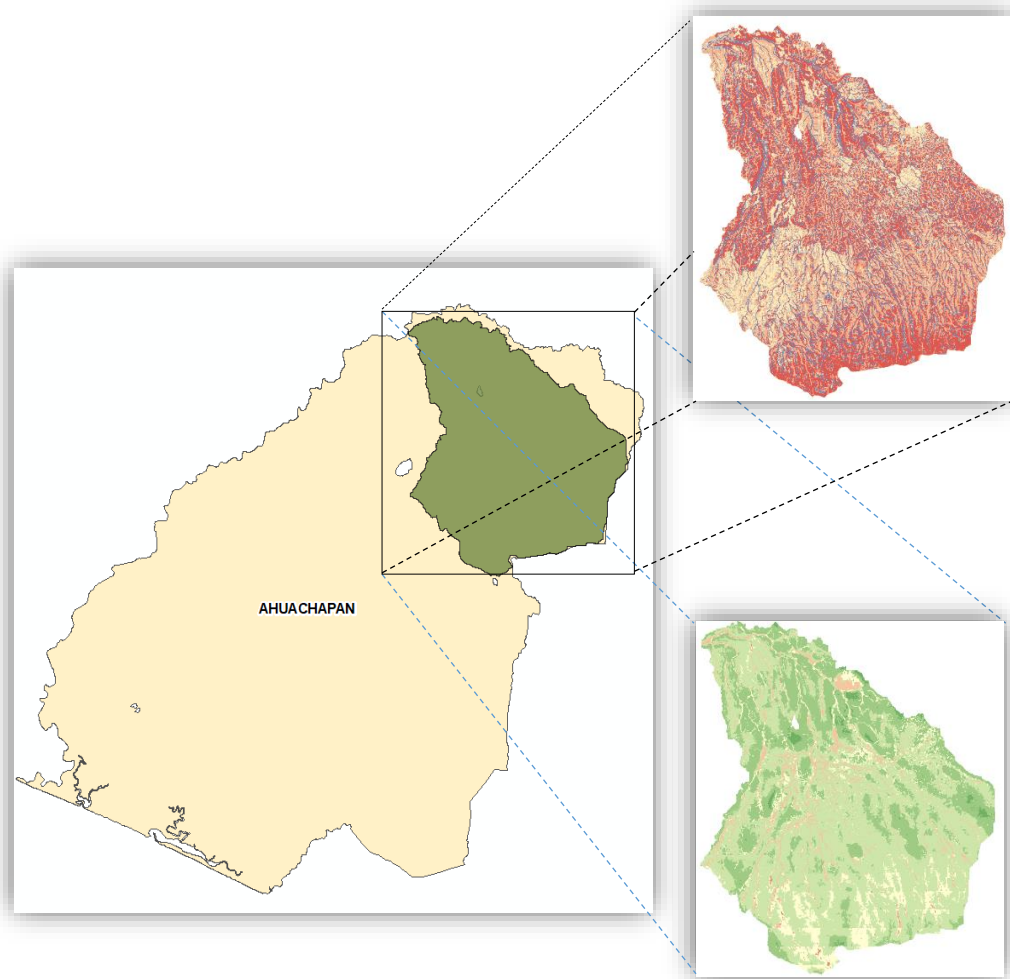


RECOMENDACIONES SOBRE ESCENARIOS DE PRÁCTICAS DE MANEJO DEL USO DE LA TIERRA PARA MITIGAR LA EROSIÓN/SEDIMENTACIÓN E INUNDACIÓN EN LA SUBCUENCA AGUA CALIENTE



CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
Mayesse da Silva, Jefferson Valencia, Javier Martín,
David Garzón, Marcela Quintero
Proyecto Raíces-Ahuachapán
2019

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS	10
4. CONCLUSIONES.....	19
5. ANEXOS.....	19

Lista de Tablas

Tabla 1. Lista de coberturas/ usos del suelo actuales y sus correspondientes códigos y factor C.....	5
Tabla 2. Lista de prácticas de manejo y sus correspondientes códigos y factor P	5
Tabla 3. Recomendaciones utilizadas en el escenario Esc_A	6
Tabla 4. Recomendaciones utilizadas en el escenario Esc_B	8
Tabla 5. Recomendaciones utilizadas en el escenario Ext_A	8
Tabla 6. Recomendaciones utilizadas en el escenario Ext_B.....	9
Tabla 7. Recomendaciones adoptadas de acuerdo a la Ley Forestal	9

Lista de Figuras

Figura 1. Talleres realizados el 27 de agosto (izquierda, grupo A) y 28 de agosto (derecha, grupo B).....	3
Figura 2. Mapas de cobertura/ uso del suelo (izquierda arriba), erosión (derecha arriba), sedimentación (izquierda abajo) y riesgo de inundación (derecha abajo) utilizados en los talleres	4
Figura 3. Riesgo de erosión y sedimentación para los diferentes escenarios analizados y porcentajes de áreas en las clases de erosión y sedimentación en la subcuenca Agua Caliente	11
Figura 4. Riesgo de inundación para los diferentes escenarios analizados y porcentajes de áreas en las clases de riesgo de inundación para la subcuenca Agua Caliente	11
Figura 5. Escenario de erosión por microcuencas (Grupo A)	13
Figura 6. Escenario de erosión por microcuencas (Grupo B)	13
Figura 7. Escenarios de erosión a nivel de la subcuenca Agua Caliente.....	14
Figura 8. Escenario de sedimentación por microcuencas (Grupo A).....	15
Figura 9. Escenario de sedimentación por microcuencas (Grupo B).....	15
Figura 10. Escenarios de sedimentación a nivel de la subcuenca Agua Caliente	16
Figura 11. Escenario de inundación por microcuencas (Grupo A)	17
Figura 12. Escenario de inundación por microcuencas (Grupo B).....	17
Figura 13. Escenarios de inundación a nivel de la subcuenca Agua Caliente	18

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se resume el enfoque metodológico desarrollado e implementado por CIAT en el marco del proyecto Raíces-Ahuachapán, con el fin de proveer recomendaciones sobre escenarios de prácticas de manejo del uso de la tierra para mitigar la erosión/sedimentación y el riesgo de inundación en la subcuenca Agua Caliente.

2. METODOLOGÍA

Una vez que se generaron, validaron y ajustaron los mapas de erosión/sedimentación y riesgo de inundación para la subcuenca Agua Caliente, se llevaron a cabo dos talleres en Ahuachapán y San Salvador con la finalidad de definir escenarios participativos de cambios en el uso del suelo y prácticas de manejo para áreas críticas en la subcuenca (Figura 1). Actores agrícolas regionales, productores, tomadores de decisiones locales y promotores de campo asistieron al taller del 27 de agosto en Ahuachapán (Grupo A), mientras que tomadores de decisiones, profesionales y asesores de organizaciones gubernamentales, instituciones educativas e institutos de investigación asistieron al taller el 28 de agosto en San Salvador (Grupo B).



Figura 1. Talleres realizados el 27 de agosto (izquierda, grupo A) y 28 de agosto (derecha, grupo B)

Para el desarrollo de los dos talleres, los participantes fueron divididos en tres grupos, cada grupo representaba una región de la subcuenca, y se les entregó mapas de coberturas/ usos del suelo, erosión, sedimentación y riesgo de inundación de la subcuenca (Figura 2), así como dos listados con las coberturas actuales y múltiples prácticas de manejo (Tabla 1 y Tabla 2).

Cada grupo debía seleccionar las microcuencas más críticas o de mayor importancia para mitigar los fenómenos analizados en este documento y sugerir prácticas de manejo y/o cambios de uso de suelo. Las tablas presentaban una codificación lo cual permitía a los participantes fácilmente asignar un código a una recomendación de cambio de cobertura/uso del suelo y/o práctica a ser implementada como escenario en algunas microcuencas de interés, con el objetivo de reducir o mitigar cualquiera de los fenómenos analizados en el presente documento.

