Bajo el marco de práctica profesional con el programa Estado Joven, Colsubsidio-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

Evaluación de aplicabilidad de Huella Hídrica Gris a partir de SIRH

Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH

Luis Eduardo Caballero Herrera

Evaluación de la aplicabilidad del concepto de huella hídrica gris a partir del Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH

Luis Eduardo Caballero Herrera

Pasante Subdirección de Hidrología-IDEAM

Nota del autor

Luis Eduardo Caballero Herrera, Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital

Esta propuesta de pasantía constituye un requisito para optar el título de Ingeniero Sanitario

La correspondencia relacionada con esta propuesta debe ser dirigida a Luis Eduardo Caballero Herrera

Tutor, Jorge Alonso Cárdenas

Supervisor en IDEAM, Fabio Andrés Bernal Quiroga

Correo: lecaballeroh@correo.udistrital.edu.co – luiskaba95@gmail.com

Año, 2019

Contenido

1. OBJETIVOS 10
1.1. Objetivo general 10
1.2. Objetivos específicos 10
2. GENERALIDADES 11
2.1. Metodología 11
2.1.1. Evaluación de calidad de la información 11
2.1.2. Estimación de Demanda Hídrica 11
2.1.3. Estimación Huella Hídrica Gris 12
3. RESULTADOS 12
3.1. Calidad de la Información 12
3.2. Demanda Hídrica 31
3.2.1. Demanda hídrica nacional 31
3.2.2. Clasificación demanda hídrica por autoridad ambiental 37
3.2.3. Clasificación por Departamento 42
3.2.4. Clasificación por tipo de uso 46
3.2.5. Clasificación por tipo de Fuente 47
3.2.6. Clasificación por áreas hidrográficas 48
3.2.7. Clasificación por zonas hidrográficas 50
3.2.8. Clasificación por subzonas Hidrográficas 57
3.3. Demanda en cuerpos lénticos de Colombia 66
3.3.1. Clasificación cuerpos lénticos por autoridad ambiental 67
3.3.2. Clasificación cuerpos lénticos por departamento 71
3.3.3. Clasificación Lénticos por Tipo de Fuente 73
3.3.4. Clasificación Lénticos por tipo de Uso 74
3.3.5. Clasificación cuerpos lénticos por área hidrográfica 76
3.3.6. Clasificación Lénticos por Zona Hidrográfica 77
3.3.7. Clasificación cuerpos lénticos por subzona hidrográfica 80
3.4. Huella hídrica gris 85
3.4.1. Concentración Natural 92
3.4.2. Estándares de Calidad del Agua 94
3.4.3. Carga Contaminante 95

3.4.4. Carga contaminante difusa 96
3.4.5. Cálculo preliminar 99
3.5. Protocolo de Estimación de HHG a partir del SIRH 101
3.5.1. Paso 1 101
3.5.2. Paso 2 102
3.5.3. Paso 3 102
3.5.4. Paso 4 102
3.5.5. Paso 5 103
3.5.6. Paso 6 103
3.5.7. Paso 7 103
4. ANALISIS DE RESULTADOS 104
5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS 110
6. CONCLUSIONES 112
7. RECOMENDACIONES 114
8. BIBLIOGRAFÍA 117

