventos desde 1980 han sido más intensos que los previos. Si esta tendencia continúa el país podría ser afectado en un futuro cercano por un evento fuerte y debe actuar de inmediato para prevenir futuros daños.

- b) El más intenso evento del periodo analizado (de 1950 a 2000) es el de 1982-1983. El que ha causado más daño en el país estudiado por dichos autores (Ecuador), sin embargo, es el de 1997-1998. Se puede concluir que el nivel de vulnerabilidad de una región o una economía determina si un fuerte evento lleva o no a desastre. Un país no puede cambiar la intensidad de los eventos que lo agobian, pero puede reducir su vulnerabilidad.

El informe SICA (Campos y otros, 2007), analizó los escenarios que podría enfrentar la zona conforme aumenten las temperaturas.

En Costa Rica las consecuencias no serán iguales en todo el territorio. La división se realiza en una línea imaginaria que deja al norte buena parte de Guanacaste, la zona norte y Limón, mientras en la parte sur permanecen el Pacífico central y sur, así como el Valle Central y el sur de Limón.



FUENTE: La Nación digital (14/8/2007) http://www.nacion.com/ln_ee/2007/agosto/14/aldea1199145.html

FIGURA 1: Proyecciones para los próximos años de cambio climático en Costa Rica por regiones según Informe SICA 2007

Hacia el norte del país se prevé un aumento hasta de tres grados Celsius en las temperaturas promedio de los próximos 90 años, y una disminución en las precipitaciones hasta de un 11% en relación con la actualidad.

Al mismo tiempo, en el sector sur el aumento de las temperaturas también podría rondar los tres grados Celsius, pero las precipitaciones disminuirían menos, alrededor de un 2% en comparación con nuestros días.

Para nuestros efectos en la zona atendida por ESPH se encontrarán condiciones que aumentan el problema del colapso de los sistemas de escorrentía superficial.

2.2. Valoraciones de impactos y desastres

La evaluación socioeconómica se utiliza para evaluar los daños una vez que ha ocurrido el desastre y para ello se han desarrollado metodologías. Por ejemplo, CEPAL (2003), y su precedente (CEPAL, 1991), ha practicado evaluaciones sobre eventos específicos, con el principal objetivo de orientar los fondos a aplicar a la emergencia. Son evaluaciones “expost”, esto es, una vez que ocurre el desastre se procede a la evaluación. En estas evaluaciones se evidencia que la reconstrucción de los activos destruidos o dañados normalmente requiere recursos más allá de los disponibles durante la fase de emergencia o asistencia humanitaria, y que en muchos casos, la reconstrucción se lleva a cabo sin que se reduzca la vulnerabilidad (CEPAL, 2003).

A fin de evitar esta situación, inmediatamente después de superar la fase de emergencia, conviene una evaluación de los efectos directos e indirectos del evento, así como de sus consecuencias para el bienestar social y el desempeño económico del país o la región afectada. Sin ese ejercicio es imposible definir y poner en práctica los programas y proyectos de reconstrucción, muchos de los cuales exigen la cooperación técnica y financiera internacional. Los programas y proyectos de reconstrucción deben diseñarse en el marco de una estrategia de mitigación y prevención como parte del proceso de desarrollo, si se pretende asegurar la reducción de la vulnerabilidad después del desastre.

Inspirados en la metodología propuesta por (CEPAL, 2003), se han presentado gran cantidad de evaluaciones de desastres por eventos específicos (por ejemplo, para el caso de Costa Rica: CEPAL, 1999; CEPAL, 1998; CEPAL, 1996; CNE, 2002.)

CEPAL (2003), señala que “es aún reducido el número de metodologías útiles para la medición de los efectos sociales, económicos y ambientales de los desastres”, es con este propósito, se hace necesario un conjunto de herramientas de diagnóstico para medir la naturaleza y el monto de las pérdidas causadas por los diferentes tipos de desastre, y se inspira el diseño de esa metodología.

III METODOLOGÍA

3.1. Valoración económica de la vulnerabilidad

En el presente estudio se desarrolla un método de valoración monetaria de la vulnerabilidad que consiste en las siguientes fases:

- ? Definición de zonas propensas de inundación y de peligros de avalanchas.
- ? Establecimiento de lo vulnerable: la vulnerabilidad ambiental, la infraestructura vulnerable y la vulnerabilidad socioeconómica.
- ? Establecimiento de costos promedio para lo vulnerable (infraestructura, elementos socioeconómicos).
- ? Determinación de la vulnerabilidad en términos monetarios y sus consecuencias.

Con este proceso se pueden encontrar los principales factores que inciden en la vulnerabilidad, las responsabilidades de diferentes actores en la misma y sugerir pautas de acción para la reducción de la misma.

El análisis de la vulnerabilidad inicia con la definición de las zonas propensas a inundación que se tratará en la siguiente sección. Este mapa es la base para definir qué infraestructura y otros elementos de la vida humana están en amenaza de inundación.

3.2. Definición del área de estudio

Para la definición de la zona de estudio y el mapa de zonas con problemática se ha iniciado de dos formas, buscando la información en digital existente en la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y el PROGAM²; y buscando la información testimonial de los encargados respectivos en las municipalidades involucradas (Heredia, San Rafael y San Isidro)

La siguiente figura muestra el área atendida de la ESPH. Obsérvese que se ha agregado San Pablo ya que ESPH ha enfrentado algunos problemas con las zonas colindantes con ese cantón y así se determinó en la reunión del 24 de julio con Luis Gámez de ESPH, y los funcionarios de la Municipalidad de Heredia (Dirección Operativa) Francisco Domínguez y Godofredo Castro:

² Fuente de mapa de zonas de inundación: PRUGAM Planificación Regional y Urbana de la Gran área Metropolitana del Valle Central de Costa Rica.

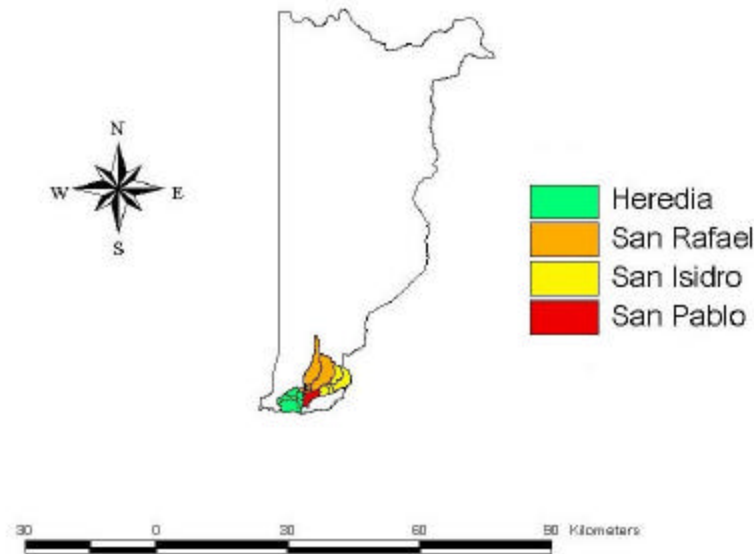


FIGURA 2: Cantones atendidos por ESPH en la provincia de Heredia

3.3. Fuentes de Información

La información detallada para esa área se logró a través de la compra al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de los datos de 28 variables para los segmentos censales del Censo del año 2000. Dicha base de datos ya ha sido entregada a la ESPH por estos consultores en reunión con Luis Gámez el 3 de setiembre de 2007.