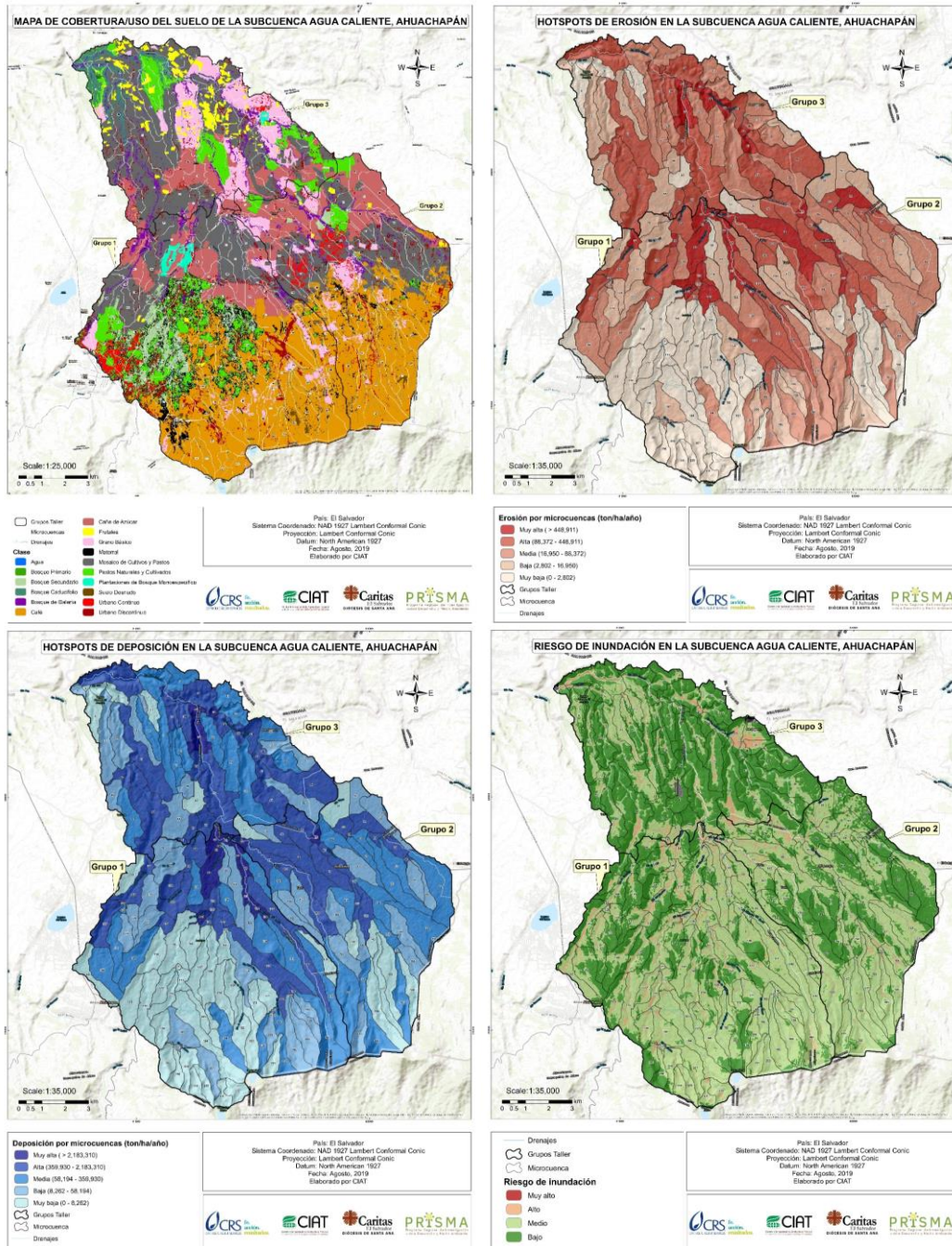


Figura 2. Mapas de cobertura/uso del suelo (izquierda arriba), erosión (derecha arriba), sedimentación (izquierda abajo) y riesgo de inundación (derecha abajo) utilizados en los talleres

Tabla 1. Lista de coberturas/ usos del suelo actuales y sus correspondientes códigos y factor C

Cód.	Cobertura	Descripción	Factor C
C1	Agua	Lagos, Lagunas, ríos	0
C2	Bosque caducifolio	Árboles pierden las hojas en estaciones frías	0.006
C3	Bosque de galería	Bosque ripario a lo largo de los ríos	0.003
C4	Bosque primario	Bosque natural sin intervención	0.002
C5	Bosque Secundario	Bosques recuperados naturalmente o por intervención	0.021
C6	Café	Café en sombra	0.090
C7	Caña de azúcar	Caña de azúcar	0.413
C8	Frutales	Jocote, Mango, Mamon, etc.	0.218
C9	Grano básico	Maíz, Sorgo, Frijol, Arroz	0.415
C10	Matorral	Vegetación de arbustos, matas y pastizales	0.030
C11	Mosaico de cultivos y pastos	Pastos combinados con cultivos	0.398
C12	Pastos naturales y cultivados	Brachiaria, King grass, elefante	0.087
C13	Plantaciones de bosque mono específico	Ciprés, Pino, Eucalipto, Caucho	0.019
C14	Suelo desnudo	Suelo desnudo	1
C15	Urbano continuo	Ciudades, pueblos	0.010
C16	Urbano discontinuo	Casas aisladas, calles, jardines	0.109

Tabla 2. Lista de prácticas de manejo y sus correspondientes códigos y factor P

Cód	Tipo de labranza	Descripción	Factor P
P1	Labranza convencional	Preparación del suelo antes de la siembra (arados)	1
P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	Siembra directamente sin arar el suelo (Conservación de rastrojos)	0.26
P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	Mínimo pase de maquinaria (rastra doble, rastras de dientes, cultivador de campo)	0.52
P4	Labranza profunda (Cinceles)	Uso de cinceles para aireación a profundidad	0.25
P5	Curvas a nivel	Surcos, siembra en curvas de nivel	0.6 - 0.95
P6	Franjas a contorno	Variación de cultivos por franjas de siembra a nivel	0.3 - 0.5
P7	Paralelo a la pendiente	Hileras de siembra verticales	1
P8	Perpendicular a la pendiente	Hileras de siembra horizontales	0.75
P9	Terrazas	Nivelación de laderas en forma de escalas (Individuales, bancos)	0.1 - 0.2
P10	Abono Orgánico	Lombrices, Estiércol, Gallinaza, Café	0.88
P11	Abono verde	Canavaria, Terciopelo, Caballero, Caupí	0.24
P12	Barreras vivas	Leucaena o guaje, Guandú, King grass, Valeriana, Piña, Caña de azúcar	0.7
P13	Barreras muertas	Piedras, Rastrojos, Camellones, diques de piedra	0.4
P14	Canales de drenaje superficial	Zanjas, pozos	0.49
P15	Cultivos de cobertura / intercalados	Terciopelo, Canabalia, Caupí, Mungo, Arachis, Pipián	0.37
P16	Plantación de pastos	Sembradío de pastos en caminos, entre surcos	0.7
P17	No quema / Manejo de rastrojos	Incorporación de residuos de cosecha y no quema de los mismos	0.112

Cód	Tipo de labranza	Descripción	Factor P
P18	Sistemas agroforestales	Combinación de cultivos con árboles (Cultivo en sombra, Caliandra, Leucaena)	1*
P19	Sistemas silvopastoriles	Combinación de pastos y árboles con ganadería	0.7*
P20	Regeneración natural	Restauración natural de bosques sin intervención humana	1
P21	Reforestación de ríos con bosques de galería	Siembra de bosque ripario a lo largo de los ríos	1*
P22	Fosas de infiltración	Calicatas de colecta de agua en el suelo	0.49
P23	Manejo de bordas (igual que P21)	Manejo de áreas riparias con bosque de galería o ripario	1*

* La implementación de esta práctica de manejo implica un cambio de cobertura y por ende un cambio en el valor del factor C

Con base en las recomendaciones de los participantes en ambos talleres, se definieron en total cinco escenarios a ser modelados; dos de los cuales incluyen solamente los cambios sugeridos a nivel de microcuencas (Esc_A = definido por el grupo A, Esc_B = definido por el grupo B, ver Tablas 3 y 4). Tomando como base estos escenarios, se definieron otros dos (Ext_A, Ext_B, ver Tablas 5 y 6) empleando las recomendaciones más frecuentes aportadas por los participantes a nivel de microcuenca, extendiéndolas de manera general a toda la subcuenca para ver los impactos a una escala mayor. Finalmente, se implementó un quinto escenario (Forestry_L, ver Tabla 7) tomando como guía las recomendaciones estipuladas en la Ley Forestal de El Salvador de 2002¹.