Listado de Figuras

Figura 1. Jerarquía de Información en SIRH para la Demanda 12
Figura 2. Comparación demanda SIRH y ENA 2010 (mes de enero) 32
Figura 3. Comparación demanda SIRH y ENA 2010 (mes de abril) 32
Figura 4. Comparación Demanda SIRH y ENA 2014 (Mes de Enero) 33
Figura 5. Comparación demanda SIRH y ENA 2014 (metodología 2018) (mes de enero) 34
Figura 6. Comparación demanda SIRH y ENA 2014 (metodología 2018) (mes de abril) .. 34
Figura 7. Comparación demanda SIRH y ENA 2018 (mes de enero) 35
Figura 8. Comparación demanda SIRH y ENA 2018 (mes de abril) 35
Figura 9. Comparación en múltiples etapas con la demanda total SIRH (enero 2019) 36
Figura 10. Comparación en múltiples etapas con la demanda total SIRH (abril 2019) 36
Figura 11. Caudal por autoridad ambiental para enero 2019 40
Figura 12. Demanda hídrica por autoridad ambiental para abril 2019 41
Figura 13. Volumen anual por departamento para enero 2019 44
Figura 14. Demanda anual por departamento abril 2019 45
Figura 15. Porcentaje de participación por tipo de uso para enero 2019 46
Figura 16. Porcentaje de participación por tipo de uso para abril 2019 47
Figura 17. Demanda anual por tipo de fuente para abril 2019 48
Figura 18. Demanda área hidrográfica para enero 2019 49
Figura 19. Demanda anual por área hidrográfica para abril 2019 50
Figura 20. Demanda por zona hidrográfica para enero 2019 55
Figura 21. Demanda anual por zona hidrográfica para abril 2019 56
Figura 22. Distribución demanda de lénticos por autoridad ambiental. (enero 2019) 70
Figura 23. Distribución demanda de lénticos por Autoridad Ambiental. (abril 2019) 70
Figura 24. Distribución demanda de cuerpos lénticos por departamento. (enero 2019) ... 72
Figura 25. Distribución demanda de cuerpos lénticos por departamento. (abril 2019) 72
Figura 26. Porcentaje de participación demanda de lénticos por tipo de fuente. (enero 2019) 73
Figura 27. Porcentaje de participación demanda de lénticos por tipo de fuente. (abril 2019) 74
Figura 28. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por tipo de uso. (enero 2019) 75
Figura 29. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por tipo de uso. (abril 2019) 75
Figura 30. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por área hidrográfica. (enero 2019) 76
Figura 31. Porcentaje de participación demanda de lénticos por área hidrográfica. (abril 2019) 77
Figura 32. Distribución demanda de cuerpos lénticos por zona hidrográfica. (enero 2019) 79
Figura 33. Distribución demanda de lénticos por zona hidrográfica. (abril 2019) 79
Figura 34. Distribución demanda de lénticos por subzona hidrográfica (enero 2019) 83

Figura 36. Distribución demanda de cuerpos lénticos por subzona hidrográfica (abril 2019) 84
Figura 36. Contenido de Huella Hídrica directa e indirecta de un producto 85
Figura 37. La huella hídrica en Colombia y en el mundo 90
Figura 38. Participación por actividad en la carga contaminante nacional 99
Figura 39. Interfaz de Exportables SIRH 101

Listado de Tablas

Tabla 1. Calidad de Datos presentados mes de enero 13
Tabla 2. Calidad de Datos presentados mes de febrero 13
Tabla 3. Calidad de Datos presentados mes de marzo 14
Tabla 4. Calidad de Datos presentados mes de abril 14
Tabla 5. Calidad de Datos presentados mes de mayo 15
Tabla 6. Datos reportados por las Corporaciones mes de enero 16
Tabla 7. Datos reportados por las Corporaciones mes de febrero 18
Tabla 8. Datos reportados por las Corporaciones mes de marzo 20
Tabla 9. Datos reportados por las Corporaciones mes de abril 23
Tabla 10. Datos reportados por las Corporaciones mes de mayo 25
Tabla 11. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de enero 28
Tabla 12. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de febrero 28
Tabla 13. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de marzo 29
Tabla 14. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de abril 29
Tabla 15. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de mayo 30
Tabla 16. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2010 (mes de enero) 31
Tabla 17. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2010 (mes de abril) ... 32
Tabla 18. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (mes de enero) 33
Tabla 19. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (metodología 2018) (mes de enero) 33
Tabla 20. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (metodología 2018) (mes de abril) 33
Tabla 21. Estimación Demanda Total Nacional y Comparación ENA 2018 (Mes de Enero) 34
Tabla 22. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2018 (mes de abril) ... 35
Tabla 23. Clasificación de la demanda por autoridad ambiental para enero 2019 37

