
Reporte de Actividad 3.2.3

Evaluación de eficiencia de los escenarios
optimizados del uso del recurso hídrico

Proyecto

C-INV-AG-007

Modelación hidrológica de cuencas incorporando las mejores
prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite

Autores

Andrea Zabala
Carlos Ricardo Bojacá

Área de Geomática

Cenipalma

Septiembre 2026

1. Introducción

Las actividades 3.2.1 y 3.2.2 establecieron, respectivamente, cuánta agua ahorra cada escenario de uso eficiente del agua (UEA) y cómo ese ahorro se traduce en el balance hídrico de las cuencas. La actividad 3.2.3 cierra la evaluación respondiendo a cuatro preguntas de carácter operativo: qué tan robustos son esos resultados frente a la incertidumbre de la fracción recuperable del retorno, qué tan sensibles son a la eficiencia de línea base que se adopte, cómo influye el orden de implementación sobre el ahorro efectivamente alcanzable, y en qué subcuencas debería concentrarse la inversión.

Estas preguntas responden directamente a las consideraciones que el reporte 3.1.2 planteó para la modelación en HydroBID, en particular la recomendación de Delphy et al. (2021) de implementar la tecnificación de forma escalonada de aguas abajo hacia aguas arriba, y la de validar las eficiencias simuladas contra los valores medidos en campo.

2. Metodología

2.1. Alcance y supuestos

- **Eficiencia de línea base por cuenca.** Se adopta la eficiencia con la que se calculó la demanda bruta de palma del proyecto en cada cuenca, 0.39 en Frío-Sevilla y 0.32 en Aracataca-Tucurínca y Fundación (equivalente global $E_{base} = 0.341$), de modo que el consumo neto del cultivo sea una identidad de la fuente y no un supuesto adicional. El valor de 0.39 implícito en el balance regional de Findeter se conserva sólo como contraste, y su sensibilidad se cuantifica en este reporte.
- **Fracción recuperable del retorno φ .** Se adopta $\varphi = 0.50$ a partir de la literatura de contabilidad del agua de riego (actividad 3.2.1), con banda de incertidumbre de 0.40 a 0.65, y se modula con un gradiente por zona longitudinal impuesto por el marco, no estimado a partir de datos de las tres cuencas de estudio. La incertidumbre sobre este parámetro se examina en una sección propia de resultados.
- **Superficie de palma.** El área por COMID es el promedio de las coberturas Corine Land Cover de 2018, 2020 y 2022, intersectadas geométricamente con las subcuencas; no incorpora la expansión o contracción del cultivo fuera de esas fechas.
- **Metas uniformes.** Cada escenario aplica la misma eficiencia global a toda la superficie de palma de las tres cuencas, porque la composición real de sistemas de riego por subcuenca (qué proporción está bajo gravedad, aspersión o goteo) no está disponible en la base de datos del proyecto.
- **Demanda climatológica.** El perfil de demanda es un promedio multianual aplicado uniformemente al período hidrológico de 1985 a 2023, sin variabilidad interanual ni respuesta de la demanda a las condiciones climáticas de cada año.

3. Indicadores de eficiencia de los escenarios

Tabla 1: Indicadores de eficiencia por escenario, agregados para las tres cuencas

Indicador	Base	E1	E2	E3
Eficiencia global del riego	34.1 %	50.0 %	55.0 %	65.0 %
Ahorro aparente (predio)		31.9 %	38.1 %	47.6 %
Ahorro real (cuenca)		23.8 %	28.4 %	35.5 %
Factor de realización		0.50	0.50	0.50
Lámina bruta aplicada (mm/año)	1 041	709	645	546
Ahorro real por hectárea (m ³ /ha/año)		1 662	1 984	2 479
Ahorro real marginal (hm ³ por punto de eficiencia)		4.82	4.38	3.71
Ahorro aparente marginal (hm ³ por punto)		9.63	8.76	7.41

El **factor de realización**, es decir, la proporción del ahorro logrado en el predio que se traduce en agua liberada para la cuenca, se mantiene alrededor de 0.50 en los tres escenarios. En términos prácticos, de cada metro cúbico que un productor deja de captar gracias a la tecnificación, cerca de 0.50 constituye agua adicional efectivamente disponible para el sistema; el resto ya regresaba a la red superficial o al acuífero dulce y seguía disponible aguas abajo. Este factor es algebraicamente igual a $1 - \varphi$, por lo que su estabilidad entre escenarios no es un hallazgo del modelo sino una consecuencia directa de la identidad que gobierna el marco (actividad 3.2.1).