Dado que las recomendaciones fueron realizadas utilizando las dos tablas anteriores, se procedió a definir los factores C y P finales como una multiplicidad de las distintas recomendaciones que podrían existir para una misma cobertura dentro de una microcuenca seleccionada, acorde con lo realizado por Panagos (2015)². En cuanto a la ley forestal, las recomendaciones adoptadas se encuentran más ligadas al fomento y conservación de áreas forestales en las rondas de los cuerpos de agua y al adecuado uso de los suelos de clase VII y VIII (MAG, 1996)³ los cuales se restringen al uso agroforestal y forestal, respectivamente. De acuerdo a lo anterior, se muestran a continuación las tablas que resumen las recomendaciones a implementar para los cinco escenarios:

Tabla 3. Recomendaciones utilizadas en el escenario Esc_A

Región	# Micro cuenca	Cobertura actual		Cobertura nueva		Prácticas					
						1		2		3	
1	91	C7	Caña de azúcar	Sin cambios recomendados	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P6	Franjas a contorno	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	
1	190	C6	Café		P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P5	Curvas a nivel	P17	No quema / Manejo de rastrojos	
1	190	C9	Grano básico	C6	Café	P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P6	Franjas a contorno

¹ Ley forestal. Decreto 852 de 2002. Asamblea Legislativa, Republica de El Salvador. <https://www.asamblea.gob.sv/>

² Panagos et al. (2015). Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale, Environmental Science & Policy. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.012>

³ Mapa clases de uso de suelo. (1996). Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). <http://mapas.marn.gob.sv/vigea/nepamap.aspx>

Región	# Micro cuenca	Cobertura actual		Cobertura nueva	Prácticas					
					1		2		3	
2	50	C7	Caña de azúcar	Sin cambios recomendados	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P6	Franjas a contorno	P15	Cultivos de cobertura / intercalados
2	88	C11	Mosaico de cultivos y pastos		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P11	Abono verde	P18	Sistemas agroforestales
2	88	C7	Caña de azúcar		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P17	No quema / Manejo de rastrojos
2	88	C9	Grano básico		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P18	Sistemas agroforestales
2	117	C9	Grano básico		P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P18	Sistemas agroforestales
2	167	C6	Café		P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P5	Curvas a nivel	P18	Sistemas agroforestales
2	192	C6	Café		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P18	Sistemas agroforestales	P5	Curvas a nivel
3	12	C12	Pastos naturales y cultivados		P19	Sistemas silvopastoriles	P17	No quema / Manejo de rastrojos		
3	12	C8	Frutales		P9	Terrazas				
3	31	C11	Mosaico de cultivos y pastos		P17	No quema / Manejo de rastrojos	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)		
3	31	C16	Urbano discontinuo		P18	Sistemas agroforestales				
3	31	C3	Bosque de galería		P17	No quema / Manejo de rastrojos	P20	Regeneración natural	P23	Manejo de bordas
3	31	C7	Caña de azúcar		P17	No quema / Manejo de rastrojos	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)		
3	31	C8	Frutales		P9	Terrazas				
3	31	C9	Grano básico		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P5	Curvas a nivel	P17	No quema / Manejo de rastrojos
3	45	C11	Mosaico de cultivos y pastos		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P17	No quema / Manejo de rastrojos		
3	45	C12	Pastos naturales y cultivados		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P17	No quema / Manejo de rastrojos		
3	45	C16	Urbano discontinuo		P14	Canales de drenaje superficial	P18	Sistemas agroforestales		
3	45	C3	Bosque de galería		P17	No quema / Manejo de rastrojos	P20	Regeneración natural	P23	Manejo de bordas
3	45	C7	Caña de azúcar		P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P18	Sistemas agroforestales	P17	No quema / Manejo de rastrojos
3	45	C9	Grano básico	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P5	Curvas a nivel	P17	No quema / Manejo de rastrojos	

Tabla 4. Recomendaciones utilizadas en el escenario Esc_B

Región	# Micro cuenca	Cobertura actual		Cobertura nueva		Prácticas					
						1		2		3	
1	127	C11	Mosaico de cultivos y Pastos	Sin cambios recomendados		P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P14	Canales de drenaje superficial	P19	Sistemas silvopastoriles
1	129	C12	Pastos naturales y cultivados		P19	Sistemas silvopastoriles	P21	Reforestación de rios con bosques de galería			
1	129	C7	Caña de azúcar		P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P12	Barreras vivas	P18	Sistemas agroforestales	
1	194	C6	Café		P18	Sistemas agroforestales	P9	Terrazas	P14	Canales de drenaje superficial	
2	88	C7	Caña de azúcar	C9	Grano básico	P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P17	No quema / Manejo de rastrojos
2	159	C6	Café	Sin cambios recomendados		P9	Terrazas	P10	Abono Orgánico	P12	Barreras vivas
2	159	C9	Urbano discontinuo	C6	Café	P5	Curvas a nivel	P9	Terrazas	P10	Abono Orgánico
3	1	C2	Bosque caducifolio	C5	Bosque Secundario	P9	Terrazas	P14	Canales de drenaje superficial		
3	1	C9	Grano básico	Sin cambios recomendados	P5	Curvas a nivel	P12	Barreras vivas	P11	Abono verde	
3	14	C9	Grano básico		P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P18	Sistemas agroforestales	
3	46	C7	Caña de azúcar		P9	Terrazas	P4	Labranza profunda (Cinceles)	P17	No quema / Manejo de rastrojos	

Tabla 5. Recomendaciones utilizadas en el escenario Ext_A

Coberturas		Prácticas Principales					
		1		2		3	
C1	Agua	Sin recomendaciones					
C2	Bosque caducifolio						
C3	Bosque de galería	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P20	Regeneración natural	P23	Manejo de bordas
C4	Bosque Primario	Sin recomendaciones					
C5	Bosque Secundario						
C6	Café	P5	Surcos, siembra en curvas de nivel	P18	Sistemas agroforestales	P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)
C7	Caña de azúcar	P3	Labranza mínima	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P15	Cultivos de cobertura / intercalados
C8	Frutales	P9	Terrazas (individuales)				
C9	Grano básico	P15	Cultivos de cobertura / intercalados	P3	Labranza mínima (sin volteo de suelo)	P18	Sistemas agroforestales
C10	Matorral						

Coberturas		Prácticas Principales					
		1		2		3	
C11	Mosaico de cultivos y Pastos	P3	Labranza mínima	P17	No quema / Manejo de rastrojos		
C12	Pastos naturales y cultivados	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P3	Labranza mínima	P19	Sistemas silvopastoriles
C13	Plantaciones de bosque mono específico	Sin recomendaciones					
C14	Suelo desnudo						
C15	Urbano continuo						
C16	Urbano discontinuo	P18	Sistemas agroforestales	P14	Canales de drenaje superficial		

Tabla 6. Recomendaciones utilizadas en el escenario Ext_B

Coberturas		Prácticas Principales					
		1		2		3	
C1	Agua	Sin recomendaciones					
C2	Bosque caducifolio	P9	Terrazas	P14	Canales de drenaje superficial		
C3	Bosque de galería	P21	Reforestación de ríos con bosques de galería				
C4	Bosque Primario	Sin recomendaciones					
C5	Bosque Secundario						
C6	Café	P9	Terrazas (Individuales)	P18	Sistemas agroforestales	P14	Canales de drenaje superficial
C7	Caña de azúcar	P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P15	Cultivos de cobertura / intercalados
C8	Frutales	Sin recomendaciones					
C9	Grano básico	P5	Curvas a nivel	P17	No quema / Manejo de rastrojos	P12	Barreras vivas
C10	Matorral	Sin recomendaciones					
C11	Mosaico de cultivos y Pastos	P2	Labranza de conservación (mulch/rastrojo)	P14	Canales de drenaje superficial	P19	Sistemas silvopastoriles
C12	Pastos naturales y cultivados	P19	Sistemas silvopastoriles	P21	Reforestación de ríos con bosques de galería		
C13	Plantaciones de bosque mono específico	Sin recomendaciones					
C14	Suelo desnudo						
C15	Urbano continuo						
C16	Urbano discontinuo						