El Anexo 1 presenta las variables solicitadas para cada segmento censal. De los 1276 segmentos solicitados, son de la zona de estudio (ver Figura 2) un total de 733 segmentos censales. Y de estos, 217 contienen zonas en peligro de inundación.

Se utilizó un sistema de información geográfica donde se sistematizó la información de zonas propensas a sufrir efectos por eventos hidrometeorológicos. Estas zonas se definen en tres categorías a saber: la primera son causas con potencial a sufrir flujos de lodo, cabezas de agua, inundaciones repentinas asociadas a lluvias intensas o fenómenos hidrometeorológicos combinados; la segunda son zonas con inestabilidad en taludes, en riberas de ríos y quebradas y la tercera son propiamente las amenazas con potencial de inundación.

A partir de estas zonas y con base en fotografías aéreas georeferenciadas³ del año 2005 y la información de los segmentos censales del INEC, se digitalizaron las categorías que fueron la base para la valoración económica. Estas categorías son: Carretera, agricultura, agricultura-café, urbano, patos, zonas verdes y bosque. Sobre los bosques hay que recalcar que son bosques muy alterados. Para la cuantificación de los puentes se realizaron de la

³ Proyecto de la NASA “Misión Carta 2005 en Costa Rica”

misma forma; es decir digitalizando la las intercepciones de las carreteras con los principales ríos y quebradas dentro de las citadas zonas de con potencial de ser afectadas por eventos hidrometeorológicos.

El número de viviendas con posibilidad de ser afectadas fue determinada obteniendo la proporción del área que ocupa cada segmento categorizado como urbano entre el área total del segmento censal al que pertenece. Esta proporción se multiplicó por el número de viviendas censadas en el año 2000, con lo cual se obtuvo el número de viviendas para el área clasificada como urbana.

Luego, lo vulnerable es valorado monetariamente para obtener el impacto potencial económico de malos sistemas de escurrimiento que propician los desastres por eventos hidrometeorológicos.

3.4. Lo potencialmente vulnerable

Las áreas vulnerables por eventos hidrometeorológicos están en las partes de las cuencas donde se dan los efectos ya sea por inundaciones o por avalanchas y existe ocupación por parte del ser humano en dichas zonas.

Toda familia que habite en estas zonas, es vulnerable, especialmente la de estratos económicos y sociales bajos, que históricamente han resultado proporcionalmente más afectados por los desastres naturales por su misma condición, que les impide una mejor defensa a los mismos. También las fuentes de ingresos de estas familias como cultivos agrícolas, comercios y otros.

Los indicadores de vulnerabilidad socioeconómica están orientados a medir la proporción de población en zonas de riesgo respecto al total de la población regional y del país.

Población

Para aproximar la población en riesgo se utilizó el dato de población por segmento censal del INEC. Para estimar la población que habita sobre zonas inundables (ver figura 3 en próximo capítulo donde se presentan las zonas en peligro de inundación o zonas problemáticas) se ha usado la proporción del área de cada segmento en amenaza de inundación entre el área total del segmento.

Esta proporción se aplica a la población total del segmento y se tiene el estimado de población en riesgo. El procedimiento empleado parte de un supuesto de que la población en el distrito se distribuye homogéneamente y en proporción a su área.

Viviendas

El total de viviendas se estimó a través de la base de datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2000. Se compró al INEC la base de datos por segmento censal para los cuales se suministraron un total de 28 variables.

El total de viviendas por segmento censal fue relacionada con el área que posee cada segmento en amenaza de inundación, y con esta relación, al igual que en el caso de la población, se estimó el número de viviendas que potencialmente son propensas a ser afectadas por inundaciones en los distritos de índice de desarrollo social bajo.

También se usaron los datos contenidos entre las variables de los segmentos censales que establecen la cantidad de viviendas en mal estado. Es de esperar que dichas viviendas, ubicadas sobre las planicies de inundación serán probablemente destruidas en su totalidad si el evento es fuerte.

Hectáreas de cultivos, bosques, pastos, etc., en riesgo

Idealmente se podría obtener un cruce entre los mapas de zonas de peligro con un mapa de zonificación agrícola que presente cuáles de estos son vulnerables. Aunque desde hace años se está en el proceso de crear el mapa de zonificación de cultivos, en Costa Rica no lo hay, por lo que no se puede determinar con exactitud cuáles cultivos específicamente están dentro de las zonas riesgosas de desastre y por ende el valor de las pérdidas por la pérdida de la cosecha. Sin embargo, queda para un estudio posterior agregar este importante elemento.

Acá se usaron las fotografías digitales del 2005 para establecer exactamente lo que hay sobre las zonas problemáticas. Se estableció, en hectáreas, el uso agrícola, y por su importancia en la zona, el uso específico en café. También se estableció las ha de bosque, pastos ganaderos, y zonas verdes (jardines).

Vías (longitud)

Se han considerado en este estudio, la red vial tomada de los mapas topográficos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1: 50,000. Del totalidad de vías se agruparon en dos clases, Primarias y Secundarias. Con dicha información, se cruzó el mapa de peligros de inundación (Figura 3) con el mapa de vías del IGN, obteniéndose únicamente aquellas que se encuentran en peligro de inundación.

El mapa se mejoró con el detalle de las fotografías del proyecto Misión Carta para el año 2005 para Heredia, pudiendo estimarse hasta el ancho de la calle. Sin embargo conociendo que normalmente las calles municipales son de 7 m de ancho, se expresa su longitud.

Edificios públicos (Hospitales o clínicas rurales, escuelas)

Para la estimación de la cantidad de hospitales vulnerables, a partir de la información contenida en Ortiz (2004). Con dicha información, se cruzó el mapa de peligros de inundación (Figura 3) con el mapa de ubicación de los hospitales, escuelas, colegios, EBAIS y clínicas. No se encontraron edificaciones públicas dentro de las zonas en peligro de inundación.

Puentes (cantidad)

Utilizando la misma fuente de mapas a escala 1:50,000 del IGN y las fotografías digitales del proyecto CARTA, se determinan los puntos en que los ríos y las vías se cruzan en las zonas de peligro de inundación. El conteo de esos puntos es la cantidad de puentes vulnerables.

Acueductos

Toda la tubería pública que esté dentro de las zonas establecidas como peligrosas son más susceptibles a sufrir daños y necesidades de reparación. Lo que se ha hecho para estimar la infraestructura de tuberías y alcantarillados es aproximarlos cuando se identifique en la zona en peligro de inundación un área urbana, ya que de seguro habrá allí tubería pública. Así, al igual que en los casos anteriores se cruzó el mapa de peligros o zonas problema con las fotos de la Misión Carta 2005 para establecer el uso del suelo urbano, y a partir de allí, a una tasa aproximada de 200 m de infraestructura de acueducto por cada 100 m² de uso urbano⁴, se establece el tamaño medio de la infraestructura de acueducto vulnerable.

3.5. Métodos de valoración para determinación del costo unitario

Se utilizan varios métodos para valorar los daños causados por un fenómeno natural:

- 1- Costos de reposición más costos del paro: Ejemplo, cuando una inundación arrasa un puente, el valor del daño será el costo de volver a hacer el puente, más el gasto adicional de los usuarios de usar una vía alterna.
- 2- Valoración de los recursos naturales perdidos: Cuando hay una pérdida irreparable, por ejemplo un ecosistema boscoso, una especie endémica, una muerte.
- 3- Pérdidas monetarias por no ventas (reducción de exportaciones por ejemplo), o necesidad de importaciones adicionales: Ejemplo, al perderse el cultivo, se reducen

⁴ Aproximado discutido con el Ing. Pablo Quesada de la Dirección de Acueductos y Alcantarillado de ESPH SA en comunicación personal noviembre 2007. En cuadras dentro de zonas urbanas se estima la longitud de la tubería a línea de calle en el perímetro de la cuadra, pero se excluye el 50% debido a que muchas líneas de cuadra son compartidas por dos cuadras.

los ingresos del ciclo de recolección más cercano o varios de ellos, respecto a las ventas esperadas si no hubiese ocurrido el fenómeno.