Factor de realización del ahorro de agua

Proporción del ahorro logrado en el predio que se traduce en agua liberada en la cuenca

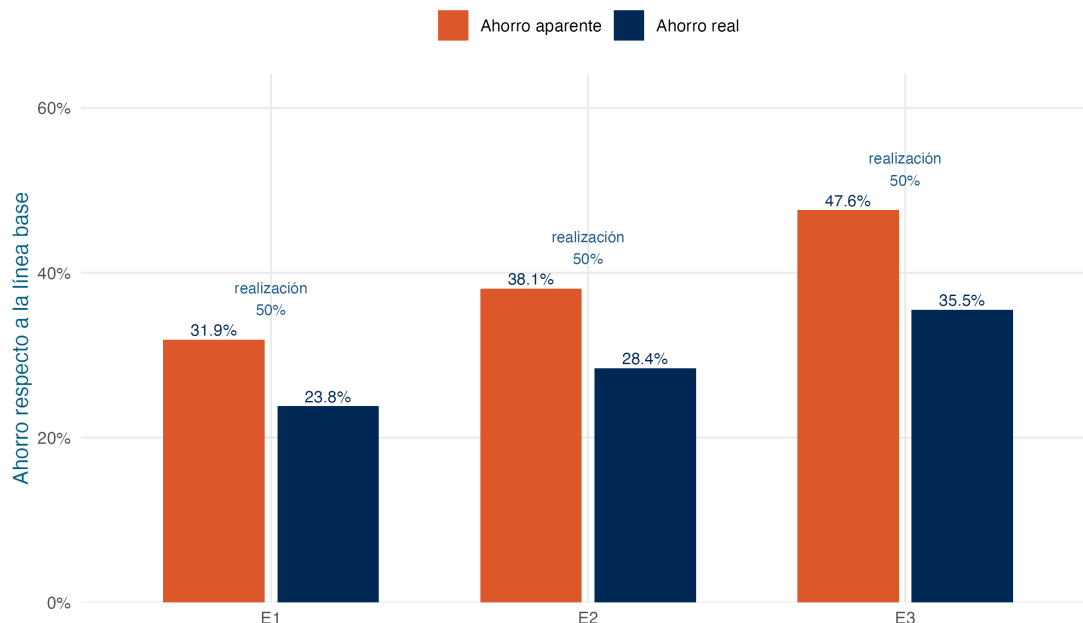


Figura 1: Factor de realización del ahorro de agua por escenario.

El ahorro marginal decreciente constituye el segundo resultado relevante de esta sección. Cada punto porcentual adicional de eficiencia global rinde 4.82 hm³ de ahorro real al pasar de la línea base a E1, pero solo 3.71 hm³ al llegar a E3. Dado que el costo marginal de la tecnificación

crece en sentido contrario, la relación beneficio-costos hídrica se deteriora de forma acelerada en el extremo superior del rango.

4. Sensibilidad a la fracción recuperable del retorno

El parámetro φ , la fracción del retorno de riego que vuelve a la red superficial o al acuífero dulce y sigue disponible aguas abajo, gobierna directamente la magnitud del ahorro real. Su valor adoptado, 0.50, proviene de la literatura de contabilidad del agua de riego (actividad 3.2.1) y no de mediciones en las cuencas de estudio, por lo que se evalúa una banda de 0.40 a 0.65 y, como contraste, valores fuera de ella. En cada valor ensayado, φ se aplica de forma uniforme a todos los COMID. En tramos con drenaje directo al sistema cenagoso o a acuíferos salobres el valor efectivo sería menor, y en tramos con drenajes que retornan al cauce aguas arriba de otras captaciones, mayor.

Tabla 2: Ahorro real a escala de cuenca en función de la fracción recuperable del retorno φ (en negrita, el valor adoptado)

φ	E1	E2	E3
0.00	31.9 %	38.1 %	47.6 %
0.25	28.6 %	34.2 %	42.7 %
0.40	26.0 %	31.0 %	38.8 %
0.50 (adoptado)	23.8 %	28.4 %	35.5 %
0.65	19.5 %	23.3 %	29.2 %
0.75	15.8 %	18.8 %	23.5 %
0.90 (Delphy)	7.6 %	9.1 %	11.4 %
0.95	4.3 %	5.1 %	6.4 %

Sensibilidad del ahorro real a la fracción recuperable del retorno

Cuanto mayor es la fracción recuperable (ϕ), menor es el ahorro efectivo de la cuenca