Tabla 7. Recomendaciones adoptadas de acuerdo a la Ley Forestal

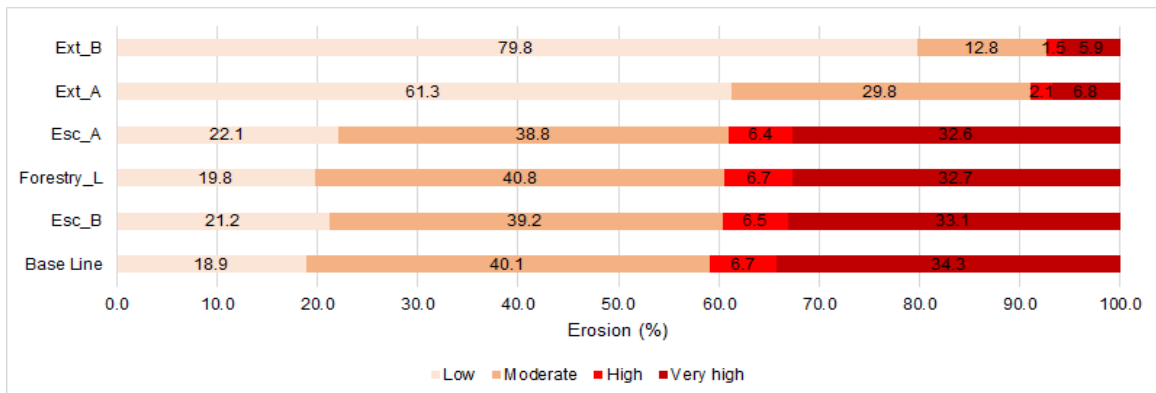
Áreas a Intervenir	Zona de Intervención	Cód.	Cobertura a Implementar
Nacimientos	Radio de 25 m	C3	Bosque de galería
Ríos	25 m a cada lado	C3	Bosque de galería
Lagos/Embalses	50 m alrededor	C3	Bosque de galería
Zonas recarga hídrica (Partes altas) - Clase VII	Área clase VII	P18/P19	Sistemas agroforestales / Forestales
Suelos clase VIII	Área clase VIII	C5	Bosques/Forestales

En general los cambios de coberturas que se realizaron se dieron por las recomendaciones de implementar sistemas agroforestales o silvopastoriles, especialmente en áreas cultivadas con café en sombra o caña de azúcar y en pasturas. Otro cambio de cobertura que se implementó, específicamente para el grupo B, fue la homogenización de un territorio pasando de múltiples cultivos a uno predominante, como lo fue el cambio de granos básicos a café en sombra. Finalmente, una recomendación que se dio muy general en ambos grupos y que generó un cambio en la cobertura vegetal, fue el manejo de bordas o reforestación de riberas de ríos con bosques de galería, pasando en algunos casos de pastos y cultivos a dicho bosque o conservando el bosque actual.

Respecto a las prácticas de manejo, se recomendó de manera general la siembra en contorno para aquellos cultivos en laderas, ya que esta práctica divide la pendiente y consecuentemente reduce la energía cinética de la escorrentía interceptando su recorrido y además permite una mayor infiltración del agua en el suelo. No quema y labranza de conservación principalmente para cultivos de caña de azúcar y granos básicos, así como la implementación de barreras vivas o abonos verdes. Todas estas prácticas reducen la pérdida de humedad en el suelo, mejora su estructura y su capacidad de infiltración, reduce el impacto de la lluvia y por ende la escorrentía generada; además de brindar un sostenimiento amigable con el medio ambiente. De igual modo, se brindaron recomendaciones de implementar drenajes superficiales como canales o fosas de infiltración para cultivos como café y mosaico de pastos y cultivos, ya que sirven como acumulador de agua y mejoran la infiltración del agua en el suelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas prácticas requieren de bastante mano de obra y movimiento del suelo.

3. RESULTADOS

Tomando como base los cambios que implicaban los escenarios descritos anteriormente, se ejecutaron de nuevo los modelos de erosión, sedimentación e inundación y se procedió a identificar el porcentaje de área de cada clase o intervalo para cada uno de los fenómenos analizados. Las comparaciones entre los resultados se muestran en las Figuras 3 y 4 para erosión y sedimentación y riesgo de inundación, respectivamente. Los valores de los intervalos presentados en las siguientes figuras, pueden ser apreciados en la sección de ANEXOS.



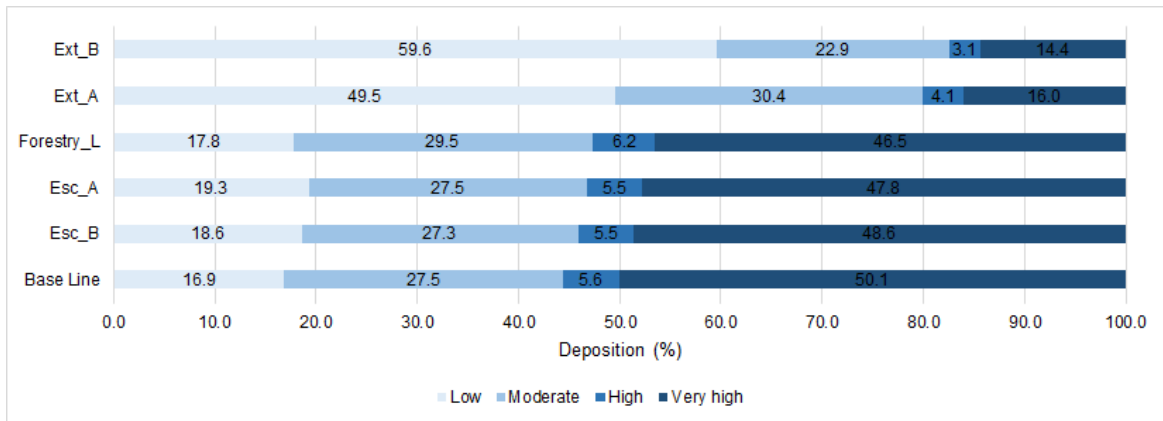


Figura 3. Riesgo de erosión y sedimentación para los diferentes escenarios analizados y porcentajes de áreas en las clases de erosión y sedimentación en la subcuenca Agua Caliente

Analizando los niveles de erosión y sedimentación se puede observar que, al implementar prácticas de manejo y cambios en las coberturas vegetales, incluso a nivel de microcuenca, generan reducción a nivel de toda la subcuenca, disminuyendo las zonas que presentan los niveles más altos de erosión y sedimentación (*High* y *Very High*) y aumentando aquellas con niveles bajos (*Low*) (Figura 3). Los escenarios que mayor reducción generan en estos dos fenómenos son aquellos implementados a nivel de subcuenca, resaltando los efectos positivos que tienen los escenarios extendidos (Ext_A y Ext_B) los cuales fueron incluso mayores que los del escenario de la Ley Forestal. Para este último caso, es de notar que la reducción que este escenario genera a nivel de toda la subcuenca es muy baja, siendo equiparable a los cambios obtenidos con los escenarios implementados a nivel de microcuenca (Esc_A y Esc_B).

Es importante mencionar que intervenciones a nivel de microcuenca generan cambios representativos a nivel de toda la subcuenca. Esto es muy importante al momento de planificar la gestión del territorio y de optimizar recursos económicos para dichas intervenciones.

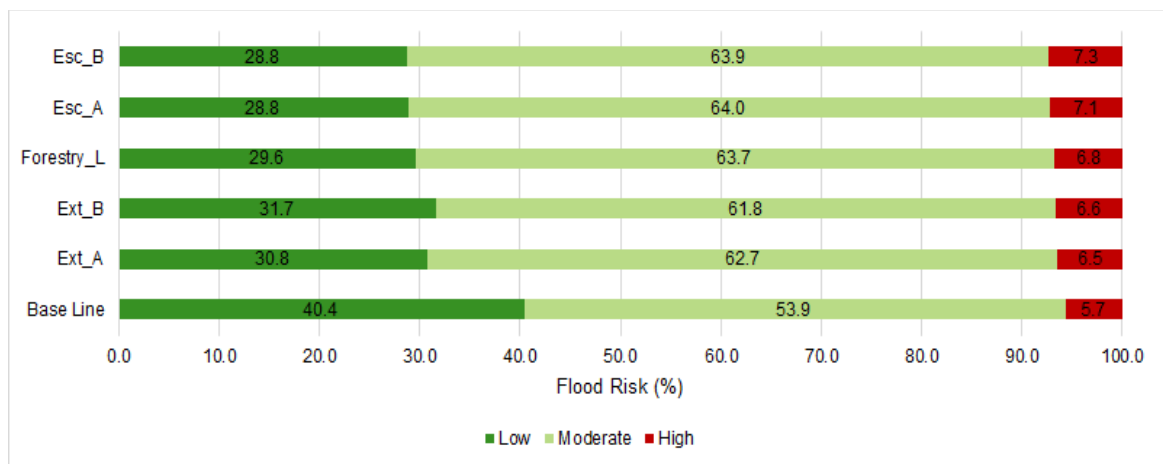


Figura 4. Riesgo de inundación para los diferentes escenarios analizados y porcentajes de áreas en las clases de riesgo de inundación para la subcuenca Agua Caliente

