

# Documento auxiliar de la Memoria 3 HUELLA HÍDRICA

Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo

---

Abril de 2014



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>HUELLA HÍDRICA EN ESPAÑA</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>HUELLA HÍDRICA EN LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO</b>	<b>5</b>

## **1 INTRODUCCIÓN**

La Huella Hídrica de un país se define como el volumen de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de productos y servicios consumidos por los habitantes de ese país (Hoekstra y Hung, 2002).

Para la determinación de este indicador es necesario conocer el Agua Virtual, concepto introducido por Allan (1998) y definido como el volumen de agua necesaria para elaborar un producto o facilitar un servicio, y que se compone del agua requerida directamente en el proceso productivo y del agua incorporada indirectamente por la entrada de los productos intermedios, materias primas o servicios necesarios para la producción.

La estimación de la Huella Hídrica se evalúa a partir del Agua virtual, para cuyo cálculo se requiere un elevado número de variables de consumo, producción y comercio tanto interno como inter-territorial y exterior, por lo que resulta necesario estandarizar y homogeneizar el procedimiento de cálculo a fin de que sea comparable entre territorios y a lo largo del tiempo.

La concepción original o estándar de la Huella Hídrica, como indicador de consumo, le confiere unas características de notable interés para la gestión del agua, si bien su aportación es limitada para la evolución del estado de presión sobre el medio físico hídrico. Para determinar el indicador estándar de la Huella Hídrica es necesario establecer el agua virtual de consumo interior de territorio de referencia (Agua Virtual de producción + Agua Virtual importada – Agua Virtual Exportada).

Sin embargo, la definición adaptada del indicador de la Huella Hídrica, como indicador del uso directo del agua en la producción, permite comparar la demanda y la oferta de agua en el territorio y el grado de presión sobre el recurso. Este nuevo indicador, denominado Huella Hídrica Adaptada se establece como el Agua virtual de producción.

Tanto el indicador de la Huella Hídrica Estándar como el de la HH Adaptada son de utilidad en la planificación hidrológica. El primero, por tratarse del procedimiento generalmente utilizado para evaluar los consumos, y el segundo, por ser un elemento de control de la presión sobre el uso de los recursos internos.

## **2 HUELLA HÍDRICA EN ESPAÑA**

El valor del indicador de la Huella Hídrica Estándar (Agua Virtual de Consumo) y su evolución con el tiempo se recoge en la tabla siguiente. En ella se incluye la Huella Hídrica de las Comunidades Autónomas con territorio en la Demarcación del Ebro, para los años 1996, 2001 y 2005.

Dadas las características climáticas, la especialización productiva y grado de desarrollo socio-económico, tanto la Huella Hídrica de España (2.412 m<sup>3</sup>/hab/año-2005-) como la de las Comunidades Autónomas referidas ( Max. Navarra 2.664 m<sup>3</sup>/hab/año, Min. Aragón 2.120 m<sup>3</sup>/hab/año-2005-) superan la media mundial 1.240 m<sup>3</sup>/hab/año, establecida por Chapagain Hoekstra en su informe "Water footprints of nations" para el periodo 1997 a 2001.