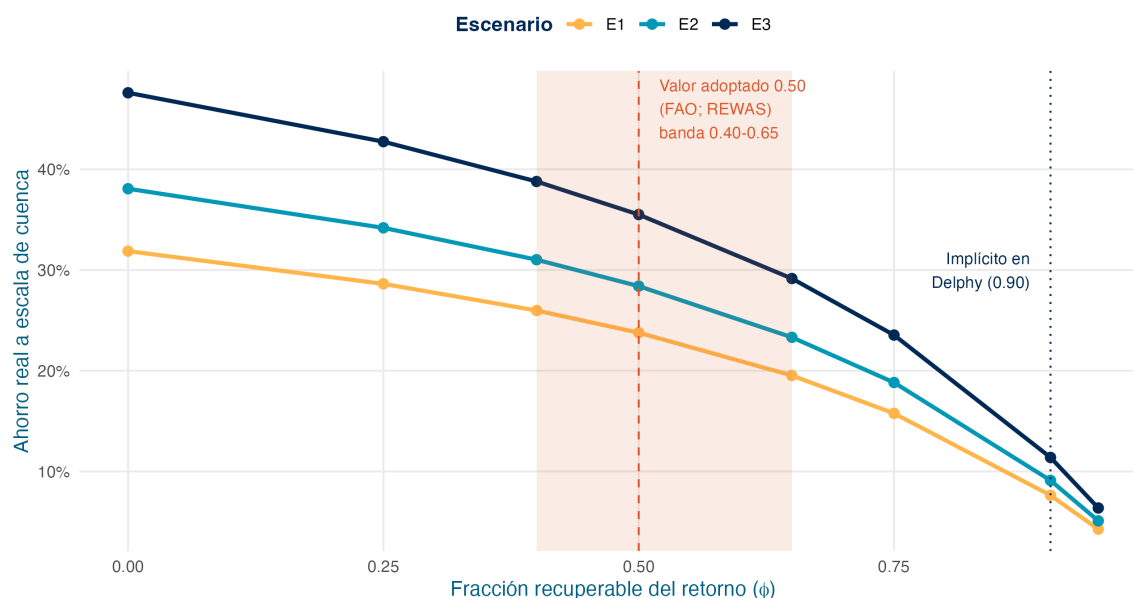


Figura 2: Sensibilidad del ahorro real a la fracción recuperable del retorno.

Interpretación de la sensibilidad. Dentro de la banda de incertidumbre de la fracción recuperable, de 0.40 a 0.65, el ahorro real del escenario E3 se sitúa entre 29.2 % y 38.8 %, frente al 35.5 % del valor adoptado. Fuera de la banda, el rango completo ensayado va de 6.4 % a 47.6 %. Esta amplitud es la principal fuente de incertidumbre de todo el marco de evaluación, y su reducción exige mediciones directas de los caudales de retorno y de su destino (red superficial, acuífero dulce o ciénaga) en las tres cuencas.

Conviene señalar que los extremos de la tabla acotan interpretaciones bien definidas. El valor $\varphi = 0$ corresponde al contexto en que todo el retorno se pierde, y en él el ahorro real coincide con el aparente: es la lectura implícita cuando se reporta únicamente la reducción de la captación en el predio. En el otro extremo, $\varphi = 0.90$ es el valor que implicaría el resultado de Delphy et al. (2021) para el distrito de Arosevilla (ahorro aparente del 67 % y real del 20 % al pasar de una eficiencia de aplicación del 25 % al 75 %); con él, el ahorro real de E3 sería del 11.4 %. Ese valor supera la cota superior que Grafton et al. (2018) reportan para riego superficial y es consistente con un distrito de topografía plana y usuarios en serie sobre los mismos drenajes; con la fracción adoptada, el mismo cambio de eficiencia de Arosevilla daría un ahorro real del 53.3 %. El valor adoptado, sustentado en la revisión de la FAO (Van Opstal et al., 2025) y en el caso REWAS a escala de sistema (Whiting et al., 2023), se sitúa entre ambos extremos.

5. Sensibilidad a la eficiencia global de línea base

La eficiencia de línea base adoptada es la que se empleó para calcular la demanda bruta de palma en cada cuenca, con un equivalente global $E_{\text{base}} = 0.341$. El balance regional de Findeter, Asbama y Fedepalma (2017-2018) implica un valor distinto: dicho estudio establece que llevar la eficiencia global al 65 % reduce la demanda de riego de 70 a 42 m³/s, una reducción del 40 %, lo que equivale a $E_{\text{base}} = 0.65 \times 42/70 = 0.39$. Esta sección cuantifica qué cambiaría si se adoptara ese valor de manera uniforme en las tres cuencas, manteniendo fija la demanda bruta de palma del proyecto y recalculando únicamente el consumo neto implícito que de ella se deduce.

Tabla 3: Reducción de la captación y ahorro real según la eficiencia de línea base adoptada

Eficiencia de línea base	Reducción de captación bruta			Ahorro real en la cuenca		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
0.30	40.0 %	45.5 %	53.8 %	30.8 %	35.0 %	41.4 %
0.34 (adoptada)	31.9 %	38.1 %	47.6 %	23.8 %	28.4 %	35.5 %
0.35	30.0 %	36.4 %	46.2 %	22.2 %	26.9 %	34.2 %
0.39 (Findeter)	22.0 %	29.1 %	40.0 %	15.8 %	20.9 %	28.8 %