Para los análisis de riesgo de inundación, sorprendentemente los resultados muestran una reducción en las áreas con nivel bajo de riesgo y por lo tanto un incremento en aquellas áreas con nivel medio y alto. Estos resultados son el reflejo directo de los pocos cambios de coberturas propuestos, los cuales intervenían dentro del modelo a través de los números de curva (CN) que permiten a su vez determinar el nivel de infiltración o de escorrentía de agua en el suelo. Estos resultados abren el debate para discutir la importancia de las prácticas de manejo, las cuales sí hicieron parte de los escenarios de erosión/sedimentación pero que no se tuvieron en cuenta para los escenarios del riesgo de inundación y que, por lo tanto, se deberían incluir como una capa criterio en futuros análisis. Otra información que no estaba disponible para esos análisis era el mapa de humedales, el cual se debe considerar para futuros estudios de riesgo de inundación. Los humedales tienen funciones importantes como la regulación hídrica y conservación de la biodiversidad e intervenciones de manejo que reduzcan el nivel freático de esas áreas puede generar un impacto ambiental alto y, por lo tanto, esas áreas deben ser excluidas del mapa de riesgo de inundación.

Todos los cambios y diferencias entre los cinco escenarios explicados anteriormente, también pueden ser apreciados espacialmente en los siguientes mapas:

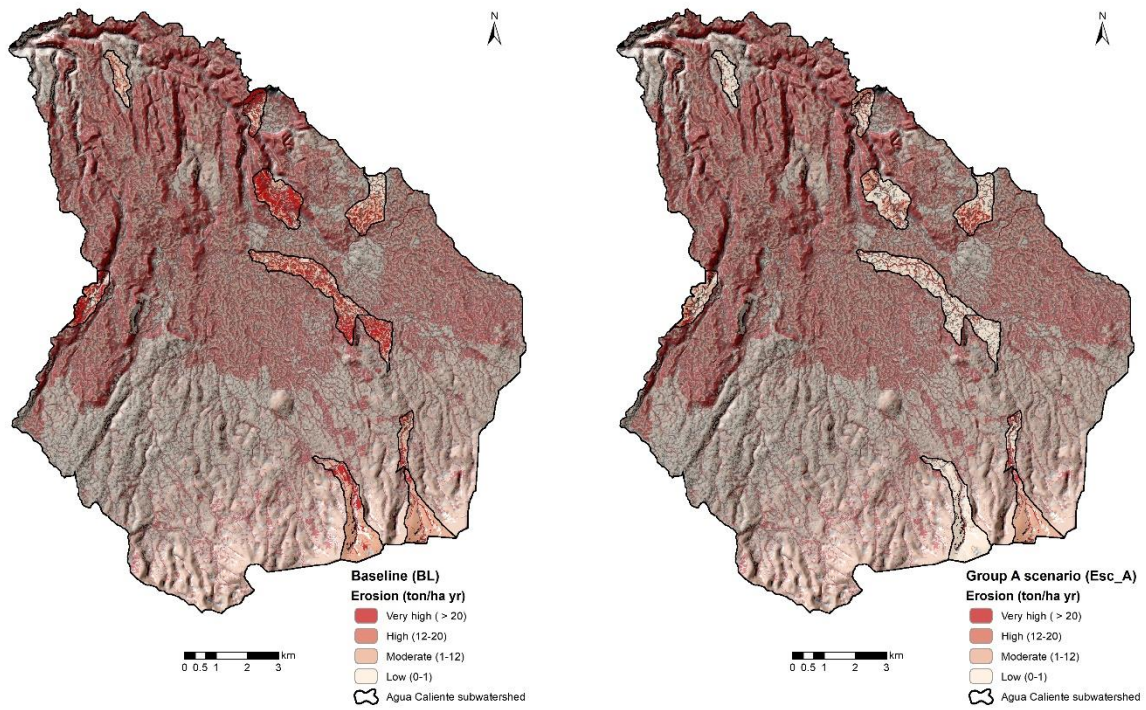


Figura 5. Escenario de erosión por microcuencas (Grupo A)

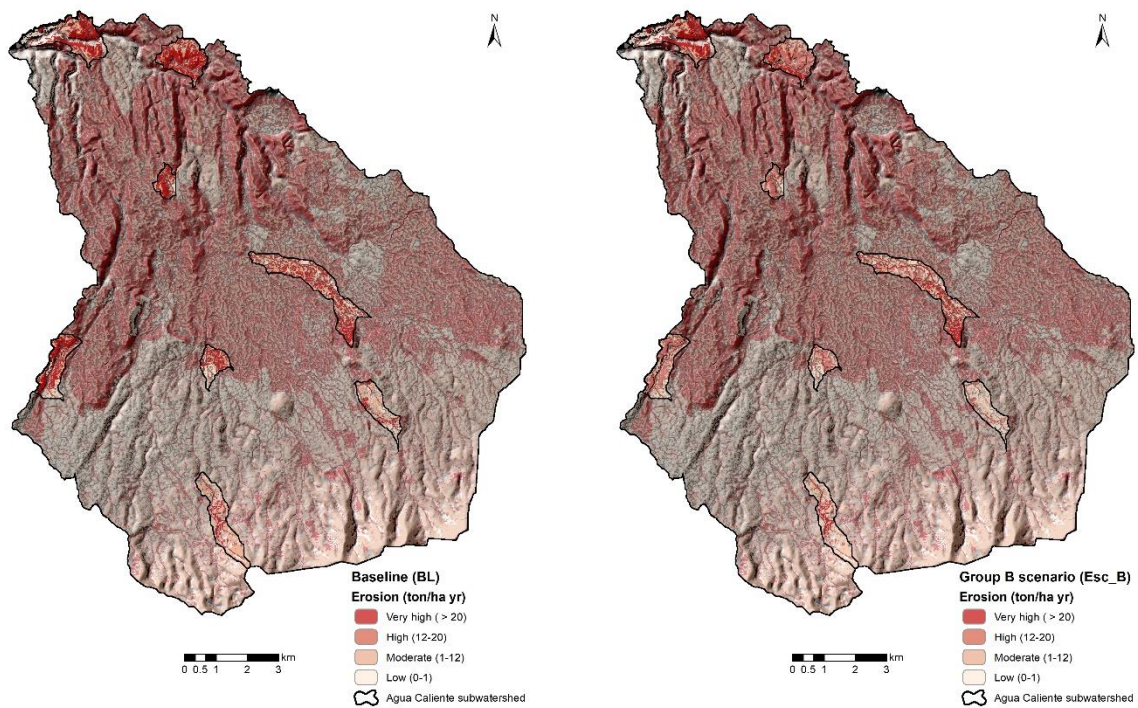


Figura 6. Escenario de erosión por microcuencas (Grupo B)