- 4- Valor de donaciones, etc.: En el supuesto que esos dineros vienen a reparar los daños causados, es una forma de medir parte del daño.

En el presente estudio se utilizaron estas técnicas para valorar el impacto económico de lo vulnerable ante malos sistemas de escurrimiento; especialmente la técnica de costos de reposición. La estrategia para valorar el impacto económico de los desastres hidrometeorológicos es establecer un “precio” de cada uno de éstos ítem. El precio representa el costo para la sociedad costarricense de reponer, atender, o simplemente el valor de lo perdido.

En algunos de los ítems se pudo fundamentar bien el dato, en otros, dado que no se localizaron investigaciones previas, y su determinación requeriría de un estudio completo, se realizaron algunos supuestos razonables. Seguidamente se explica la derivación de cada uno de estos parámetros.

Para cálculos que requieran el uso de una tasa de descuento, se ha usado 10% como una tasa real representativa para proyectos públicos en Costa Rica. Esta tasa es normalmente usada por organismos financieros internacionales para países en vías de desarrollo como Costa Rica.

Viviendas en mal estado

Se consultó cuál puede ser el valor del m² de construcción para reponer esas viviendas en riesgo. Este es un valor basado en Vega y Gámez, 2003; actualizado a precios del 2007. El valor de la construcción de una vivienda depende del terreno donde se vaya a construir, del tipo de materiales que se quiera usar, del acabado final deseado, etc. La estimación usada se basa la cotización más baja de valores de cotizaciones de casas de concreto, actualizando los valores a colones del 2007⁵ y se convirtieron a dólares estadounidenses (\$) al tipo de cambio vigente al finalizar noviembre 2007 (₡500/\$). Las tasas de inflación de los años 2001 a 2007 (noviembre) son obtenidas del Banco Central de Costa Rica. Se ha supuesto que en promedio las viviendas son de 70 m² de construcción (por ser viviendas ubicadas en zonas marginales).

Viviendas en buen estado

Tal y como se justificó en el estudio de Vega y Gámez, 2003, para este estudio se supone un 30% del costo de construcción como costo a aplicar reparaciones en viviendas resistentes, que se suponen de 70 m² de construcción.

⁵ Al mes de noviembre de 2007. Se hace así pues se quiere tomar en consideración el comportamiento de los precios internos. Por el precio del acero y otros insumos, el costo de construcción a aumentado en términos relativos.

Áreas productivas (cultivos agrícolas, ganadería, bosques)

El dato de rentabilidad (en dólares por ha por año) del café es obtenido de Vega y Pratt, 1999, en que para una tasa de descuento del 9% obtuvieron una rentabilidad en dólares estadounidenses de \$831/ha/año.

En dicho estudio los autores obtuvieron la rentabilidad por categorías de capacidad de uso del suelo, donde la rentabilidad de cada categoría es resultado del promedio ponderado (por área cultivada) de las actividades económicas agropecuarias que se dan en esa categoría de capacidad de uso definidas en Costa Rica por un decreto del entonces Ministerio de Recursos Naturales y el de Agricultura⁶.

CUADRO 1: Categorías de capacidad de uso del suelo (CCU), Café, y su rentabilidad según el estudio de Vega y Pratt 1999

C.C.U.	Rentabilidad al 9% (\$/ha/año)
Clase II	1105
Clase III	829
Café	831
Clase VI	220
Clase VII	126
Clase VIII	47

Para obtener la rentabilidad a usar en este estudio para las actividades agrícolas se promediaron (promedio ponderado por el área cultivada según Vega y Pratt, 1999; de 157,592 ha clase II y 80,575 clase III) las clases II y III.

La rentabilidad del bosque está dada por los pagos de servicios ambientales en bosques naturales, reflejado en clase VIII, y por la rentabilidad de las plantaciones forestales, reflejado en clase VII. Mediante un promedio sencillo de estas clases se obtiene la rentabilidad a usar para el uso de suelo “Bosque” en este estudio. Las zonas verdes (jardines) se han valorado al mismo monto que el bosque. La clase VI corresponde a pasto para ganadería y se usa su valor tal cual.

Vías

Para la valoración del costo por metro de arreglo y pavimentado de una vía principal se han usado los valores para la Municipalidad de Heredia⁷. Un recarpeteo de 7 metros de ancho por 1 km de largo con 5 cm de grosor cuesta por contrato 40 millones de colones.

⁶ Decreto N° 23214 MAG-MIRENEM. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica. San José: 1995.

⁷ Reunión con Luis Méndez de la Municipalidad de Heredia, el 16 de octubre de 2007. Teléfono 2771408, email: lmendez@heredia.go.cr

Puentes

La fuente anterior (Méndez, 2007) también suministró valores recientes para reparación total de puentes, para reparaciones parciales y mantenimiento de los mismos.

Para un puente destruido en su totalidad, como es el caso del puente que queda 400 m Norte del Liceo Samuel Sáenz Flores (destruido por las inundaciones del setiembre 2007), se gastaría 150 millones de colones, que será el valor usado en este estudio, convertido a US\$ al tipo de cambio de 500 colones por dólar.

Además se presupuestó 168 millones de colones para la atención de dos puentes y financiar un estudio para determinar el estado de otros más. Esto daría costos de reparación aproximados de unos 80 millones por puente, como costos de reparación parcial. También se tiene un presupuesto de 13 millones para las reparaciones del puente Calle Conlith colindando con Flores.

Acueductos

La reparación de un acueducto tiene varios costos. Primero, la mano de obra (salarios de la cuadrilla); luego las horas maquinaria (tiempo del chofer y el valor del uso de la máquina en si); y finalmente el costo de los materiales

En la ESPH disponer la maquinaria, materiales y una cuadrilla de 6 operarios cuesta diariamente un aproximado de 1.35 millones de colones (Quesada, 2007⁸). Para mejorar el acueducto la cuadrilla avanza un promedio de 40 metros por día⁹. Así se tendría un costo de 33.66 millones de colones por km de acueducto que se convierte a dólares estadounidenses para los resultados en este documento.

3.6. Transformación en el tiempo del uso del suelo

También es de interés de ESPH el conocer la evolución o transformación en el uso del suelo en los últimos 20 años en las zonas de mayor afectación por efectos de escorrentía.

Con la herramienta de sistemas de información geográfica se realizó una clasificación supervisada de las imágenes satelitales de Lansat para los años 1986, 2001 y 2005. Para ello se definieron sitios de entrenamiento a partir de la interpretación de visual en el caso del 1986 y 2001. Para el año 2005 se realizó trabajo de campo y se utilizaron fotografías aéreas para la definición de los sitios de entrenamiento.

⁸ El Ing. Pablo Quesada refirió los costos de mantenimiento del acueducto de San Rafael, tanto en lo que es equipo (inversión), salarios y materiales, sobre los que se hicieron las estimaciones. La extensión de dicho acueducto es de 270 km de longitud de tubería pública.

⁹ dato de la Dirección de Acueductos y Alcantarillado ESPH, equivalente a unos 6 a 7 tubos de 6 m sustituidos diariamente.