Tabla 24. Clasificación de la demanda por autoridad ambiental para abril 2019 38
Tabla 25. Clasificación de la demanda por departamento para enero 2019 42
Tabla 26. Clasificación de la demanda por departamento para abril 2019 43
Tabla 27. Clasificación de la demanda por usos para enero 2019 46
Tabla 28. Clasificación de la demanda por usos para abril 2019..... 46
Tabla 29. Clasificación por tipo de fuente para abril 2019 47
Tabla 30. Clasificación de la Demanda por Área Hidrográfica para enero 2019..... 48
Tabla 31. Clasificación de la demanda por área hidrográfica para abril 2019..... 49
Tabla 32. Clasificación de la demanda en L/s por zona hidrográfica para enero 2019 50
Tabla 33. Clasificación de la demanda en L/s por zona hidrográfica para abril 2019 51
Tabla 34. Clasificación de la demanda por zona hidrográfica para enero 2019..... 52
Tabla 35. Clasificación de la demanda por zona hidrográfica para abril 2019 53
Tabla 36. Clasificación de la Demanda por Subzona Hidrográfica para enero 2019 57
Tabla 37. Clasificación de la demanda por subzona hidrográfica para abril 2019 61
Tabla 38. Demanda hídrica total de cuerpos lénticos anualmente. (enero 2019) 66
Tabla 39. Demanda hídrica total de cuerpos lénticos anualmente. (abril 2019)..... 66
Tabla 40. Porcentaje sobre el total de demanda hídrica de cuerpos lénticos (enero 2019) 66
Tabla 41. Porcentaje sobre el total de demanda hídrica de cuerpos lénticos (abril 2019) 67
Tabla 42. Clasificación demanda lénticos por Autoridad Ambiental. (enero 2019) 68
Tabla 43. Clasificación demanda de cuerpos lénticos por autoridad ambiental. (abril 2019) 68
Tabla 44. Clasificación demanda cuerpos lénticos por departamento. (enero 2019)..... 71
Tabla 45. Clasificación demanda lénticos por departamento. (abril 2019)..... 71
Tabla 46. Clasificación demanda lénticos por tipo de fuente. (enero 2019)..... 73
Tabla 47. Clasificación demanda lénticos por tipo de fuente. (abril 2019)..... 73
Tabla 48. Clasificación demanda lénticos por tipo de uso del agua. (enero 2019) 74
Tabla 49. Clasificación demanda lénticos por tipo de uso del agua. (abril 2019)..... 74
Tabla 50. Clasificación demanda lénticos por área hidrográfica. (enero 2019)..... 76
Tabla 51. Clasificación demanda cuerpos lénticos por área hidrográfica. (abril 2019) 76
Tabla 52. Clasificación demanda lénticos por Zona Hidrográfica. (enero 2019)..... 77
Tabla 53. Clasificación demanda lénticos por zona hidrográfica. (abril 2019) 78
Tabla 54. Clasificación demanda lénticos por subzona hidrográfica (enero 2019) 80

Tabla 55. Clasificación demanda lénticos por subzona hidrográfica (abril 2019)..... 81
Tabla 56. Carga Contaminante Nacional ENA 2018 99
Tabla 57. Cálculo preliminar de huella hídrica gris nacional a partir del ENA 2018 100

1. OBJETIVOS

1.1. **Objetivo general**

Recopilar, analizar información y apoyar en el abordaje de Huella Hídrica Gris en Colombia a partir del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).

1.2. Objetivos específicos

Realizar reportes sobre inconsistencia y veracidad de datos que reportan las autoridades ambientales sobre captaciones, concesiones de aguas, permisos de vertimientos, puntos de vertimientos, puntos de monitoreo, muestras y mediciones de calidad de agua.

Realizar una estimación de la demanda hídrica nacional y comparar sus resultados con los estimados en el Estudio Nacional de agua – ENA 2018, para estimar la viabilidad de usar los datos del SIRH como herramienta de estimación en futuros ENA's.

Calcular la Huella Hídrica Gris a nivel nacional, y por áreas, zonas y subzonas hidrográficas a partir de los datos de calidad del agua registrados en SIRH por las autoridades ambientales y que sirva como insumo para el próximo Estudio Nacional del Agua 2022.

2. GENERALIDADES

Mensualmente se ha realizado una compilación de todos los datos que se reportan al SIRH; así mismo, cada semana se realizaba una verificación de funcionamiento adecuado de la base de datos, para tener los datos actualizados cuando se requerían y verificar qué autoridades ambientales que reportan al SIRH se encontraban al día y cuáles estaban sin reportar por varios días o semanas.

Asimismo, se realizó una comparación final del avance en la calidad de la información, para determinar el alcance de las estrategias ya definidas por el Equipo de Soporte Técnico y Temático del SIRH.

Para realizar una correcta clasificación de los caudales, se analizaron unas sábanas generadas con corte del 10 de enero, 8 de abril y 10 de junio de 2019, siendo éstas las sabanas que contienen la información acumulada hasta esa fecha.

2.1. Metodología

2.1.1. Evaluación de calidad de la información

Se procedió a determinar los datos erróneos como aquellos que presentan caudales tan grandes que superan la oferta hídrica de la fuente relacionada, registros de prueba y registros sin reporte de caudal.