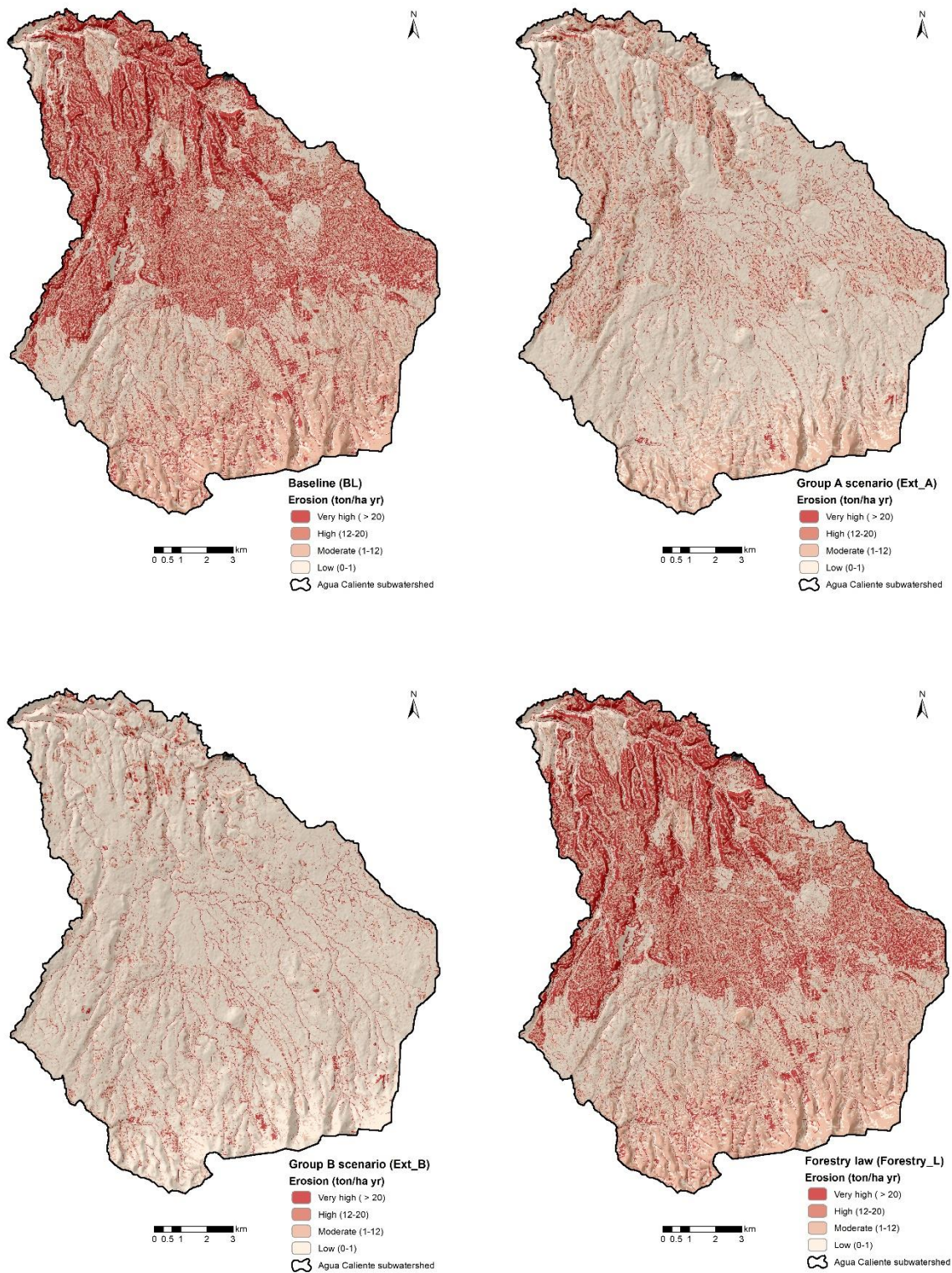


Figura 7. Escenarios de erosión a nivel de la subcuenca Agua Caliente

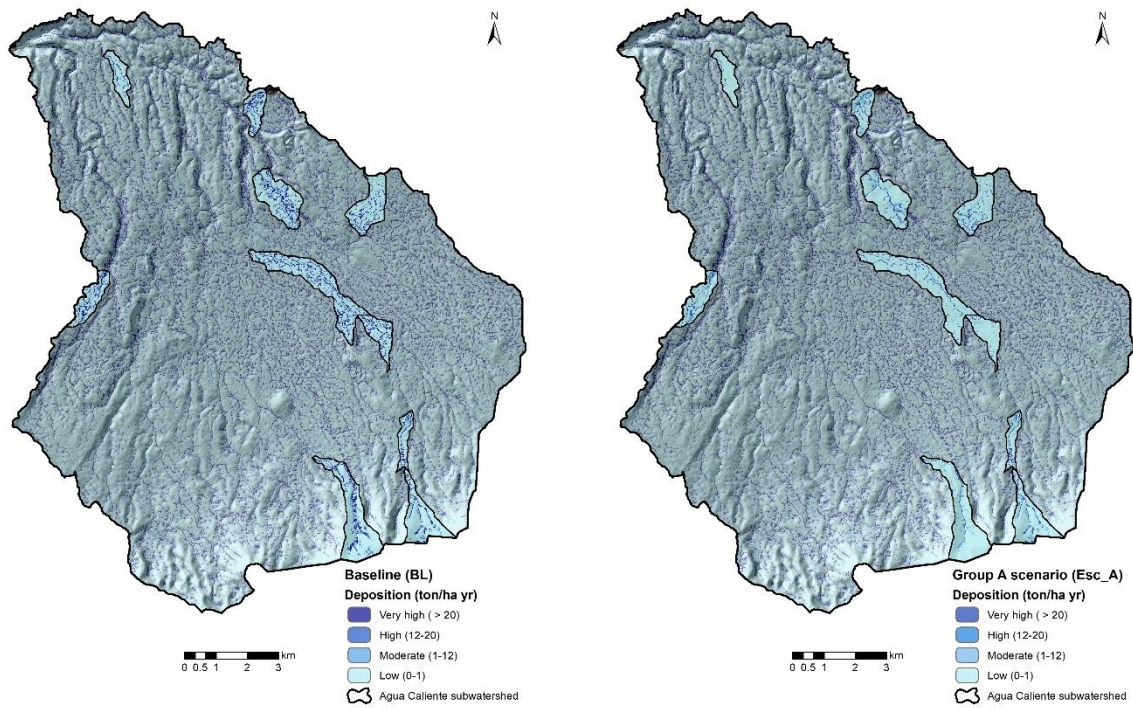


Figura 8. Escenario de sedimentación por microcuencas (Grupo A)

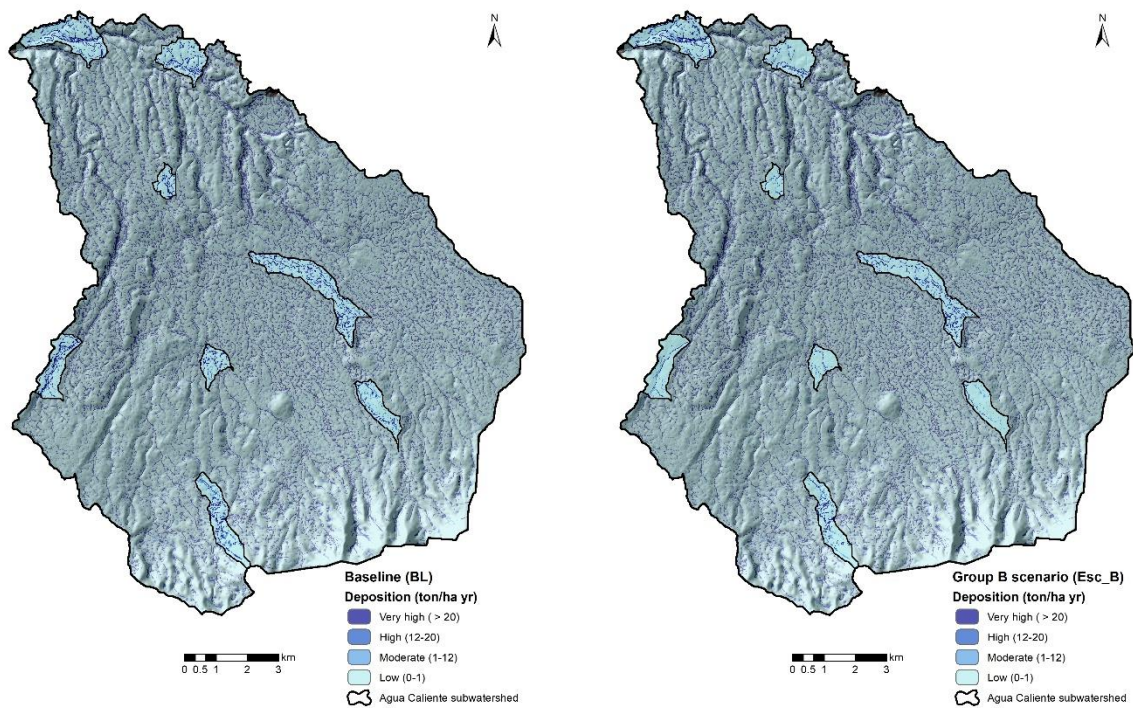


Figura 9. Escenario de sedimentación por microcuencas (Grupo B)