IV RESULTADOS

4.1. Establecimiento de las zonas problema

En reunión el 15 de junio con Luis Gámez y Gustavo Vega de ESPH se planteó la posibilidad de incluir Barva, Flores y Belén porque el impacto de lo que haga ESPH se sentirá también allá. Sin embargo, por razones de disponibilidad de datos, se mantuvo el planteamiento original de considerar el área atendida actualmente por la ESPH más una parte relevante ubicada en La Aurora de Heredia.

En la Reunión del 24 de julio con los de la Municipalidad de Heredia (Godofredo Castro, Jefe Operativo y otros) se habló de los siguientes puntos problema:

1) Zona recorrida por Quebrada Seca y Río Burío: Los problemas empiezan fuertes por el Colegio Claretiano, sigue 300 mts al Oeste en la curva y puente que hay allí; luego el Puente Merula (200 mts. Más abajo) luego el puente Conlith (donde se unen Quebrada Seca y Río Burío); y Luego hay problemas hasta el Puente de La Jerez o Los cafetos Arias (unión de San Joaquín y La Aurora).

2) Zona recorrida por el Río Pirro: Este fue entubado por lo que solo hay problemas en la quebrada paralela que va del asilo de ancianos hasta Urb. La Esperanza donde se vuelve a unir al Pirro, y se debe a irrespeto de las zonas de protección.

3) Zona de la carretera desde la bomba CASAQUI hasta San Joaquín: Fundamentalmente en lo que llaman La Pancha y es por mal diseño de alcantarillado (no da abasto)

4) Cerca de allí, pero por causa de la Quebrada La Guaria que afecta la Urbanización San Francisco, por el puente de la Pepsi

5) Cuesta Nosara, (inicia en la parte de arriba de La Aurora hasta llegar a CENADA y se une a Quebrada La Guaria. El estudio que nos entregaron de La Aurora presenta fotos y quejas de Bticino y otras compañías.

Según la CNE¹⁰ Las zonas o barrios más afectados y alto riesgo por las inundaciones de los ríos y quebradas antes mencionadas son:

En Heredia:

- ? Río Sarapiquí: San Rafael
- ? Río Burío: Peralta, Burío, Cubujuqui, Santa Inés, Bajo Molino, Heredia, Gerardia.

¹⁰ Para Heredia Centro: <http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/HEREDIA1.htm> para San Isidro: <http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/SISIDRO.htm> para San Rafael: <http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/SRAFAEL.htm>

- ? Río Pirro: Campus Universitario, Pirro, Guayabal, Barrio Benavides.
- ? Río Bemudez: Rincón Ricardo
- ? Río Virilla: Valencia, Lagunilla

En San Rafael:

- ? Quebrada Burío: Bajo Molino, Palmar
- ? Río Turales: Calle Hernández
- ? Río Bermúdez: San Rafael, Puente Piedra, Angeles, Uvita
- ? Río Segundo: Getsemani
- ? Río Pirro: Saca, Paso Viga, San Rafael, Santiago

En San Isidro:

- ? Quebrada Tierra Blanca: San Isidro
- ? Río Tibás: San Isidro, Santa Cruz
- ? Río Turú: Concepción
- ? Río Tanqueras: Concepción, San Josecito
- ? Río Lajas: San Josecito

Con la anterior información se puede establecer el mapa con la zona de estudio definida según las consideraciones anteriores (zonas de mayor afectación y escorrentía dentro del área atendida por ESPH. La siguiente figura muestra el detalle:

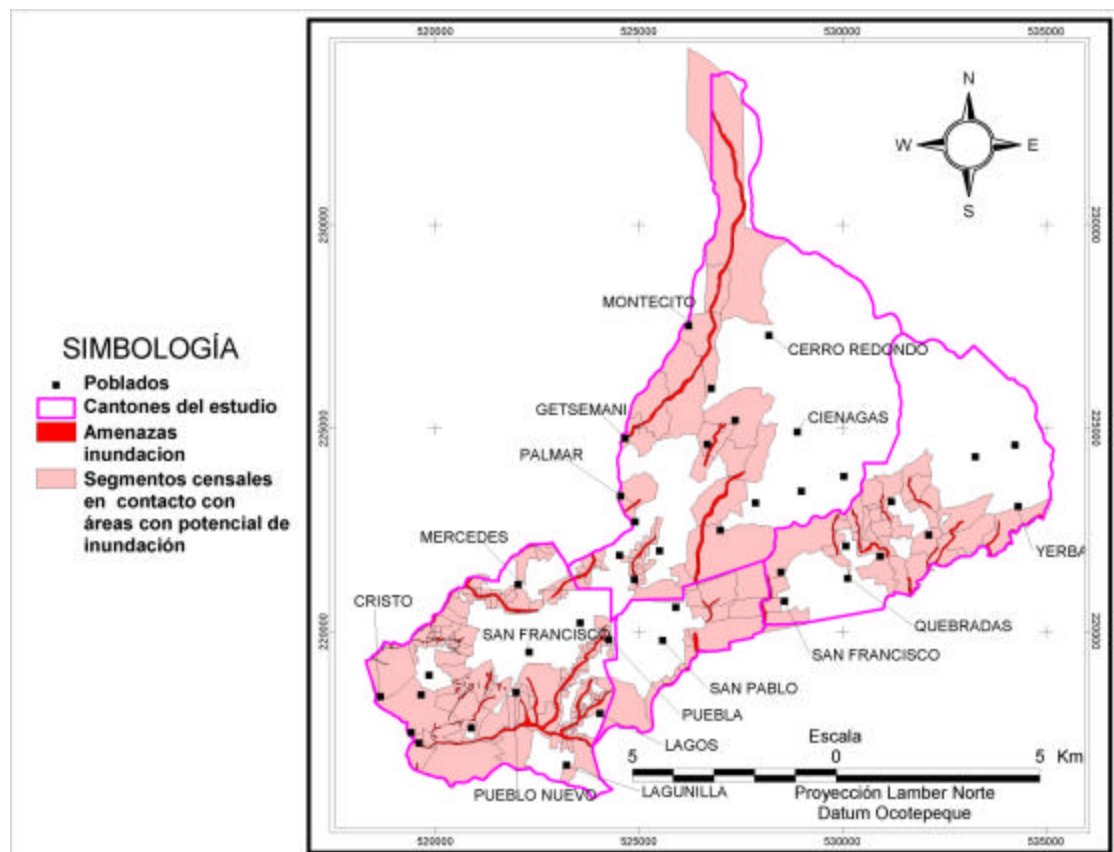


FIGURA 3: Zonas problemáticas por inundaciones y segmentos censales afectados por las zonas inundables en el área atendida por ESPH

De la Figura 3 se desprende que:

- 1) El área total de estudio 10,880.5 ha que incluye todos los segmentos censales de los cantones de San Isidro, San Rafael y Heredia.
- 2) De Heredia no se toma lo que corresponde al Distrito de Varablanca.
- 3) El tamaño promedio de segmentos censales para toda el área de estudio 14.8 ha.
- 4) El tamaño promedio de segmentos censales que tocan a alguna área de amenaza de inundación 23.7 ha.
- 5) El área total de los segmentos censales que tocan a algún área con potencial de inundación es de 5,135.9 ha.

No hay suficientes datos o información para hacer una evolución de estas zonas problema o planicies de inundación cada 5 años (lustro), sino que han sido construidas a partir de diferentes fuentes de información en diferentes momentos en el tiempo para llegar a un único mapa pertinente.

4.2. Incremento de inundaciones para los distritos atendidos por ESPH

A través del estudio de los registros de inundaciones y deslizamientos por lluvias de la base de datos de LA RED, 2005, donde hay registros de noticias de desastres por diversas causas del periodo de 1985 a 2004, se encuentra lo siguiente:



FIGURA 4: Número de eventos hidrometereológicos reportados en base de datos La Red, 2005 dentro de los distritos atendidos por ESPH. Periodo 1985-2004.