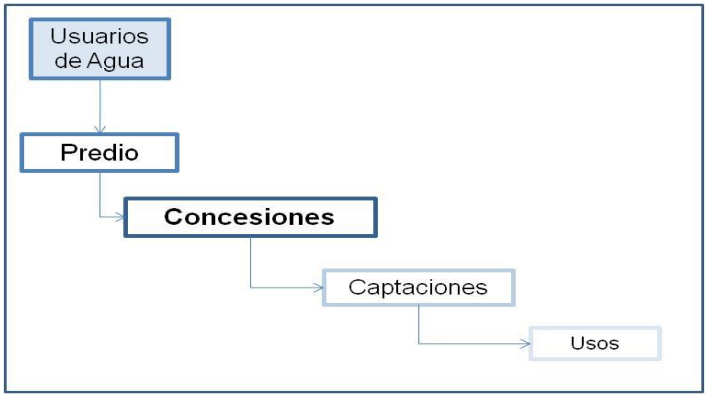
Una vez definidos los criterios para aceptar o rechazar un registro, se procedió a evaluar los registros mes a mes. Para determinar si las estrategias definidas por el Equipo SIRH, cumplen su función o deben replantearse. Mes a mes se presentó un reporte de inconsistencias y se realizó un seguimiento al avance en la calidad de la información.

2.1.2. Estimación de Demanda Hídrica

El SIRH (IDEAM, 2014), se encuentra diseñado de tal forma que para una concesión pueden existir muchas captaciones y así mismo para una misma captación se reportan varios usos. En una situación ideal cada registro de concesión tiene suficiente información para la estimación de demanda. La dificultad aparece cuando no se reporta la información requerida, generando vacíos de información. Para evitar la pérdida de información se

realizó una integración de las hojas “CONCESIONES”, “CAPTACIONES” y “USOS”, para las concesiones de agua y las hojas “PERMISOS_V” y “PUNTOS_V” para los flujos de retorno o vertimientos, estos datos nacen de la compilación que se realiza en el Sistema día a día, y que recoge justamente los datos mencionados anteriormente por corporación o nodo. (IDEAM, 2016)

Figura 1. Jerarquía de Información en SIRH para la Demanda



Fuente: Manual de Usuario SIRH (IDEAM, 2016)

2.1.3. Estimación Huella Hídrica Gris

Se usarán los datos reportados al SIRH en la sábana del 10 de Junio de 2019 con el fin de extraer la georreferenciación de los puntos de vertimiento, así mismo su caracterización, de los tramos sobre los que se vierte será necesario contar con datos de muestra de calidad del agua en puntos de monitoreo en el nacimiento de dichos tramos reportados en el SIRH y finalmente calcular con la ecuación propuesta en la Sección 3.4, teniendo en cuenta estándares de calidad del agua nacionales o internacionales.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a seguimiento mensual de la calidad de la información hasta el mes de abril del año en curso (2019). Así como la estimación de caudal concesionado y su clasificación de acuerdo a las Autoridades Ambientales Competentes, División Política, Zonificación Hidrográfica, y Clasificación por Usos.

3.1. Calidad de la Información

Tabla 1. Calidad de Datos presentados mes de enero

INFORME ENERO SIRH																	
FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTO		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES	
DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS
34129	2052	57667	5841	63820	2307	113211	0	4495	928	3791	0	4252	113	13943	6553	123928	0
% INCONSISTENCIAS	6,01		10,1		3,6		0		20,6		0		2,7		47		0

Fuente: Autor

Tabla 2. Calidad de Datos presentados mes de febrero

INFORME FEBRERO SIRH																	
FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTO		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES	
DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS
34510	5319	58835	13754	65072	20132	114683	0	4548	1968	4250	0	4279	113	14040	6552	125220	0
% INCONSISTENCIAS	15,4		23,4		30,94		0		43,3		0		2,64		46,7		0

Fuente: Autor

Tabla 3. Calidad de Datos presentados mes de marzo

INFORME MARZO SIRH																	
FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTOS		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES	
DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS
44027	2052	58610	5891	64849	2298	115595	0	4545	590	3822	0	4284	113	14183	5452	187455	0
% INCONSISTENCIAS	4,7		10,1		3,6		0		13		0		2,6		38,4		0

Fuente: Autor

Tabla 4. Calidad de Datos presentados mes de abril

INFORME ABRIL SIRH																	
FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTOS		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES	
DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS
44140	2056	59158	5912	65402	2299	117422	0	4809	596	4078	0	4293	69	14307	681	189239	0
% INCONSISTENCIAS	4,7		9,99		3,52		0		12,4		0		1,61		4,8		0