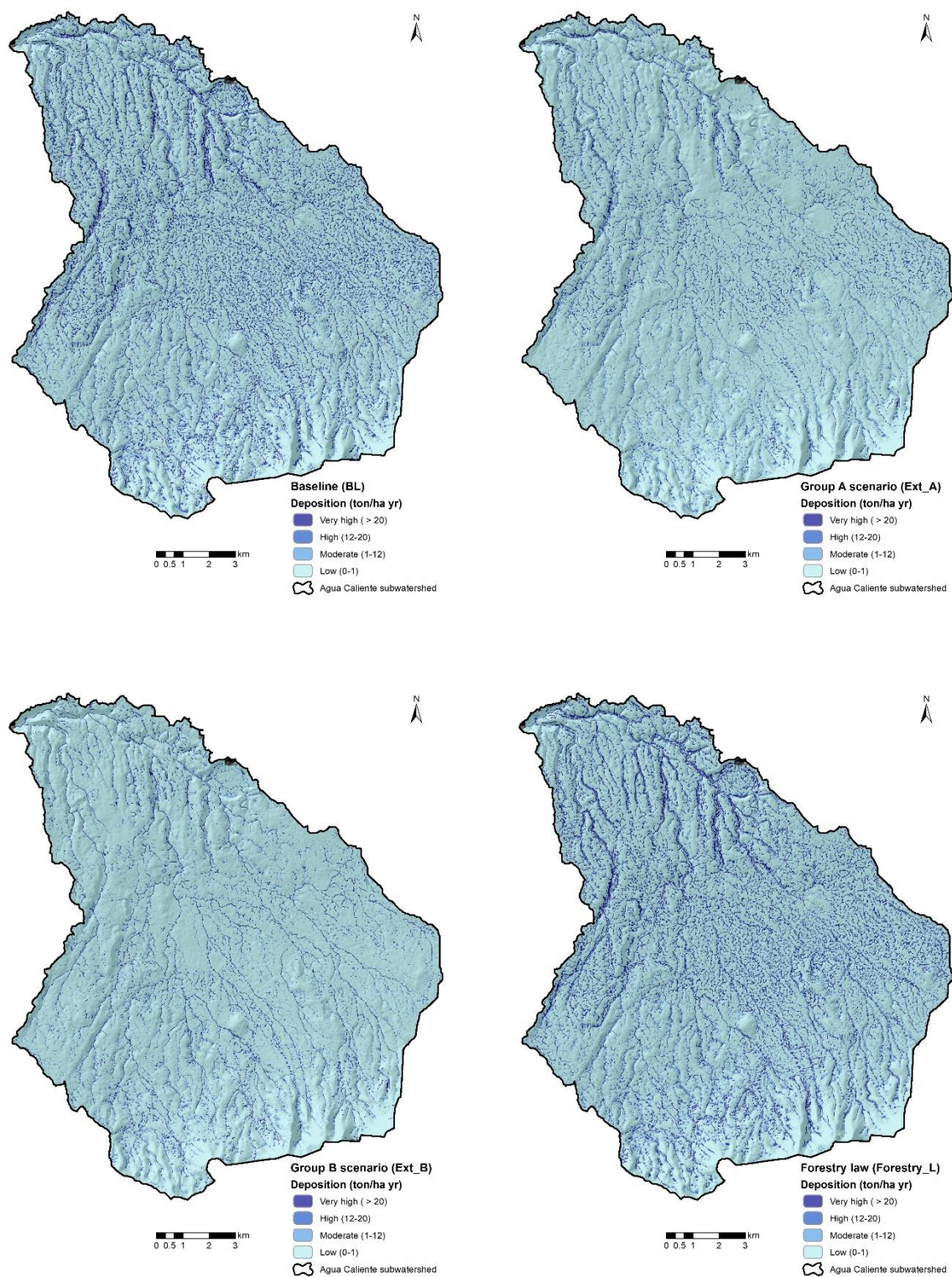


Figura 10. Escenarios de sedimentación a nivel de la subcuenca Agua Caliente

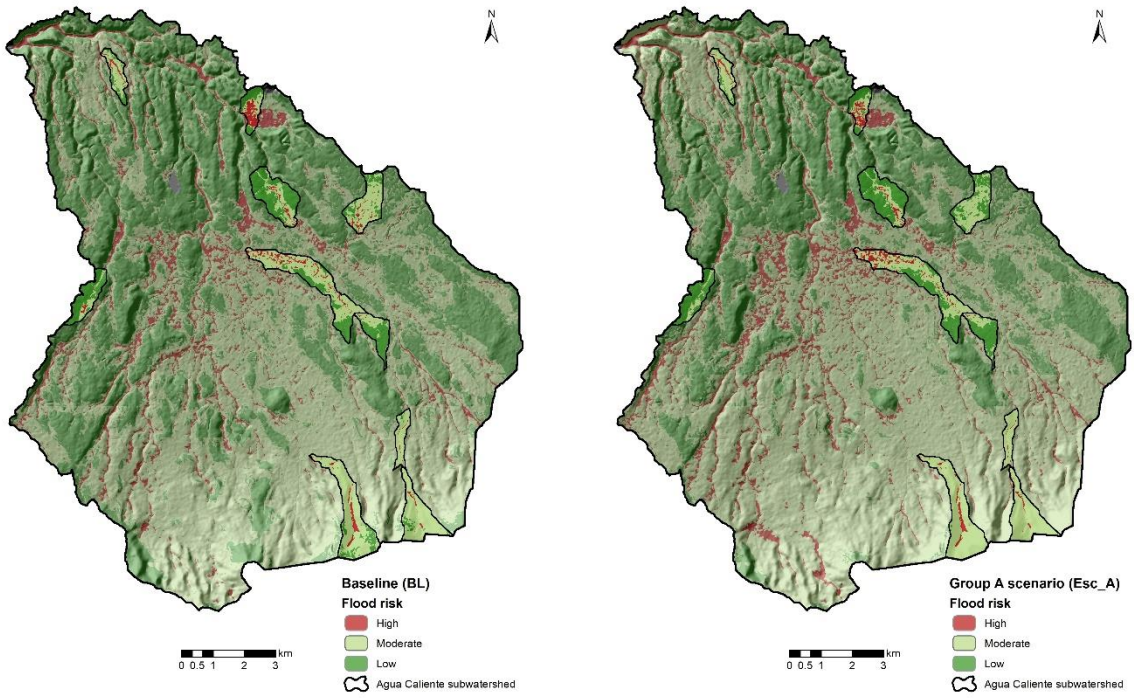


Figura 11. Escenario de inundación por microcuencas (Grupo A)

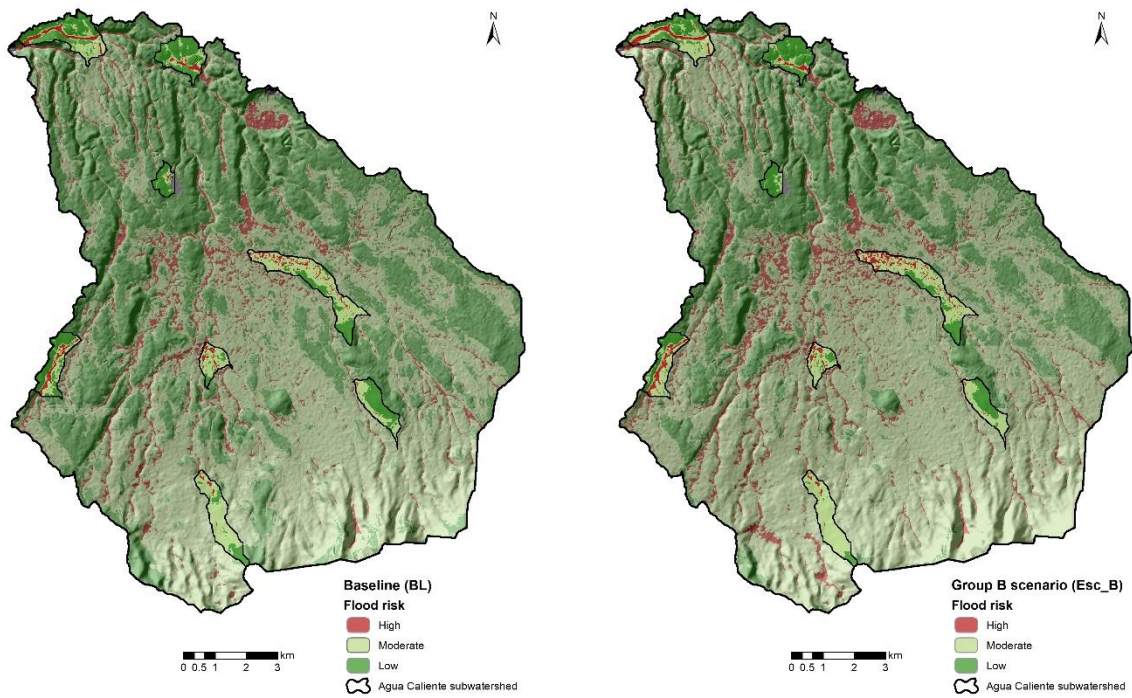


Figura 12. Escenario de inundación por microcuencas (Grupo B)