La línea recta muestra la tendencia que, compatible con lo descrito en los antecedentes, evidenciando un aumento en los últimos años de los problemas por inundaciones y deslizamientos debido a lluvias.

4.3. Cuantificación de lo vulnerable

Tal y como se explicó en el capítulo de metodología se ha cuantificado el uso del suelo sobre las zonas problemáticas de la figura 3. El siguiente cuadro muestra lo que hay sobre las zonas inundables por malos sistemas de escorrentía:

CUADRO 2: Diferentes usos del suelo sobre zonas problemáticas por inundaciones

Uso del suelo	Área ha	Cantidad unidades
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		
Agricultura	37.1	
Agricultura-café	83.2	
Bosque	70.6	
Pasto (ganadería)	15.3	
Zona verde (jardines)	6.9	
Urbano (casas, edificaciones)	93.4	
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA		
Carretera (kilómetros de longitud)		3.88
Puentes		38
Viviendas total		607
Viviendas en mal estado		129
Acueducto (metros de tubería)		18,675
Población impactable (en riesgo)		2,424

Las viviendas en buen estado resultarían de la diferencia entre las viviendas totales y las viviendas en mal estado (478 viviendas).

La población en riesgo está dada en número de personas. Esto no tiene una valoración monetaria, pero son seres humanos de lo que se habla. Su salud, bienestar y hasta su vida misma se están arriesgando al encontrarse localizados en estas zonas problemáticas. O se movilizan estas personas o se construyen adecuadas obras de protección y sistemas de escorrentía para reducir su vulnerabilidad.

4.4. Valoración monetaria

De la forma en que se explicó en el capítulo de metodología, se obtuvo valores unitarios para estimar el impacto económico que tendría la destrucción de lo vulnerable por inundaciones y deslizamientos por lluvias.

El siguiente cuadro muestra el valor de la tierra por hectárea según su uso y el valor presente total para esos usos sobre las zonas problemáticas:

CUADRO 3: Valores por unidad y totales de la tierra según sus usos productivos

Uso del suelo	Área ha	Valor U\$/ha/año	Valor U\$/año	Valor Presente U\$
Agricultura	37.1	1,012	37,504	375,040
Agricultura-café	83.2	831	69,160	691,600
Bosque	70.6	87	6,104	61,040
Pasto	15.3	220	3,368	33,678
Zona verde	6.9	87	601	6,010

Los valores presentados en el cuadro anterior reflejan el costo de varias maneras. La última columna es el valor del cultivo como un todo, si se perdiera para el resto del tiempo. La penúltima columna presenta el costo de perder la cosecha de ese año. La antepenúltima columna presenta ese mismo valor pero por hectárea.

El siguiente cuadro muestra los costos de rehabilitación de la infraestructura que está en riesgo por encontrarse sobre las zonas definidas como problemáticas o zonas de inundaciones y deslizamientos:

CUADRO 4: Costos de Rehabilitación de la infraestructura en zonas problemáticas

	Cantidad unidades	Valor U\$/unidad	Valor Presente U\$
Vías (km de longitud)	3.88	80,000	310,057
Puentes	38	300,000	11,400,000
Viviendas en buen estado	478	7,432	3,552,229
Viviendas en mal estado	129	24,773	3,198,483
Acueducto (kilómetros de tubería)	18.68	67,310	1,257,023
TOTAL			19,717,792

Cerca de US\$ 20 millones están en riesgo mientras se tengan los actuales sistemas de escorrentía en el área atendida por ESPH en la provincia de Heredia.

4.5. Situación del empleo en zonas de mayor afectación

Ya se mencionó anteriormente que sobre las zonas establecidas como problemáticas por la reincidencia de inundaciones y deslizamientos por lluvias habitan cerca de 2,500 personas. Son vidas humanas que están en riesgo durante la estación lluviosa. 856 de estas personas¹¹ son niños menores de 15 años o adultos mayores de 65 años.

¹¹ Dato obtenido a partir de la información comprada al INEC de los segmentos censales del censo 2000.

Sin embargo, se ahondará más en la problemática social relacionada con estos problemas de sistemas de vulnerabilidad. Parte de los compromisos en esta consultoría son la de determinar la situación del empleo en las zonas de mayor afectación (definidas en la figura 3). Para ello se usó la información del INEC por segmentos censales (máximo nivel de desagregación posible) para que la ESPH pueda comprobar al detalle los lugares que son afectados por inundaciones periódicas y que tienen problemas de desempleo.

La siguiente figura muestra los rangos de tasas de desempleo abierto (población en edad para trabajar (15 a 65 años), que quiere trabajar (busca empleo) pero no está trabajando, no ha conseguido trabajo) para cada segmento censal que tiene zonas inundables:

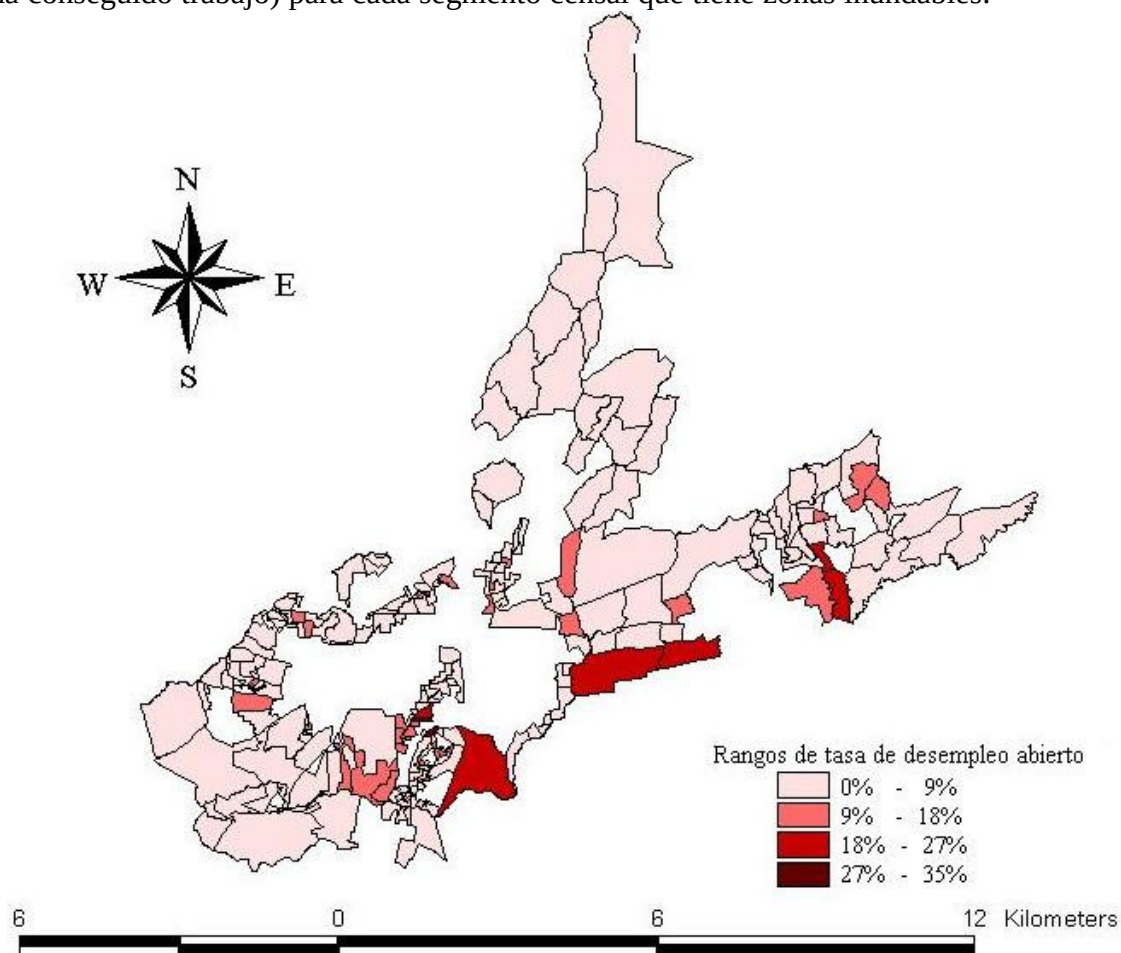


FIGURA 5. Rangos de la tasa de desempleo abierto para los segmentos censales que tienen zonas de inundación