Sensibilidad a la eficiencia global de línea base

Demanda bruta fija; 0.39 uniforme es el valor implícito en Findeter

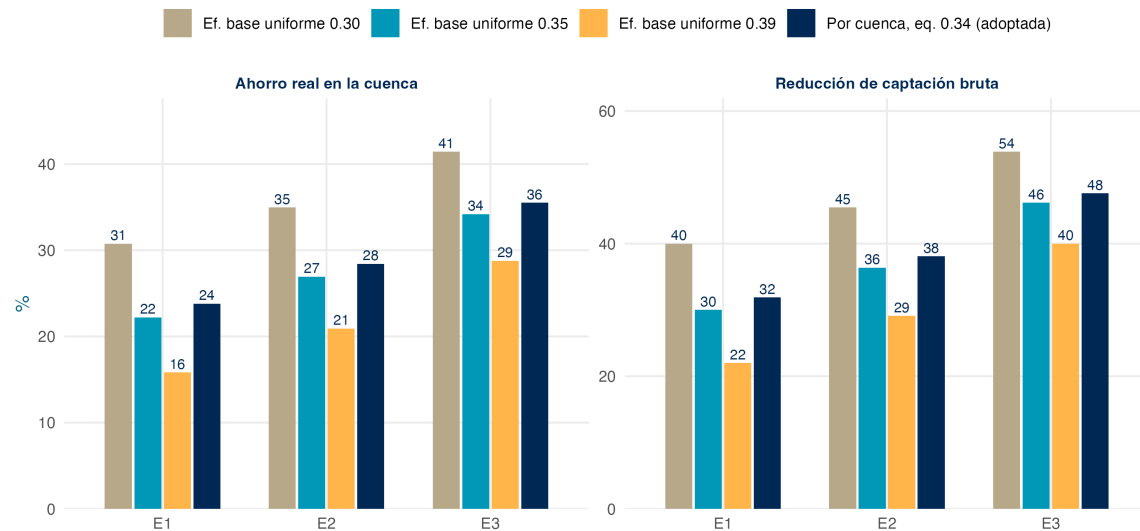


Figura 3: Sensibilidad de la reducción de captación bruta y del ahorro real a la eficiencia global de línea base. La demanda bruta permanece fija; sólo cambia el consumo neto que de ella se deduce.

Cambiar la eficiencia de línea base desplaza sustancialmente la reducción de captación bruta atribuible a cada escenario: con $E_{base} = 0.39$, el escenario E3 reduce la captación en un 40 %, que es exactamente la reducción del 40 % de la Alternativa 0 de Findeter, por construcción algebraica y no por validación independiente. Con la eficiencia adoptada en este proyecto, la misma meta E3 reduce la captación en un 47.6 %.

El ahorro real muestra el mismo patrón de sensibilidad, pero el **factor de realización se mantiene** en 0.50 para las 4 eficiencias de línea base ensayadas. Esto confirma que el factor de realización depende exclusivamente de φ (es igual a $1 - \varphi$), y no de la eficiencia con la que se calcule la demanda bruta: la elección de E_{base} desplaza el volumen absoluto de ahorro aparente y real, pero no la proporción entre ambos.

6. Efecto del orden de implementación

El reporte 3.1.2 recoge la recomendación de Delphy et al. (2021) de implementar los sistemas eficientes de forma escalonada, comenzando por la parte baja de la cuenca y avanzando progresivamente hacia aguas arriba, para no afectar la disponibilidad de agua de los usuarios situados aguas abajo. Esta sección cuantifica el efecto de esa recomendación bajo el escenario E3, para cuatro niveles de adopción de la superficie de palma y tres órdenes de intervención.

Tabla 4: Ahorro real alcanzado según el nivel de adopción y el orden de implementación (escenario E3)

Orden de implementación	25 %	50 %	75 %	100 %
De aguas abajo hacia arriba	10.45 %	18.78 %	27.27 %	35.52 %
De aguas arriba hacia abajo	8.41 %	16.17 %	26.31 %	35.52 %
Adopción uniforme	8.88 %	17.76 %	26.64 %	35.52 %

Resultado. A igual superficie intervenida, comenzar por la parte baja de la cuenca rinde más ahorro real que comenzar por la parte alta. Con el 50 % del área convertida, la secuencia de aguas abajo hacia arriba libera un 18.78 % de la presión hídrica frente al 16.17 % de la secuencia inversa, es decir, cerca de un 16 % más de ahorro real con la misma superficie intervenida. La recomendación cualitativa de Delphy et al. (2021) es consistente con este resultado, cuya magnitud depende del gradiente de φ impuesto.

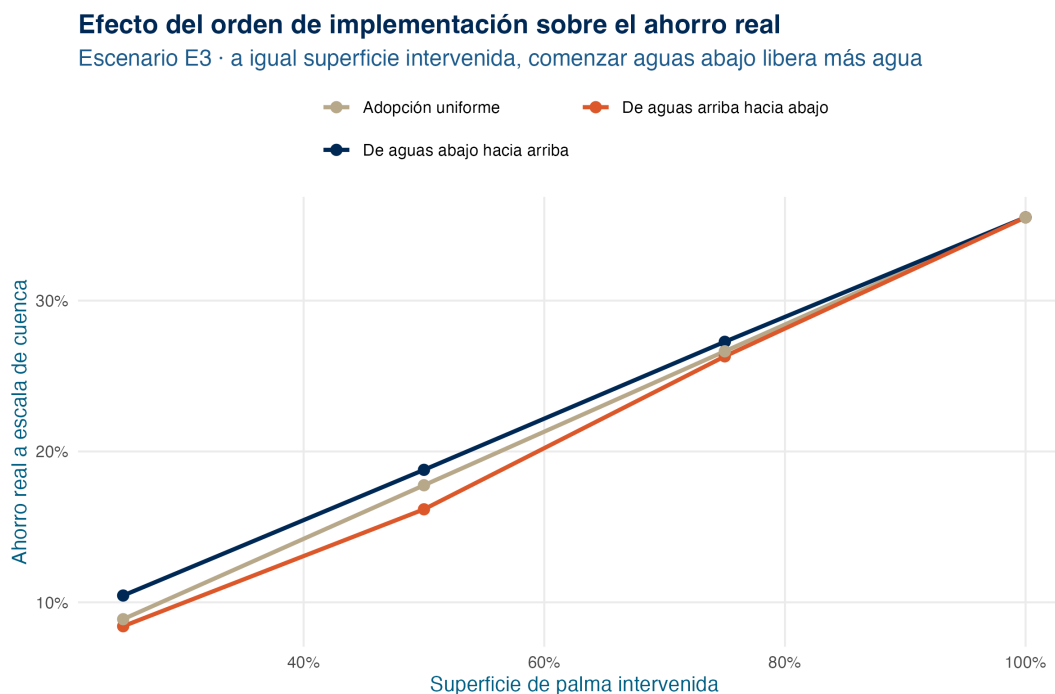


Figura 4: Efecto del orden de implementación sobre el ahorro real. Las tres trayectorias convergen únicamente cuando la adopción alcanza el 100 % de la superficie.