	<b>Año</b>	<b>Import. TOT (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Export. TOT (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Balance comercio (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>HH per capita (m<sup>3</sup>/hab y año)</b>
<b>España</b>	<b>1996</b>	35.716	13.751	21.966	<b>2.124</b>
	<b>2001</b>	42.252	22.200	20.051	<b>2.288</b>
	<b>2005</b>	50.088	16.722	33.366	<b>2.412</b>
<b>Aragón</b>	<b>1996</b>	1.791	4.469	- 2.678	<b>1.714</b>
	<b>2001</b>	2.159	6.389	- 4.230	<b>2.010</b>
	<b>2005</b>	2.448	5.377	- 2.929	<b>2.120</b>
<b>Cantabria</b>	<b>1996</b>	912	448	464	<b>2.012</b>
	<b>2001</b>	958	835	123	<b>2.223</b>
	<b>2005</b>	1.066	851	215	<b>2.334</b>
<b>Castilla y León</b>	<b>1996</b>	3.010	6.699	- 3.689	<b>1.980</b>
	<b>2001</b>	3.636	8.759	- 5.123	<b>2.262</b>
	<b>2005</b>	4.082	9.049	- 4.966	<b>2.308</b>
<b>Castilla - La Mancha</b>	<b>1996</b>	2.425	5.453	- 3.028	<b>2.001</b>
	<b>2001</b>	3.074	5.835	- 2.761	<b>2.357</b>
	<b>2005</b>	3.276	5.692	- 2.416	<b>2.392</b>
<b>Cataluña</b>	<b>1996</b>	14.176	3.975	10.201	<b>2.544</b>
	<b>2001</b>	14.553	4.685	9.868	<b>2.535</b>
	<b>2005</b>	16.438	4.648	11.790	<b>2.579</b>
<b>Comunidad Valenciana</b>	<b>1996</b>	7.578	3.316	4.261	<b>2.104</b>
	<b>2001</b>	9.075	4.824	4.251	<b>2.013</b>
	<b>2005</b>	9.690	3.132	6.558	<b>2.268</b>
<b>Navarra (Comunidad Foral de)</b>	<b>1996</b>	1.678	2.132	- 454	<b>2.504</b>
	<b>2001</b>	1.704	2.189	- 485	<b>2.512</b>
	<b>2005</b>	1.939	2.173	- 234	<b>2.664</b>
<b>País Vasco</b>	<b>1996</b>	3.805	710	3.095	<b>2.088</b>
	<b>2001</b>	4.133	893	3.240	<b>2.334</b>
	<b>2005</b>	4.859	686	4.173	<b>2.588</b>
<b>Rioja (La)</b>	<b>1996</b>	405	456	- 51	<b>1.954</b>
	<b>2001</b>	498	491	7	<b>2.229</b>
	<b>2005</b>	578	392	186	<b>2.270</b>

Tabla 1. Huella Hídrica Estándar en España y las Comunidades Autónomas de la Cuenca del Ebro. Años 1996, 2001 y 2005. Fuente: Informe MMARM "Estimación de las necesidades integradas actuales y futuras de España" (Julio 2009)

Cuando la Huella Hídrica Adaptada es menor que la Estándar, como es el caso del conjunto de España, implica que el balance del comercio extraterritorial es negativo en términos de agua virtual consumida. Es decir, España consume agua virtual importada en forma de productos y servicios procedentes del exterior en cuantía superior al agua virtual exportada en bienes y servicios producidos internamente.

### 3 METODOLOGÍA

El principal objetivo es la estimación de un indicador que permita tomar decisiones estratégicas de desarrollo territorial en relación al uso y consumo de agua de los diferentes sectores de la actividad económica española, en las distintas Demarcaciones Hidrográficas. Para ello, se han elaborado dos indicadores de Huella Hídrica:

- **Huella Hídrica Estándar.** Este indicador hace referencia al concepto de Huella Hídrica que se ha utilizado para España y las distintas Comunidades Autónomas y queda definido por la siguiente ecuación:

$$HH_{TOTAL} = AV_{PROD} + AV_{IMPORT} - AV_{EXPORT} \quad (Ec. 1)$$

Donde,

- $AV_{PROD}$ , es el Agua Virtual correspondiente a la producción de productos de una región o territorio de referencia.
  - $AV_{IMPORT}$ , es el Agua Virtual correspondiente a la producción de productos importados a una determinada región o territorio de referencia.
  - $AV_{EXPORT}$ , es el Agua Virtual correspondiente a la producción de productos exportados de una determinada región o territorio de referencia.
- **Huella Hídrica Adaptada.** La creación de este segundo indicador tiene como finalidad adecuar el indicador estándar de la Huella Hídrica a las necesidades de los gestores del agua para los que el factor determinante es el volumen de agua que se utiliza dentro de sus distintos ámbitos de estudio, en este caso, las distintas Demarcaciones, y no el volumen de Agua Virtual que proviene del comercio con otros territorios. Este indicador es equivalente al Agua Directa (AD) y, por tanto, se define como la cantidad de agua requerida en el proceso productivo de los productos generados en una determinada región o territorio de referencia, independientemente de que sean consumidos dentro o fuera de sus límites (incluyéndose los productos que se consumen y también los destinados a la exportación).