Los mayores problemas se presentan al Sur y al Este del área atendida por la ESPH. Los segmentos con mayor desempleo son el 40103076 y el 40103089, ambos del distrito San Francisco de Heredia. Otros segmentos con alto desempleo están ubicados en distritos de San Pablo (del cantón San Pablo), San José de San Isidro, y Ulloa de Heredia.

4.6. Transformación del uso del suelo en zonas problemáticas

También es de interés de ESPH el conocer la evolución o transformación en el uso del suelo en los últimos 20 años en las zonas de mayor afectación por efectos de escorrentía.

El siguiente cuadro resume la información que se presenta en forma de mapas en el ANEXO 2. En el capítulo de metodología se explicó el procedimiento para su realización. Este cuadro es la cuantificación y resumen de los mapas de dicho anexo:

**CUADRO 5: Transformación del uso del suelo en zonas problemáticas
-en hectáreas-**

Uso del suelo	1986	2001	2005
Urbano	33.9	42.2	55.8
Cultivo de café	118.3	89.8	69.8
Sombras	14.1	13.0	20.2
Nubes	6.1	8.8	19.1
Bosque	57.5	75.6	90.0
Pasto	59.4	41.5	22.6
Cultivos con Zarán	-	0.2	0.2
Plantaciones	10.0	5.4	6.1
Otros Cultivos	10.3	32.9	24.6
Total	309.6	309.4	308.5

El cuadro permite observar el decrecimiento en el tiempo del cultivo del café y en general de usos agropecuarios, así como el aumento en lo urbano (viviendas, edificaciones, etc.) dentro de estas zonas riesgosas. El bosque si ha mostrado una recuperación, que es el cambio deseado para este tipo de tierras problemáticas, ubicadas en los límites de ríos y quebradas.

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ESPH, poniéndose a tono con los tiempos, es proactiva en pensar en la solución a un problema que está más allá de sus alcances según su ley de creación.

El problema de los malos sistemas de escorrentía que derivan en que año tras año existan problemas como deslizamientos, derrumbes, destrucción, inundaciones, etc., debido a la sobrecarga del sistema de escorrentía por el exceso de lluvias, es un problema que, de no hacerse algo con seriedad, irá exacerbándose con el tiempo.

En este documento se probó que, tanto por el probado incremento en la fuerza de los eventos “El Niño”, o por el cambio climático al que irreversiblemente se está sometiendo el planeta por el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero de los últimos ciento cincuenta años, se espera mayor fuerza de eventos hidrometeorológicos durante la época lluviosa cada año. La tendencia de los últimos años es un crecimiento en los reportes en el área de influencia de la ESPH

Las zonas problemáticas por inundaciones y deslizamientos dentro del área atendida por la ESPH han quedado debidamente identificadas en este documento, usándose para ello información de la CNE, información testimonial de las personas responsables en las municipalidades de la atención de los eventos; y otra información pertinente.

Cerca de 310 ha están señaladas como zonas problemáticas, en su gran mayoría rodeando ríos y quebradas. El uso del suelo adecuado para estas áreas es cobertura forestal. Si bien los bosques han venido creciendo en estos lugares, también ha venido creciendo el uso urbano (casas, obras de infraestructura y edificaciones) lo que debería ser evitado pues significa más bienes materiales y vidas humanas en riesgo (vulnerabilidad).

Hay una serie de usos dentro de estas zonas de inundación que significa un riesgo económico importante, tanto para actividades productivas, como obras de infraestructura. Destaca que en esos lugares, donde debería haber bosque, el mayor uso es el uso urbano con 95 ha de las 310 ha totales, luego los cultivos de café alcanzan 83 ha y los bosques son apenas 70 ha.

Este documento cuantificó que unos US\$ 20 millones es el costo de reposición de la infraestructura (casi 4 km de vías, 38 puentes, acueducto público, y 670 viviendas de las que 129 están en mal estado) ubicada sobre estas zonas problemáticas.

Sobre las zonas establecidas como problemáticas por la reincidencia de inundaciones y deslizamientos por lluvias habitan cerca de 2,500 personas. Son vidas humanas que están en riesgo durante la estación lluviosa. 856 de estas personas son niños menores de 15 años o adultos mayores de 65 años.

Algunas de esas zonas o planicies inundables están dentro de lugares con problemática social. Los mayores problemas se presentan al Sur y al Este del área atendida por la ESPH. Los segmentos con mayor desempleo son el 40103076 y el 40103089, ambos del distrito San Francisco de Heredia. Otros segmentos con alto desempleo están ubicados en distritos de San Pablo (del cantón San Pablo), San José de San Isidro, y Ulloa de Heredia.

Dos grandes soluciones saltan a la vista. En primer lugar el cambio de uso del suelo, pasar de uso urbano a uso forestal en estas zonas problemáticas.

En segundo lugar, la construcción de obras de protección, que simplemente consisten en adecuados sistemas de escorrentía. Los puentes deben cambiarse del sistema viejo de dos tubos de metro y medio de diámetro por sistemas de “caja” con una capacidad de mayor volumen de agua permitido y menores probabilidades de atascamiento.

Los sistemas de alcantarillado subterráneos y superficiales deben ampliarse y recibir un mantenimiento periódico. Los causes de los ríos y quebradas requieren obras de protección en zonas identificadas en este documento.

V BIBLIOGRAFÍA

- Campos, Max y otros redactores. 2007. *Impactos y adaptaciones al cambio climático y eventos extremos en América Central*. Sistema de Integración de Centroamérica (SICA). San José, Costa Rica.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1996. *Efectos de los daños ocasionados por el huracán César sobre el Desarrollo de Costa Rica en 1996*. México. Naciones Unidas. Vulnerabilidad y Evaluación del Riesgo. Guía del entrenador. Washington.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1998. *El fenómeno El Niño en Costa Rica durante 1997-1998. Evaluación de su impacto y necesidades de rehabilitación, mitigación y prevención ante las alteraciones climáticas* México.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1999. *Costa Rica: Evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998. Sus implicaciones para el desarrollo económico y social y el medio ambiente*. México.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2003. *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*. México.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). 2002. *Memoria Institucional 1998-2002*. CNE. Abril.
- Cordero, Sarah y Vega, Edwin. 2003. *Vulnerabilidad a los fenómenos naturales: la otra cara del desarrollo en Ecuador*. CLACDS-INCAE. Alajuela, Costa Rica.
- Heuvel dop Mochen, Pardo Jorge, Quirós Salvador, Espinoza Leonardo. 1986. *Agro climatología tropical*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 378p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2003. *Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples*. Disponible en: "Proyecto Estado de la Nación", actualizada a en setiembre de 2005
- La Red, 2005. *Base de datos DesInventar, versión 6.3.2 de abril de 2005*. <http://www.desenredando.org>
- Méndez, Luis. 16 de Octubre 2007. Comunicación personal. Municipalidad de Heredia. Teléfono 2771408, email: lmendez@heredia.go.cr
- Ortiz, Edgar. 20004. *Atlas Digital de Costa Rica*. Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).
<http://www.itcr.ac.cr/escuelas/forestal/htm/proyectos/Atlas.pdf>
- Quesada, Pablo. Noviembre 2007. Comunicación personal. Dirección de Acueductos y Alcantarillado de Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).
- Stolz, Werner. 2004. EL Fenómeno Enos (El Niño/Oscilación Del Sur). Departamento de Gestión de Análisis y Predicción. Encargado Gestión de Análisis y Predicción.

Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio del Ambiente y Energía, Costa Rica.
<http://www.imn.ac.cr/> acutalizado a mayo 2004.

Vega, Edwin y Gámez, Luis. 2003. *Implicaciones Económicas de los Eventos Hidrometeorológicos en Costa Rica: 1996-2001*. Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Costa Rica. Febrero.

Vega, Edwin y Pratt, Lawrence. 1999. *Participación de la Empresa Privada en la Conservación de la Energía ante la Apertura de un Mercado Global Ambiental (El caso de INCSA)*. INCAE, Alajuela, Costa Rica.

VI ANEXOS

ANEXO 1: Información comprada al INEC

Lo siguiente es lo que se solicitó al INEC:

- 1) La información es de los 1.276 segmentos censales de todos los cantones de la provincia de Heredia menos Sarapiquí.
- 2) Se requiere el mapa en formato SHAPE de ARC VIEW de los segmentos censales, donde viene su código y el distrito a que pertenecen. Según me indicaron ustedes esto lleva el derecho a agregarle 10 variables. Sin embargo nos interesan las siguientes variables:

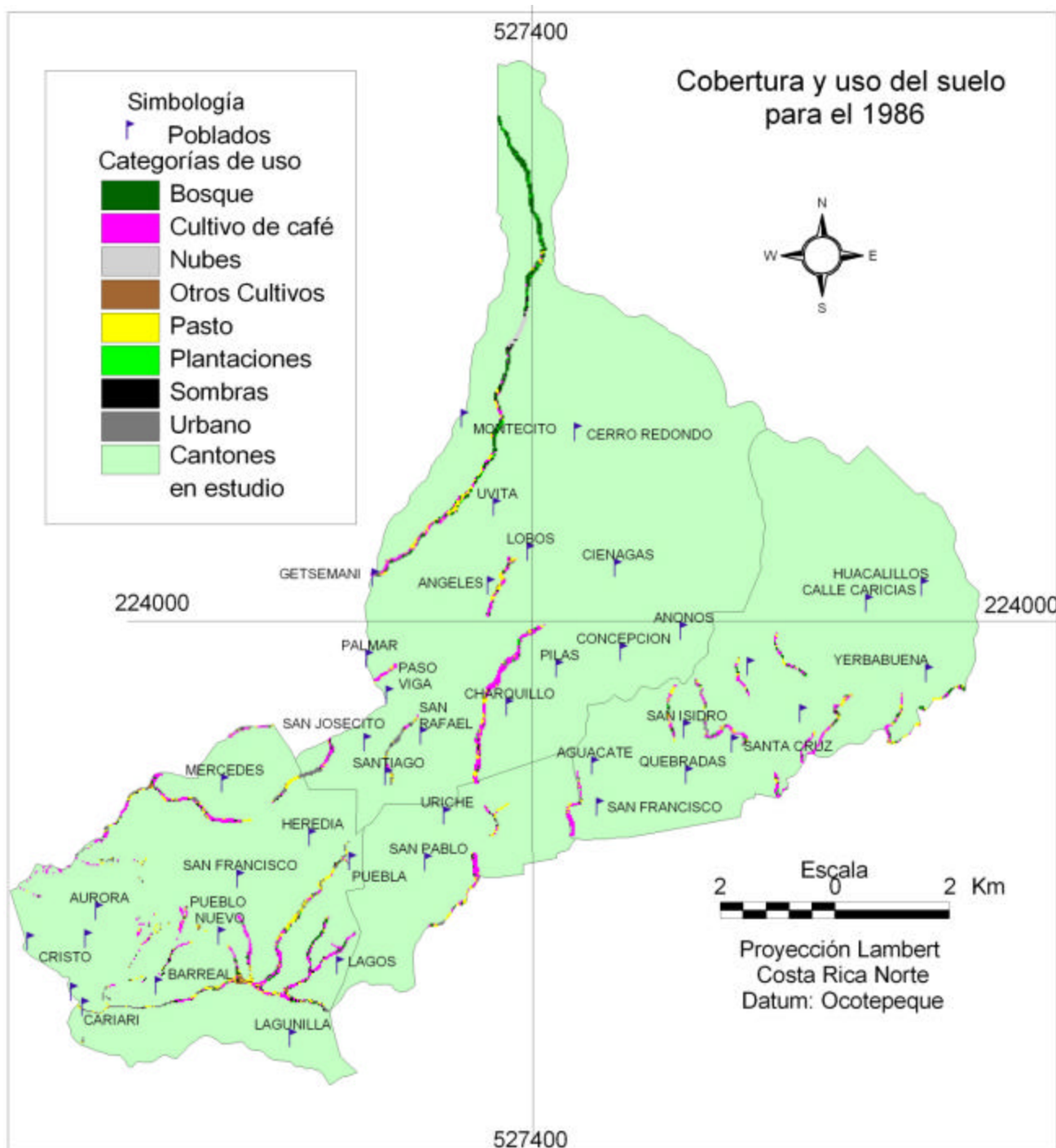
Selección de segmentos	Población	Vivienda	Hogar
1276 segmentos (todos los cantones de Heredia menos Sarapiquí). Los segmentos censales llevarán las variables geográficas para su identificación.	Sexo Edad Nivel de Instrucción Condición de actividad Categoría ocupacional Estado conyugal Tipo de ocupación Sector institucional Rama de actividad Nacionalidad	Tipo de vivienda Ocupación de vivienda Tenencia de electricidad Fuente de agua Abastecimiento de agua Tenencia de Servicio Sanitario Combustible usado para cocinar Hacinamiento Estado de la vivienda Materiales predominantes Número de aposentos Número de dormitorios Total de personas en la vivienda Número de hogares en vivienda	Jefatura de hogares Tipología del hogar Total d personas en hogar NBI
N. variables:	10	14	4

