

CURSO: Gestión Integral del Agua

MÓDULO 2

Septiembre 22
Huella hídrica y
riesgo hídrico
(módulo teórico - práctico)



Ejercicio Huella de Agua

Objetivo del estudio:

- Indique el potencial objetivo del estudio, considerando lo siguiente:
 - Razones para realizar el estudio.
 - Aplicación deseada (autodeclaración ambiental, reportes de sostenibilidad, etc).
 - Público objetivo (usuarios de los resultados del estudio).

Alcance:

- Según el objetivo de su estudio, ¿cuál es el alcance geográfico? ¿cuál es el alcance temporal?
- Considerando el objetivos que planteó (Punto 1), sugiera una unidad funcional.

Inventario de huella de agua

Uso directo de agua:

- Consumo: determine el agua consumida del cultivo. Haga uso de la siguiente información:

Tabla 1. Producción anual – unidad funcional

Producción anual	1.800.000	toneladas de caña de azúcar
Unidad Funcional	1	tonelada de caña de azúcar
Área cultivo	3.600	He
Área cultivo	36.000.000	m ²
Consumo de energía eléctrica	0,2	Kwh

Tabla 2. Datos cálculo huella directa

	Origen	CANTIDAD m ³ /ton caña de azúcar	Unidad
Uso directo			
Entradas			
Irrigación con agua extraída de río	Valle del Cauca	8.760	m ³
Precipitación	Valle del Cauca	6.132	m ³
Salidas			
Riego efectivo	Valle del Cauca	4.380	m ³
Agua de riego infiltrada	Valle del Cauca	4.380	m ³
Agua lluvia infiltrada	Valle del Cauca	2.190	m ³

5. Contaminación: usando la información de la **Tabla 1** y **Tabla 2** determine la cantidad de fósforo al agua, por aplicación de fertilizantes. Puede basarse en la siguiente modelación¹:

$$P_w = P_{gwl} * F_{gw} + P_{rol} * F_{ro}$$

P_w = Cantidad de Fósforo lixiviado (kg/Ha)

P_{gwl} = 0,07 kg P / Ha

F_{gw} = Factor de corrección por fertilización con fertilizante orgánico líquido

$$F_{gw} = 1 + \frac{0,2}{80} * P_{2O_{5sl}}$$

P_{rol} = 0,175 kg P / Ha

$$F_{ro} = 1 + \frac{0,2}{80} * P_{2O_{5min}} + \frac{0,7}{80} * P_{2O_{5sl}}$$

$P_{2O_{5min}}$ = Cantidad de P_2O_5 en el fertilizante mineral (kg/Ha)

$P_{2O_{5sl}}$ = Cantidad de P_2O_5 en el fertilizante orgánico líquido (kg/Ha)

Tabla 3. Información fertilizante

Fosforo	
Fertilizante	
Pw	
Pwgl	0,07
Fgw	
P2O5sl	1
P2O5min	80,5
Prol	0,175
Fro	

Entradas de materias primas y energía:

6. Use la información de la **Tabla 4** para determinar cuáles son los insumos más relevantes del cultivo en términos de cantidad. Aplique el criterio de corte: 1% basada en masa. Es decir, calcule cuáles son los insumos de la producción de azúcar que superen el 1% del total de masa como insumo que ingresa.

¹ World Food LCA Database Guidelines (2014). 3.9.8.1 y 3.9.8.2 Lixiviación a agua subterránea y escorrentía a aguas superficiales de fosfatos. En: https://www.researchgate.net/profile/Jens_Lansche/publication/264942094_World_Food_LCA_Database_Methodological_Guidelines_for_the_Life_Cycle_Inventory_of_Agricultural_Products/links/53f712df0cf2888a74976891.pdf?origin=publication_list

Tabla 4. Inventario de materias primas

Materias primas	Origen	Peso (kg)
Urea	Shandong, China	666.000
Superfosfato triple	Hebei, China	630.000
Óxido de cobre	Jiangsu, China	12.600
Óxido de manganeso	Huan, China	10.800
Monosulfato de zinc	Henan, China	14.400
Cal viva	Xpujil, Mexico	7.200
Yeso	La Rioja, España	3.600
Carbofuran	Illinois, EU	7.200
Glifosato	Shandong, China	5.400
Tebuthiuron	Jiangsu, China	1.800
Diuron	Frankfurt, Alemania	18.000
Imazapic	Pennsylvania, EU	18.000
Trinexapac-ethyl	Alabama, EU	18.000

Opcional: Reflexione sobre este criterio de corte. ¿Qué otros insumos piensa que deberían incluirse, a pesar de que no hagan parte del 1%?

7. **Huella indirecta:** Estime el agua consumida y las emisiones de Fósforo equivalente (kg-P) por kwh de energía eléctrica para Colombia, considerando hidroeléctrica, Carbón y Eólica. El mix de producción promedio para Colombia es²:

Tabla 5. Mix energía para Colombia

Fuente generadora	Representatividad en colombia (%)
Carbón	8,9
Hidroeléctrica	68
Gas natural	20,7
Aceite	2,3
Eólica	0,1
Biomasa (Caña de azúcar)	0,8

² Adaptado de www.gob.mx y elperiodicodelaenergia.com

Tabla 6. Base de Datos

ID	Nombre del proceso	Unidad	Entradas						Salidas				
			Agua superficial m ³	Agua subterránea m ³	Agua subterránea, fósil m ³	Agua de la tecnósfera m ³	Agua de mar m ³	Agua turbinada m ³	Agua superficial m ³	Agua subterránea m ³	Agua consumida m ³	Agua turbinada m ³	Emisiones de fosforo equivalente al agua kg P-eq
1406	electricity, hard coal, at power plant/UCTE U termoelectricidad (carbon)	kWh	0,056	0	0	-	0	0,188	0,001	0	0,002	0,188	0
1551	electricity, hydropower, at reservoir power plant, non alpine regions/RER U Hidroelectricidad	kWh	0	0	0	-	0	8,141	0	0	0,017	8,124	0
3392	electricity, at wind power plant/RER U Electricidad eólica	kWh	0,001	0	0	-	0	0,096	0	0	0	0,096	0
611	urea ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U Urea	kg	0,226	0,001	0	-	0,001	4,739	0,007	0	0,073	4,739	0,001
38	triple superphosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U Superfosfato triple	kg	0,337	0,002	0	-	0	7,125	0,01	0	0,102	7,124	0,015