Fuente: Autor

Tabla 5. Calidad de Datos presentados mes de mayo

INFORME MAYO SIRH																	
FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO ERTIMIENTO		VERTIMIENTOS		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES	
DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	NCONSISTENCIAS	DATOS TOTALES	INCONSISTENCIAS
44158	**2033**	**59374**	**5819**	**65625**	**2300**	**117786**	**0**	**4848**	**597**	**4119**	**0**	**4333**	**69**	**14371**	**681**	**190580**	**0**
% INCONSISTENCIAS	4,6		9,8		3,50		0		12,31		0		1,6		4,74		0

Fuente: Autor

Tabla 6. Datos reportados por las Corporaciones mes de enero

INFORME ENERO SIRH																			
AUTORIDAD	FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTOS		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES		FECHAPROCESO
	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	
AMB	21	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	36	0	830	830	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
AMVA	78	24	311	5	315	3	312	0	241	195	198	0	147	0	619	614	62	0	2019-01-10 10:34:51.0
ANLA	195	46	309	6	561	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
BARR_VERDE	11	3	84	75	9	9	0	0	192	188	5	0	1	0	6	1	53	0	2019-01-10 10:34:51.0
CAM	444	159	5362	120	5391	389	8000	0	489	1	69	0	9	1	1	0	1	0	31/12/2018
CAR	85	10	12487	39	12675	6	21000	0	1	0	2	0	255	7	373	5	9090	0	2019-01-11 00:12:35.0
CARDER	40	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CARDIQUE	130	124	108	27	106	15	126	0	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CARSUCRE	44	10	196	14	198	85	208	0	36	9	28	0	71	1	788	0	12322	0	2018-09-19
CAS	1012	580	1705	144	1736	279	3163	0	22	3	20	0	10	10	0	0	0	0	2019-01-10
CDA	52	26	171	26	130	51	130	0	27	10	17	0	11	0	2	2	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CDMB	642	29	2034	1864	2095	6	5490	0	32	23	19	0	71	0	1414	1414	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CODECHOCÓ	89	47	39	16	54	6	55	0	43	2	42	0	58	14	122	3	1294	0	2019-01-10
CORALINA	4	2	586	16	589	286	305	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	2018-12-07

CORANTIOQUIA	347	0	10516	2253	12993	59	29335	0	1108	268	1074	0	103	0	27	27	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORMACARENA	407	3	1357	428	1518	75	1734	0	62	6	62	0	197	2	511	4	8061	0	2019-01-10
CORNARE	1276	29	8100	8	8548	29	17695	0	1135	8	1302	0	260	0	1529	1	19711	0	2019-01-10
CORPAMAG	28	6	289	16	200	2	243	0	24	0	1	0	39	0	75	0	488	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	13	216	1	2	1	1	0	0	0	0	0	6	4	4	0	41	0	3/01/2019
CORPOBOYACÁ	860	23	1661	75	1707	7	3365	0	48	2	28	0	94	18	383	2	7426	0	2019-01-10
CORPOCALDAS	20776	106	967	107	994	10	2224	0	40	17	41	0	0	0	0	0	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPOCESAR	142	0	613	3	715	61	1359	0	4	0	6	0	1	0	1	1	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPOCHIVOR	389	34	1540	64	1605	6	2977	0	75	50	68	0	182	1	2049	3	37482	0	2019-01-10
CORPOGUAJIRA	217	155	1121	77	3369	312	4769	0	177	125	27	0	236	0	639	639	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPOGUAVIO	349	7	1753	245	1523	17	3565	0	15	0	34	0	217	4	295	2	3299	0	2019-01-10
CORPOMOJANA	32	4	174	13	161	19	9	0	23	2	21	0	1	0	1	1	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPONARIÑO	192	0	259	4	256	0	283	0	25	0	25	0	165	0	160	160	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPONOR	1583	70	329	36	235	109	179	0	14	0	4	0	25	0	175	175	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORPORINOQUIA	771	2	1571	56	2249	53	2795	0	196	1	243	0	961	0	1134	0	22928	0	2018-12-17
CORPOURABA	164	30	553	8	558	36	739	0	201	2	289	0	362	0	433	422	181	0	2019-01-10 10:34:51.0
CORTOLIMA	2021	398	554	10	565	206	390	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CRA	231	0	318	1	355	57	379	0	52	0	61	0	229	0	1761	1761	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CRC	236	11	386	25	338	83	269	0	46	5	43	0	52	23	125	1	1488	0	2019-01-10
CRQ	285	7	425	9	437	1	478	0	12	0	2	0	40	0	42	42	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CSB	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CVC	731	2	1063	3	1123	4	1124	0	50	2	22	0	243	0	1	1	0	0	2019-01-10 10:34:51.0
CVS	36	20	175	22	181	12	161	0	55	0	17	0	27	27	0	0	0	0	2019-01-10
DADMA	3	0	67	2	63	1	62	0	1	0	1	0	61	0	74	74	0	0	2019-01-10 10:34:51.0