Es importante precisar el estatuto de este resultado: no es una verificación independiente del marco, sino una consecuencia directa del gradiente de φ por zona que el propio marco impone (actividad 3.2.1). Los valores medios resultantes son $\varphi = 0.528$ en la zona alta, 0.503 en la media y 0.478 en la baja, en proporción al gradiente impuesto de 1.05, 1.00 y 0.95 respectivamente. Los retornos generados en la parte baja de la cuenca descargan en mayor proporción al sistema cenagoso terminal; su fracción recuperable es, por construcción del gradiente, la menor de las tres zonas, y reducir la captación en esos predios libera una proporción algo mayor de agua para la cuenca. En cambio, una fracción algo mayor de los retornos de la parte alta sigue disponible para los usuarios intermedios y bajos, de modo que suprimirlos libera proporcionalmente menos agua. Este mecanismo, y no una propiedad emergente de la simulación, es el que explica la ventaja de la secuencia de aguas abajo hacia arriba.

Esta lectura no resta valor práctico al resultado: si los recursos de inversión son limitados y no permiten la conversión simultánea de toda la superficie, que es la situación realista, la secuencia de implementación sigue siendo una decisión que modifica el rendimiento hídrico de la misma inversión, condicionada a que el gradiente de la fracción recuperable impuesto sea representativo de las tres cuencas.

7. Priorización de subcuencas

La priorización combina dos criterios: la magnitud del ahorro real alcanzable en cada subcuenca bajo el escenario E3 y la criticidad hidrológica de su situación actual, medida por el IUA de la línea base. Ambos se normalizan mediante rango percentil y se promedian con igual peso.

Tabla 5: Subcuencas prioritarias para la implementación de tecnologías de UEA (diez primeras)

COMID	Cuenca	Zona	Área palma (ha)	Ahorro real (m ³ /ha/año)	IUA base (%)	Índice
300049000	Frío-Sevilla	Media	4 071	2 246	839.3	0.91
300054100	Frío-Sevilla	Media	3 295	1 847	6 541.8	0.87
300072700	Fundación	Alta	2 637	2 661	137.9	0.80
300064800	Aracataca	Alta	7 327	2 174	46.3	0.78
300055300	Aracataca	Baja	5 337	2 874	38.7	0.74
300051200	Frío-Sevilla	Baja	1 000	1 925	166.9	0.70
300061300	Fundación	Alta	1 652	2 637	76.0	0.69
300048700	Frío-Sevilla	Alta	891	1 740	197.1	0.67
300047000	Frío-Sevilla	Alta	681	1 740	276.3	0.65
300064500	Fundación	Baja	4 643	2 960	24.1	0.65

Las tres subcuencas de mayor prioridad concentran conjuntamente 10 004 hectáreas de palma, cerca de 22 % de la superficie total del estudio. Según su posición en la red, se distribuyen así: 1 en la zona alta y 2 en la zona media. El índice combina el ahorro real por hectárea, que refleja la eficiencia de línea base de cada cuenca y el gradiente de la fracción recuperable por zona, con la criticidad del IUA de la línea base, de modo que el orden de prioridad no coincide necesariamente con la secuencia de implementación de aguas abajo hacia aguas arriba.