$$HHA_{TOTAL} = AD \quad (Ec. 2)$$

Donde,

- $AD$ , es el Agua Directa correspondiente a la producción de productos de una región o territorio de referencia.

En ambos casos, dividiendo por los habitantes cada una de las Demarcaciones se obtiene el valor del indicador homogeneizado per cápita.

Los indicadores Agua Virtual gris de consumo interior y Agua gris de producción directa son las herramientas que, análogamente a la Huella Hídrica Estándar y la Huella Hídrica Adaptada, permiten el análisis del Agua gris a este nivel territorial.

Se entiende por Agua gris de producción directa, el volumen de agua teórica que diluiría los contaminantes generados como consecuencia de los procesos productivos hasta concentraciones inferiores a su concentración máxima admisible, según la legislación vigente más restrictiva, también denominada Agua Directa gris. Es un indicador del nivel de contaminantes que generan las actividades humanas, expresado en unidades volumétricas. En ningún caso sería agua real necesaria a añadir para mejorar la calidad del medio físico hídrico.

La definición de Agua Virtual gris de consumo interior es el Agua Virtual gris de una región, estado o territorio de referencia correspondiente a los productos consumidos en ella, considerando el Agua Virtual de los productos que se exportan y que se importan.

Paralelamente a la estimación de estos indicadores, para el año 2005 se ha elaborado un visor que muestra los indicadores de HH Estándar, HH Adaptada y otros datos de interés para los gestores de las distintas Demarcaciones para los años 1996, 2001 y 2005. Para mantener la coherencia con el modelo anterior, se ha diseñado el visor de forma que la información referente al Agua Directa se pueda consultar a dos niveles, por Demarcación Hidrográfica y por Subsistemas homogéneos, siendo estos

Subsistemas una subdivisión de las Demarcaciones. La determinación de la Huella Hídrica se ha efectuado por Demarcaciones hidrográficas.

De forma complementaria, se ha incluido un nuevo módulo denominado "Balance" que permite comparar el Agua Utilizada o Consumida con el Agua Disponible en el territorio que la produce o suministra.

#### 4 HUELLA HÍDRICA EN LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

La Demarcación del Tajo cuenta con una Huella Hídrica Estándar de 2.541,2 metros cúbicos por habitante y año, valor ligeramente superior a la media nacional. Seguramente este factor se debe a que mantiene en su territorio a la población de la capital nacional que, como se muestra en los resultados por Comunidades Autónomas, son unos de los habitantes con mayor Huella Hídrica Estándar lo cual determina muchas características propias para esta Demarcación.