DAGMA	**22**	**0**	**143**	**5**	**143**	**4**	**139**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**31**	**0**	**164**	**164**	**0**	**0**	**2019-01-10 10:34:51.0**
PNN	**71**	**70**	**59**	**17**	**46**	**0**	**55**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**17**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**2019-01-10 10:34:51.0**
SDA	**23**	**0**	**64**	**1**	**74**	**6**	**91**	**0**	**33**	**1**	**12**	**0**	**29**	**0**	**200**	**200**	**0**	**0**	**2019-01-10 10:34:51.0**
TOTAL	**34129**	**2052**	**57667**	**5841**	**63820**	**2307**	**113211**	**0**	**4495**	**928**	**3791**	**0**	**4252**	**113**	**13943**	**6553**	**123928**	**0**	
% INCONSISTENCIAS		6,1		10,1		3,6		0		20,6		0		2,6		46,9		0	

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 7. Datos reportados por las Corporaciones mes de febrero

INFORME FEBRERO SIRH																	
AUTORIDAD	**CONCESIONES**		**CAPTACIONES**		**USOS**		**PERMISO VERTIMIENTO**		**VERTIMIENTOS**		**PUNTOS MONITOREO**		**MUESTRAS**		**MEDICIONES**		**FECHAPROCESO**
	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	
AMB	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	36	0	830	830	0	0	2019-02-11 10:39:49.0
AMVA	311	14	315	7	312	4	241	224	198	45	147	0	622	614	83	0	2019-02-11 10:39:49.0
ANLA	309	6	561	561	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-02-11 10:39:49.0
BARR_VERDE	85	76	9	9	0	0	198	194	5	0	1	0	6	1	53	0	2019-02-12 10:41:43.0
CAM	5126	4895	5154	389	7185	138	70	9	69	0	2	1	1	0	1	0	2018-06-19
CAR	12584	30	12781	12759	21187	6	1	0	2	0	255	7	373	5	9090	0	2019-02-12 00:10:45.0
CARDER	1	0	2	2	2	1	0		0		0		0		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CARDIQUE	153		139		180		4		3		0		0		0	0	2019-02-11 10:39:49.0
CARSUCRE	196		198		208		36		28		71		788		12322	0	2018-09-19

CAS	1705		1736		3163		22		20		10		0		0	0	2019-02-11
CDA	171		130		130		27		17		11		2		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CDMB	2034		2095		5490		32		19		71		1414		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CODECHOCÓ	39		54		55		47		45		58		122		1294	0	2019-02-11
CORALINA	586		589		305		0		0		2		1		1	0	2018-12-07
CORANTIOQUIA	10845		13403		30071		1123		1087		103		27		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORMACARENA	1357		1518		1734		62		62		197		511		8061	0	2019-02-11
CORNARE	8100		8548		17695		1135		1302		260		1529		19711	0	2019-02-11
CORPAMAG	289		200		243		24		1		39		75		488	0	2018-12-05
CORPOAMAZONIA	216		2		1		0		0		6		4		41	0	2019-01-03
CORPOBOYACÁ	1671		1718		3380		48		28		94		383		7426	0	2019-02-11
CORPOCALDAS	967		994		2224		40		41		0		0		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPOCESAR	614		717		1361		4		6		1		1		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPOCHIVOR	1540		1605		2977		75		68		182		2049		37482	0	2019-02-11
CORPOGUAJIRA	1122		3370		4770		177		27		236		639		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPOGUAVIO	1753		1523		3565		15		34		217		295		3299	0	2019-02-05
CORPOMOJANA	174		161		9		23		21		1		1		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPONARIÑO	259		256		283		25		25		165		160		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPONOR	329		235		179		14		4		25		175		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORPORINOQUIA	1571		2249		2795		196		243		961		1134		22928	0	2019-02-11
CORPOURABA	553		558		739		208		301		386		458		355	0	2019-02-12 10:41:43.0
CORTOLIMA	554		565		390		0		0		3		3		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CRA	318		355		379		52		61		229		1762		86	0	2019-02-12 10:41:43.0
CRC	386		338		269		46		43		52		125		1488	0	2019-02-10
CRQ	425		437		478		12		2		40		42		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CSB	1		1		0		2		0		0		0		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CVC	1182		1243		1218		53		22		243		1		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
CVS	175		181		161		55		17		27		0		0	0	2019-02-11