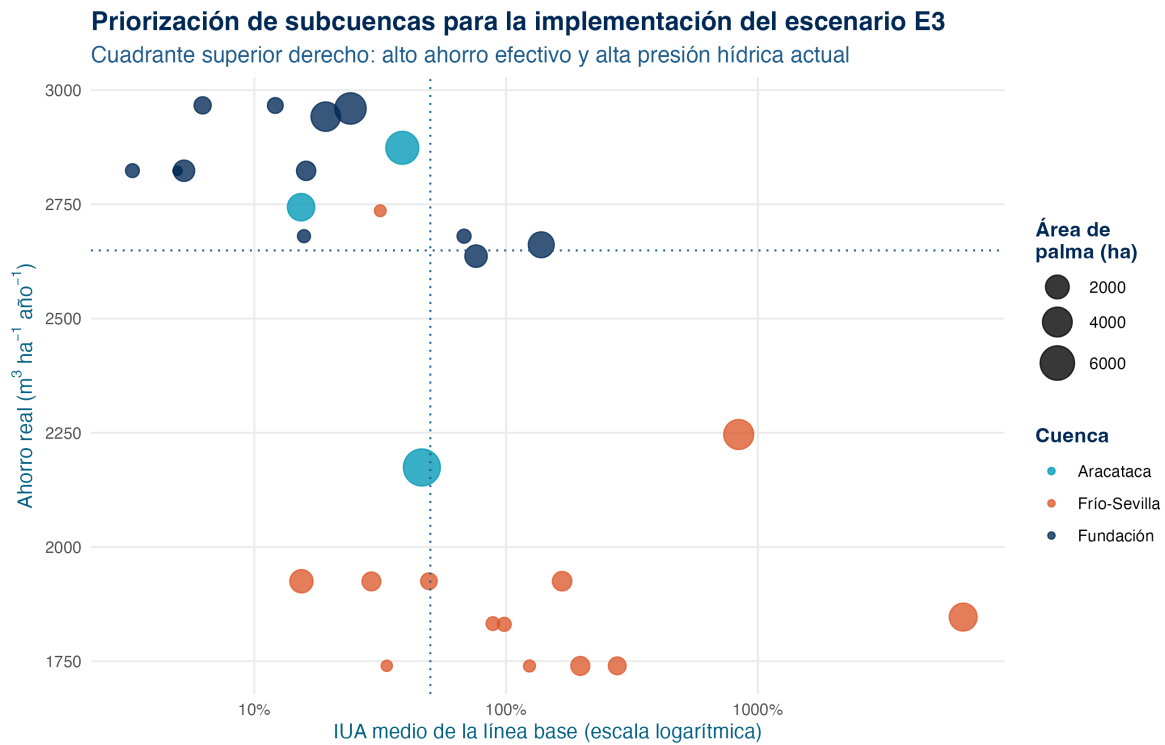


Figura 5: Priorización de subcuencas según el ahorro real por hectárea y la presión hídrica actual. El tamaño de los símbolos representa la superficie sembrada en palma.

Índice de prioridad para la implementación de tecnologías de UEA

Combina el ahorro real alcanzable y la presión hídrica actual de cada subcuenca

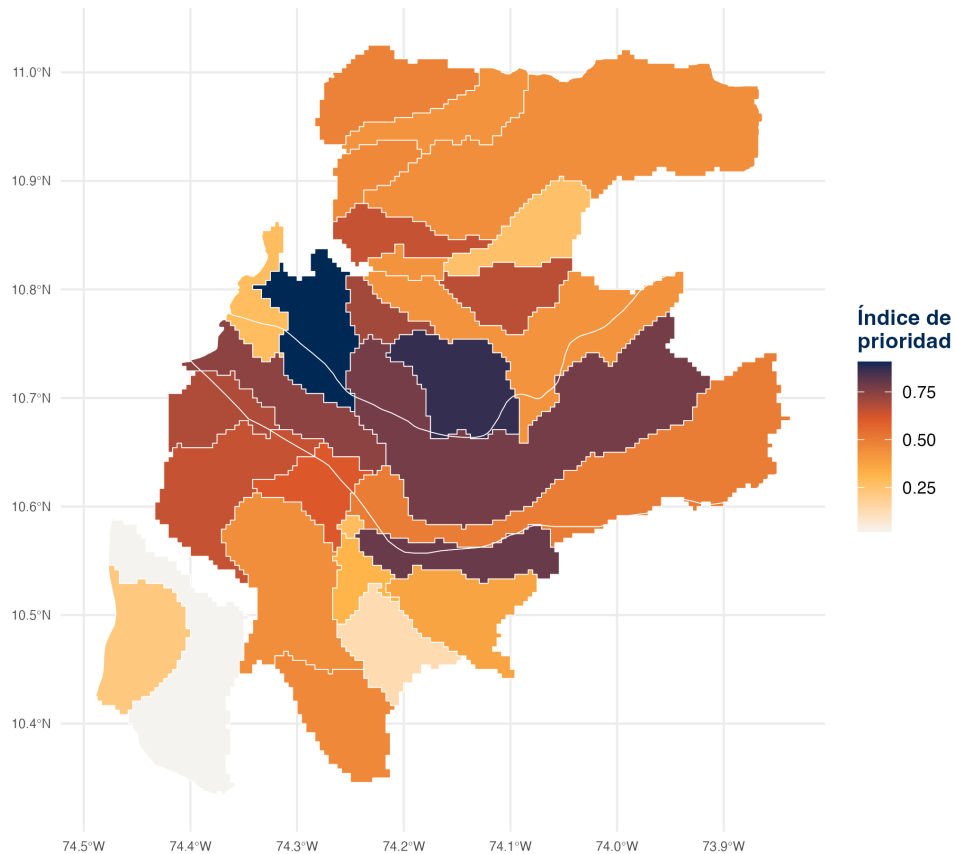


Figura 6: Distribución espacial del índice de prioridad para la implementación de tecnologías de UEA.

8. Validación frente al techo técnico documentado

El reporte 3.1.2 recomienda validar las eficiencias simuladas contra los valores de eficiencia de aplicación, coeficiente de uniformidad y uniformidad de distribución medidos en campo, de modo que las metas empleadas en el modelo no superen el techo técnico demostrado para cada tecnología.