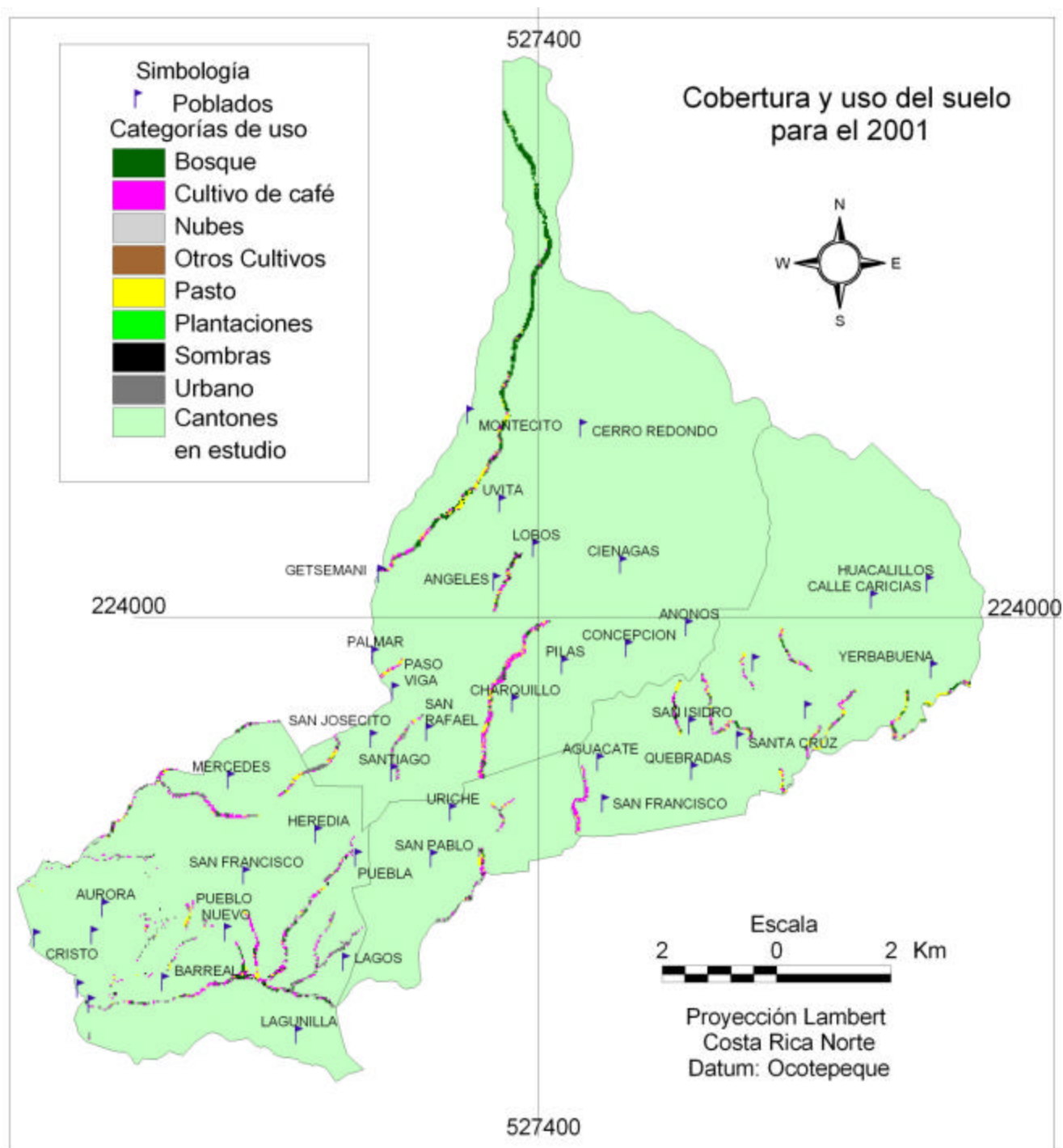
NOTA: Se observa que son prácticamente las mismas 29 variables que ofrece Anthony en el desglose que se ofrece en INEC, en que se sacaron 3 de población y 1 de Hogar para agregar 2 de vivienda y 2 de hogar.

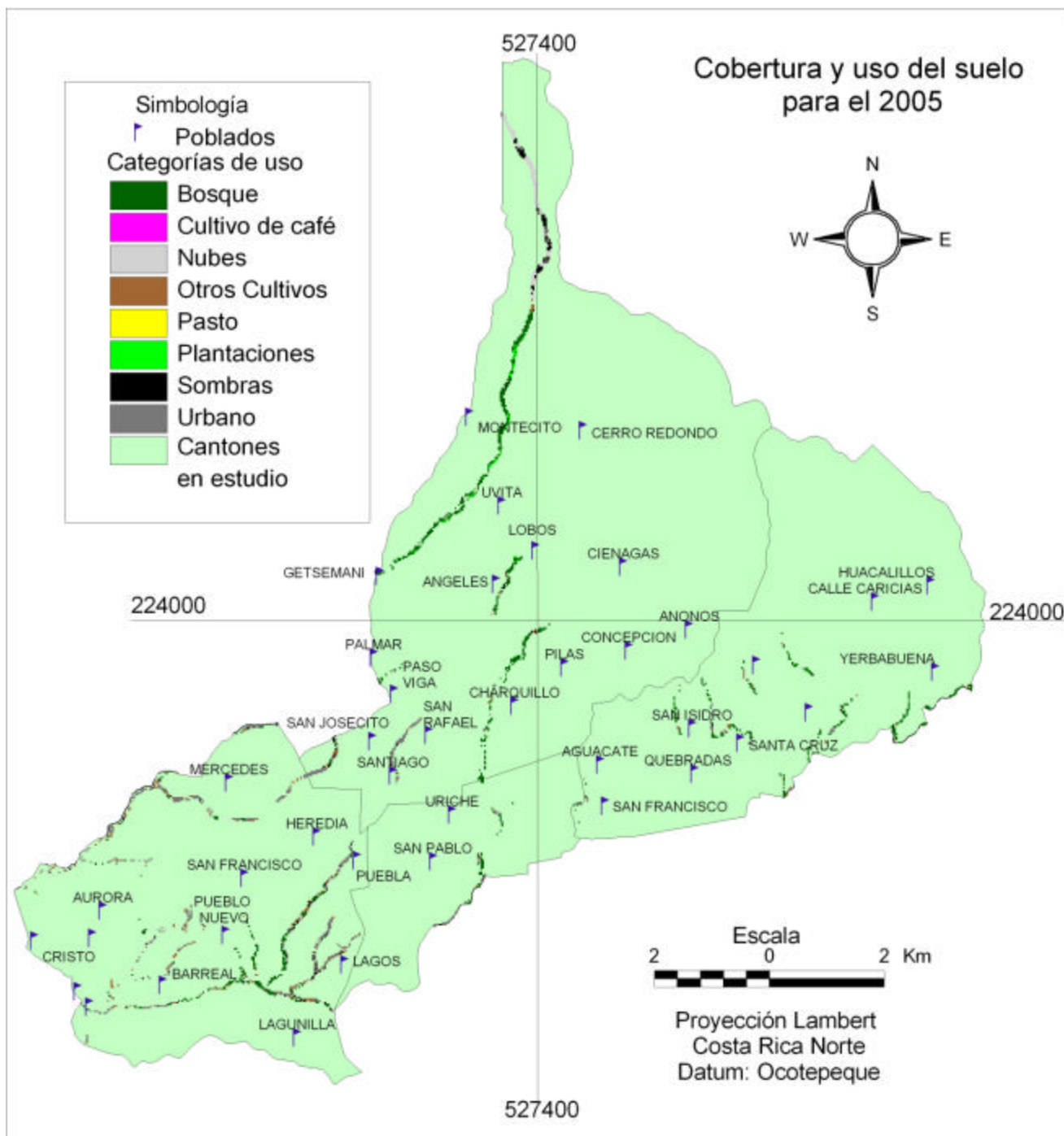
Dicha información fue solicitada en julio de 2007 mediante carta fechada ese el día 16 y fue entregada en agosto 2007. Una parte pendiente fue agregada hasta octubre 2007.

Esta base de datos ya ha sido entregada en formato digital (un CD) a la ESPH por estos consultores en reunión con Luis Gámez el 3 de setiembre de 2007.

ANEXO 2: Mapas de uso del suelo en las zonas problemáticas por escorrentía en los últimos 20 años.







NOTA: Las imágenes están en formato jpg. La versión digital de este documento permite que las mismas se amplíen para apreciar el detalle del uso del suelo en las zonas problemáticas.