Nº	RESULTADOS	HH Estándar Verde (hm³)	HH Estándar Azul (hm³)	HH Estándar Total (hm³)	HH Adaptada Verde (hm³)	HH Adaptada Azul (hm³)	HH Adaptada Total (hm³)
1	Agricultura	2.025,4	3.208,0	5.233,4	1.244,9	1.362,4	2.607,3
2	Ganader a y caza	572,5	42,8	615,3	2.324,6	29,2	2.353,8
3	Selvicultura y explotacion forestal	1.024,1	0,7	1.024,7	868,8	0,0	868,8
4	Pesca	1,1	29,0	30,1	0,0	0,9	0,9
5	Industrias extractivas	9,4	1.620,8	1.630,2	0,0	8,3	8,3
6	Industria de la alimentacion carnica y lactea	1.744,9	284,1	2.029,0	0,0	4,5	4,5
7	Resto Industria de la alimentacion, bebidas y tabaco	1.777,6	2.921,1	4.698,7	0,0	6,9	6,9
8	Industria textil, de la confeccion, del cuero y del calzado	16,3	59,7	76,0	0,0	0,4	0,4
9	Industria de la madera y del corcho	63,0	4,0	67,0	0,0	0,2	0,2
10	Industria del papel; edicion, artes graficas y reproduccion	38,9	53,0	91,9	0,0	6,5	6,5
11	Refino de petroleo y tratamiento de combustibles nucleares	1,1	49,2	50,3	0,0	1,7	1,7
12	Industria qu mica	38,5	454,9	493,5	0,0	22,7	22,7
13	Industria del caucho y materias plasticas	19,5	96,6	116,1	0,0	6,0	6,0
14	Industrias de otros productos minerales no metalicos	1,5	20,7	22,1	0,0	4,4	4,4
15	Metalurgia y fabricacion de productos metalicos	4,9	118,2	123,1	0,0	5,8	5,8
16	Industria de la construccion de maquinaria, electronico y optico.	23,2	279,1	302,4	0,0	3,1	3,1
17	Fabricacion de material de transporte	8,4	181,7	190,1	0,0	2,4	2,4
18	Industrias manufactureras diversas	12,6	15,8	28,4	0,0	1,1	1,1
19	Captacion, depuracion y distribucion de agua	0,1	40,5	40,5	0,0	113,7	113,7
20	Produccion y distribucion de energia y gas	0,2	15,2	15,5	0,0	63,6	63,6
21	Construccion	19,1	26,3	45,4	0,0	11,5	11,5
22	Actividades de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado	0,2	83,1	83,2	0,0	78,6	78,6
23	Hoteles (Turismo)	8,3	14,8	23,1	0,0	4,0	4,0
24	Restaurantes	46,8	158,6	205,4	0,0	142,7	142,7
25	Otras actividades economicas (Servicios)	65,9	468,5	534,3	0,0	292,8	292,8
<b>TOTAL</b>		<b>7.523,3</b>	<b>10.246,4</b>	<b>17.769,7</b>	<b>4.438,2</b>	<b>2.173,4</b>	<b>6.611,6</b>
Consumo Humano		0,0	421,4	421,4	0,0	421,4	421,4
Unidades: (hm³/año)		<b>HH Estándar Total</b>		<b>18.191,1</b>	<b>HH Adaptada Total</b>		<b>7.033,0</b>
Unidades: (m³/habitante y año)		<b>HH Estándar per cápita</b>		<b>2.541,2</b>	<b>HH Adaptada per cápita</b>		<b>982,5</b>

Tabla 2. Componentes de la Huella Hídrica Estándar y Adaptada de la Demarcación del Tajo por sectores. La muestra contabiliza el Agua azul y el Agua verde para el año 2005

Un ejemplo que evidencia este hecho es que su Huella Hídrica Adaptada per cápita sea igual a 982,5 metros cúbicos por habitante y año, debido a su alta densidad de población, ya que el valor total obtenido es de 7.033 hm<sup>3</sup>, quinto valor más elevado dentro del territorio nacional. Este factor poblacional hace que esta Demarcación, con importantes recursos hídricos, finalmente sea netamente importadora de Agua Virtual para poder satisfacer su consumo interno. El 16% del Agua azul se destina a consumo humano directamente, aunque sólo represente un 6% del total, debido principalmente a que utiliza 4.438 hm<sup>3</sup> de Agua verde, fundamentalmente en la alimentación de la ganadería y, además, en agricultura y silvicultura. A su vez destaca que las industrias de la alimentación consideradas en conjunto suponen un 37% del total de la Huella Hídrica Estándar. Los resultados obtenidos para la demarcación del Tajo pueden observarse en la **Tabla 2**.