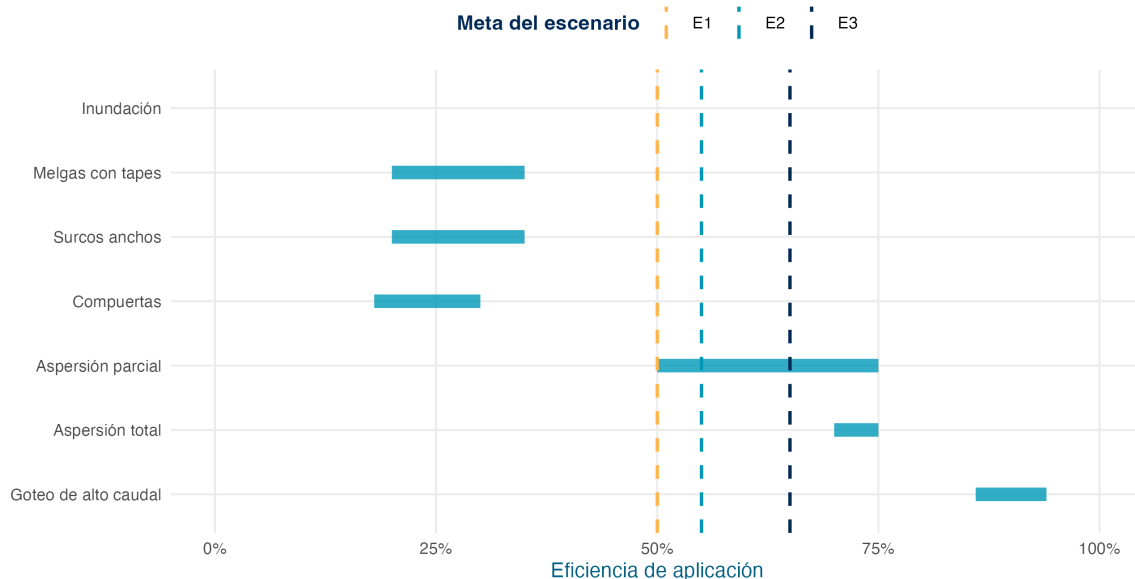
Tabla 6: Metas de los escenarios frente al desempeño medido por sistema de riego (Cenipalma, CEPS y zona Norte)

Sistema de riego	Ea medida	CU	UD
Inundación	18 %		
Melgas con tapes	20 % a 35 %		73 %
Surcos anchos	20 % a 35 %		74 %
Compuertas	18 % a 30 %		38 %
Aspersión parcial	50 % a 75 %	36 %	26 %
Aspersión total	70 % a 75 %	58 %	48 %
Goteo de alto caudal	86 % a 94 %	93 %	89 %
Meta E1	50 %		
Meta E2	55 % (50 % a 60 %)		
Meta E3	65 % (60 % a 70 %)		

Las tres metas se sitúan por debajo del máximo demostrado en campo, que corresponde al 94 % del goteo de alto caudal. El límite superior del escenario E3, del 70 % de eficiencia global, es alcanzable con Aspersión parcial, Aspersión total y Goteo de alto caudal. La meta del escenario E1 es coherente con la sustitución de inundación y compuertas por surcos anchos combinada con el mantenimiento de los sistemas presurizados existentes, tal como plantea el reporte 3.1.2.

Metas de eficiencia frente al desempeño demostrado en campo

Barras: rango de eficiencia de aplicación medido por sistema (Cenipalma, CEPS y zona Norte)

**Figura 7:** Metas de eficiencia de los escenarios frente al rango de eficiencia de aplicación medido por sistema de riego.

Debe advertirse, no obstante, una diferencia conceptual entre ambas magnitudes. Las metas de los escenarios se refieren a la eficiencia *global* del riego, que incluye las etapas de conducción y distribución, mientras que los valores de la tabla corresponden a la eficiencia de *aplicación* en parcela. Dado que las pérdidas de conducción son sustanciales, alcanzar una eficiencia global del 65 % exige eficiencias de aplicación superiores a ese valor si la conducción no se interviene simul-

táneamente. Este punto refuerza la formulación del escenario E3, que contempla la intervención integral del sistema y no solo el cambio de emisor.

9. Consideraciones financieras

El análisis costo-beneficio de Delphy et al. (2021) evaluó la viabilidad de los sistemas de riego a quince años bajo clima actual y bajo cambio climático:

Tabla 7: Indicadores financieros a quince años reportados por Delphy et al. (2021)

Sistema	Escenario climático	ROI	TIR	VPN (COP)
Superficie	Actual	-1.72	-9.06 %	-152 485 088
Aspersión	Actual	3.42	7.09 %	135 912 492
Goteo de alto caudal	Actual	4.30	9.24 %	212 238 108
Goteo de alto caudal	Cambio climático	2.96	5.96 %	106 544 020

Estos indicadores respaldan la viabilidad financiera de los escenarios E2 y E3 desde la perspectiva del productor: tanto la aspersión como el goteo presentan tasa interna de retorno y valor presente neto positivos, mientras que el riego por superficie resulta inviable salvo que el productor no pague por el agua. La reproducción de estas cifras se ofrece como contexto; el análisis de eficiencia hidrológica del presente reporte no depende de ellas y la fuente disponible no especifica la unidad de referencia, predio o hectárea, sobre la que se calculan los valores absolutos.