DADMA	67		63		62		1		1		61		74		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
DAGMA	146		146		141		2		4		31		166		35	0	2019-02-12 10:41:43.0
PNN	59		46		55		1		1		17		1		0	0	2019-02-12 10:41:43.0
SDA	64		74		91		33		12		29		261		976	0	2019-02-12 10:41:43.0
TOTAL	**58037**	**5021**	**64269**	**13727**	**113487**	**149**	**4111**	**434**	**3819**	**45**	**4269**	**8**	**14035**	**1450**	**125220**	**0**	
% INCONSISTENCIAS		8,6		21,4		0,1		10,6		1,2		0,2		10,3		0	

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 8. Datos reportados por las Corporaciones mes de marzo

INFORME MARZO SIRH																		
AUTORIDAD	**FUENTES**		**CONCESIONES**		**CAPTACIONES**		**USOS**		**PERMISO VERTIMIENTO**		**VERTIMIENTOS**		**PUNTOS MONITOREO**		**MUESTRAS**		**MEDICIONES**		**FECHA PROCESO**
	DATOS TOTALES	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	
AMB	**21**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**	**7**	**0**	**0**	**36**	**0**	**830**	**17**	**11387**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
AMVA	**78**	**24**	**314**	**3**	**318**	**3**	**314**	**0**	**242**	**45**	**199**	**0**	**147**	**0**	**622**	**326**	**4058**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
ANLA	**195**	**46**	**309**	**6**	**561**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
BARR_VERDE	**11**	**3**	**85**	**76**	**9**	**0**	**0**	**0**	**203**	**0**	**5**	**0**	**1**	**0**	**6**	**1**	**53**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CAM	**444**	**159**	**5362**	**120**	**5391**	**389**	**8000**	**0**	**489**	**1**	**69**	**0**	**9**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**31/12/2018**
CAR	**85**	**10**	**12633**	**30**	**12830**	**6**	**21270**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**	**255**	**7**	**373**	**5**	**9090**	**0**	**2019-03-10 00:11:35.0**

CARDER	40	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CARDIQUE	140	124	156	27	140	15	181	0	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CARSUCRE	44	10	196	14	198	85	208	0	36	9	28	0	71	1	788	0	12322	0	2018-09-19
CAS	1012	580	1705	144	1736	279	3163	0	22	3	20	0	10	10	0	0	0	0	2019-03-09
CDA	52	26	171	26	130	51	130	0	27	10	17	0	11	0	2	2	2	0	2019-03-10 11:57:48.0
CDMB	642	29	2034	1864	2095	6	5490	0	32	23	19	0	71	0	1414	1414	15230	0	2019-03-10 11:57:48.0
CODECHOCÓ	90	47	39	16	54	6	55	0	47	2	45	0	58	14	122	3	1294	0	2019-03-09
CORALINA	4	2	586	16	589	286	305	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	2018-12-07
CORANTIOQUIA	350	0	10845	2313	13403	59	30071	0	1124	268	1087	0	103	0	27	27	474	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORMACARENA	407	3	1357	428	1518	75	1735	0	62	6	62	0	197	2	511	4	8061	0	2019-03-03
CORNARE	1276	29	8100	8	8548	29	17695	0	1135	8	1302	0	260	0	1529	1	19711	0	2019-03-09
CORPAMAG	28	6	289	16	200	2	243	0	24	0	1	0	39	0	75	0	488	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	13	216	1	2	1	1	0	0	0	0	0	6	4	4	0	41	0	2019-01-03
CORPOBOYACÁ	864	23	1700	75	1749	7	3432	0	48	2	28	0	94	18	383	2	7426	0	2019-03-09
CORPOCALDAS	20776	106	967	107	994	10	2224	0	40	17	41	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOCESAR	142	0	614	3	717	61	1361	0	4	0	6	0	1	0	1	1	1	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOCHIVOR	393	34	1543	64	1611	6	2983	0	76	50	69	0	182	1	2049	3	37482	0	2019-03-09
CORPOGUAJIRA	216	155	1124	77	3372	312	4772	0	177	125	27	0	243	0	639	639	3594	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOGUAVIO	349	7	1993	245	1764	17	4698	0	15	0	34	0	217	4	295	2	3299	0	2019-03-09
CORPOMOJANA	32	4	174	13	161	19	9	0	23	2	21	0	1	0	1	1	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPONARIÑO	192	0	259	4	256	0	283	0	25	0	25	0	165	0	160	160	1682	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPONOR	11076	70	329	36	235	109	179	0	14	0	4	0	25	0	175	175	1050	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPORINOQUIA	777	2	1576	56	2256	53	2806	0	196	1	243	0	962	0	1136	0	22957	0	2019-03-08
CORPOURABA	164	30	553	8	558	36	739	0	208	2	301	0	386	0	458	422	2989	0	2019-03-10 11:57:48.0