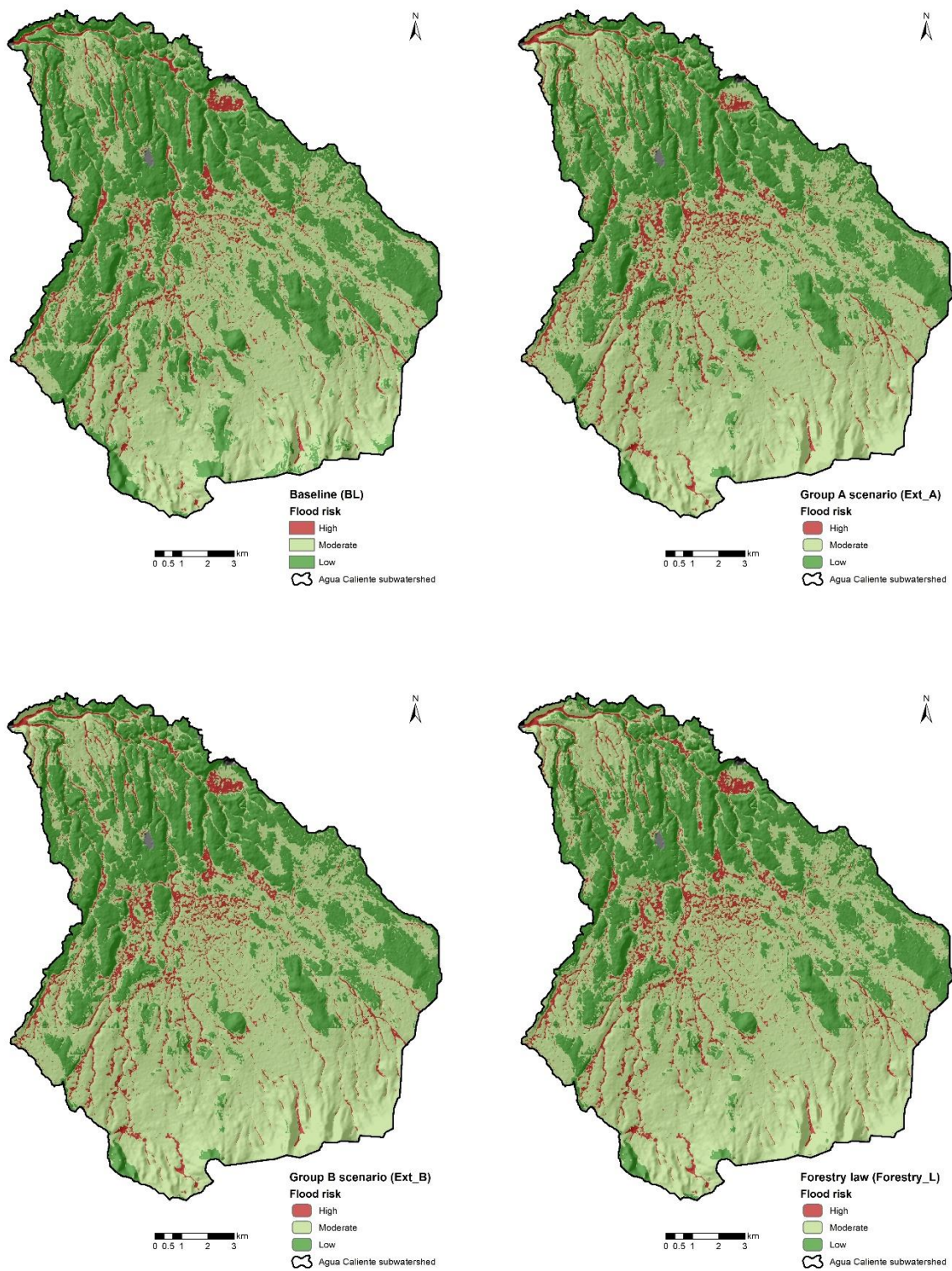


Figura 13. Escenarios de inundación a nivel de la subcuenca Agua Caliente

4. CONCLUSIONES

Se pudo observar que las recomendaciones brindadas por el grupo B, el cual estuvo conformado por profesionales y tomadores de decisiones de instituciones de ámbito nacional, generarían una mayor reducción de erosión y sedimentación tanto a nivel de microcuenca como al de subcuenca.

Para los análisis de riesgo de inundación es importante no confundir las áreas de humedales naturales con zonas de inundación para no entrar a realizar intervenciones que disturben el medio natural. Para esto es necesario realizar un proceso de identificación de los humedales y excluirlos de los análisis.

Los resultados obtenidos serán importantes insumos para la planificación de actividades de las diferentes instituciones con competencia en la subcuenca, ya que permiten priorizar zonas críticas para implementar acciones que mitiguen la degradación del recurso suelo.

Es importante mencionar que intervenciones a nivel de microcuenca generan cambios representativos a nivel de toda la subcuenca. Esto es muy importante al momento de planificar la gestión del territorio y de optimizar recursos económicos para dichas intervenciones.

Los mapas generados son una herramienta valiosa para los tomadores de decisiones puesto que pueden ser empleados en la prevención de desastres y en la priorización de zonas con mayores niveles de deterioro del suelo.

5. ANEXOS

Anexo 1. Mapas en formato PDF de cobertura/uso del suelo, erosión, sedimentación e inundación. Se entregan adjuntos a este documento.

Anexo 2. Tablas de referencia para las clases presentadas (*Low, Moderate, High* and *Very High*) en los gráficos de las secciones anteriores.

Porcentajes de áreas en las clases de erosión

Erosion range (ton/ha*yr)		Baseline (%)	Esc_A (%)	Esc_B (%)	Ext_A (%)	Ext_B (%)	Forestry_L (%)
Very High	>20	34.3	32.6	33.1	6.8	5.9	32.7
High	12 - 20	6.7	6.4	6.5	2.1	1.5	6.7
Moderate	1 - 12	40.1	38.8	39.2	29.8	12.8	40.8
Low	0 - 1	18.9	22.1	21.2	61.3	79.8	19.8

Porcentajes de áreas en las clases de sedimentación

Deposition range (ton/ha*yr)	Baseline (%)	Esc_A (%)	Esc_B (%)	Ext_A (%)	Ext_B (%)	Forestry_L (%)	
Very High	>20	50.1	47.8	48.6	16.0	14.4	46.5
High	12 - 20	5.6	5.5	5.5	4.1	3.1	6.2
Moderate	1 - 12	27.5	27.5	27.3	30.4	22.9	29.5
Low	0 - 1	16.9	19.3	18.6	49.5	59.6	17.8

Porcentajes de áreas en las clases de riesgo de inundación

Flood risk	Baseline (%)	Esc_A (%)	Esc_B (%)	Ext_A (%)	Ext_B (%)	Forestry_L (%)
High ⁴	5.7	7.1	7.3	6.5	6.6	6.8
Moderate	53.9	64.0	63.9	62.7	61.8	63.7
Low	40.4	28.8	28.8	30.8	31.7	29.6

⁴ Resultado de la unión entre las clases *Very High* y *High* de la clasificación original. Este cambio se realizó con el propósito de visualizar mejor los escenarios de inundación, ya que la clase *Very High* representa un porcentaje no superior al 0.01% en todos los escenarios analizados (Base Line, Esc_A, Esc_B, Ext_A, Ext_B y Forestry_L).