Es importante subrayar una asimetría que atraviesa toda esta evaluación: los beneficios financieros de la tecnificación son privados y se materializan en el predio, mientras que el beneficio hídrico de cuenca es colectivo y, según el factor de realización de este estudio, equivale a cerca de la mitad del ahorro que el productor percibe. Las barreras de adopción documentadas en el reporte 3.1.2 (robo de aspersores, desfase entre el plazo del crédito y el inicio de la producción, vacíos de conocimiento sobre costos de mantenimiento) actúan precisamente sobre el componente privado del incentivo, que es el que sostiene la decisión de inversión.

10. Conclusiones

Los tres escenarios de uso eficiente del agua presentan un factor de realización cercano a 0.50: cerca de la mitad del ahorro logrado en el predio se traduce en agua efectivamente liberada para la cuenca, y el resto ya retornaba a la red y seguía disponible aguas abajo. Este factor es estable entre escenarios y, según se muestra en este reporte, también frente a la eficiencia de línea base que se adopte, lo que indica que se trata de una propiedad estructural gobernada exclusivamente por φ .

El ahorro real marginal decrece de 4.82 a 3.71 hm³ por punto porcentual de eficiencia ganado al avanzar de E1 a E3, mientras que el costo marginal de la tecnificación crece. La relación beneficio-costos hídrica es por tanto más favorable en los escenarios de menor ambición tecnológica.

El efecto de la secuenciación tiene valor operativo directo, aunque su origen es explícito: a igual superficie intervenida, comenzar por la parte baja de la cuenca rinde más ahorro real que comenzar por la parte alta, porque así lo impone el gradiente de φ del marco. Esta conclusión, consistente con la recomendación de Delphy et al. (2021), debería incorporarse como criterio de secuenciación en cualquier programa de fomento a la tecnificación del riego en la región, sujeta a que el gradiente impuesto se confirme con evidencia propia de las tres cuencas.

Finalmente, la incertidumbre sobre la fracción recuperable del retorno sitúa el ahorro real del escenario E3 entre 29.2 % y 38.8 % dentro de la banda adoptada, y en 11.4 % si rigiera el valor implícito en el estudio de Arosevilla. Reducir esta incertidumbre mediante mediciones directas de los caudales de retorno y de su destino en las tres cuencas constituye la prioridad de investigación más clara que se desprende de este trabajo.

11. Productos generados

Tabla 8: Archivos generados por la actividad 3.2.3

Archivo	Contenido
analisis_323.R	Indicadores de eficiencia, sensibilidad a φ y a la eficiencia de línea base, secuenciación y priorización
figuras_323.R	Generación de las siete figuras del reporte
sensibilidad_phi.parquet	Ahorro real bajo distintos valores de φ
sensibilidad_ef_base.parquet / .csv	Reducción de captación y ahorro real bajo distintas eficiencias de línea base
secuenciacion_adopcion.parquet	Ahorro según nivel de adopción y orden de implementación
eficacia_por_comid.parquet	Ahorro por hectárea e índice de prioridad por sub-cuenca
indicadores_eficiencia.csv	Tabla de indicadores agregados por escenario

Referencias

- Delgado, T. (2026). *Definición de escenarios de mejora de prácticas de aprovechamiento óptimo del recurso hídrico*. Reporte de actividad 3.1.2, Proyecto C-INV-AG-007. Cenipalma.
- Delgado, T. (2026). *Análisis de factibilidad técnica de las tecnologías de riego disponibles*. Reporte de actividad 3.1.3, Proyecto C-INV-AG-007. Cenipalma.
- Delgado, T., Ladino, G., Zapata, A., & Arias, N. (2024). *Principios básicos para el manejo eficiente del riego en el cultivo de palma de aceite* (Boletín Técnico 47). Cenipalma.
- Demmink, L., Lugtenburg, C., Kaune, A., Goretti, M., Pérez, C., Delgado, T., & Arias, N. A. (2021). *Increasing water efficiency in Colombian palm oil production by implementing efficient irrigation systems. Final report*. Delphy, FutureWater, Solidaridad, Cenipalma.
- Findeter, Asbama, Fedepalma. (2017-2018). *Diagnóstico hídrico para soluciones multipropósito en la región centro y norte del departamento del Magdalena. Agua para la Paz*.
- Grafton, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S. A., Wang, Y., Garrick, D., & Allen, R. G. (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404), 748-750.
- IDEAM. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

- Martínez-Arteaga, D., Arias, N. A., Darghan, A. E., & Barrios, D. (2023). Identification of influential factors in the adoption of irrigation technologies through neural network analysis: A case study with oil palm growers. *Agriculture*, 13(4), 827.
- Van Opstal, J., Droogers, P., & Kaune, A. (2025). *Reuse of water in agricultural systems. Follow the Water*. FAO, Bangkok. <https://doi.org/10.4060/cd6520en>
- Whiting, L., Turrall, H., & Droogers, P. (2023). *Real water savings in agriculture*. Next Generation Water Management Policy Briefs 1. FAO, Bangkok.
- Zabala, A., & Bojacá, C. R. (2026). *Simulación de escenarios definidos para optimizar el uso del recurso hídrico*. Reporte de actividad 3.2.1, Proyecto C-INV-AG-007. Cenipalma.