CORTOLIMA	**2399**	**398**	**554**	**10**	**565**	**206**	**390**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**3**	**3**	**4**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CRA	**231**	**0**	**318**	**1**	**355**	**57**	**379**	**0**	**52**	**0**	**61**	**0**	**229**	**0**	**1776**	**1761**	**15705**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CRC	**236**	**11**	**386**	**25**	**338**	**83**	**269**	**0**	**46**	**5**	**43**	**0**	**52**	**23**	**125**	**1**	**1488**	**0**	**2019-03-09**
CRQ	**285**	**7**	**425**	**9**	**437**	**1**	**478**	**0**	**12**	**0**	**2**	**0**	**40**	**0**	**42**	**42**	**218**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CSB	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CVC	**731**	**2**	**1182**	**3**	**1243**	**4**	**1218**	**0**	**59**	**2**	**22**	**0**	**243**	**0**	**1**	**1**	**2**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CVS	**36**	**20**	**175**	**22**	**181**	**12**	**161**	**0**	**55**	**0**	**17**	**0**	**27**	**27**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-09**
DADMA	**3**	**0**	**67**	**2**	**63**	**1**	**62**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**61**	**0**	**74**	**74**	**274**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
DAGMA	**22**	**0**	**149**	**5**	**149**	**4**	**143**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**31**	**0**	**166**	**164**	**1296**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
PNN	**71**	**70**	**59**	**17**	**46**	**0**	**55**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**17**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
SDA	**23**	**0**	**64**	**1**	**74**	**6**	**91**	**0**	**33**	**1**	**12**	**0**	**29**	**0**	**393**	**200**	**5775**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
TOTAL	**44027**	**2052**	**58610**	**5891**	**64849**	**2298**	**115595**	**0**	**4545**	**590**	**3822**	**0**	**4284**	**113**	**14183**	**5452**	**187455**	**0**	
% INCONSISTENCIA		4,7		10,1		3,5		0,0		13,0		0,0		2,6		38,4		0	

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 9. Datos reportados por las Corporaciones mes de abril

INFORME ABRIL SIRH																		
AUTORIDAD	FUENTES		CONCESIONES		CAPTACIONES		USOS		PERMISO VERTIMIENTO		VERTIMIENTOS		PUNTOS MONITOREO		MUESTRAS		MEDICIONES		FECHAPROCESO
	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	DATOS TOTALES	INCONSISTENTES	
AMB	21	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	36	0	830	17	11387	0	2019-04-07 11:36:30.0
AMVA	78	24	314	3	318	4	314	0	257	45	214	0	149	0	622	326	4058	0	2019-04-07 11:36:30.0
ANLA	195	46	309	6	561	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
BARR_VERDE	11	3	101	92	9	0	0	0	206	0	5	0	1	0	6	1	53	0	2019-04-07 11:36:30.0
CAM	444	159	5362	120	5391	389	8000	0	489	1	69	0	9	1	1	0	1	0	31/12/2018
CAR	85	5	12693	30	12890	6	21366	0	1	0	2	0	256	8	373	5	9090	0	2019-04-09 00:10:47.0
CARDER	40	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
CARDIQUE	140	134	158	27	141	15	182	0	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
CARSUCRE	44	10	196	14	198	85	208	0	36	9	28	0	71	1	788	0	12322	0	2018-09-19
CAS	1012	580	1705	144	1736	279	3163	0	22	3	20	0	10	10	0	0	0	0	2019-04-08
CDA	52	26	172	26	131	51	130	0	27	10	17	0	11	0	2	2	2	0	2019-04-07 11:36:30.0
CDMB	642	29	2034	1864	2095	6	5490	0	36	14	22	0	71	0	1414	64	15230	0	2019-04-07 11:36:30.0
CODECHOCÓ	120	47	39	16	54	6	55	0	47	2	45	0	58	14	122	3	1294	0	2019-04-08

CORALINA	4	2	586	16	589	286	305	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	2018-12-07
CORANTIOQUIA	353	0	10845	2313	13403	59	30071	0	1126	283	1087	0	103	0	27	1	474	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORMACARENA	407	3	1357	428	1518	75	1734	0	62	6	62	0	197	2	511	4	8061	0	2019-04-08
CORNARE	1276	29	8100	8	8548	29	17695	0	1374	8	1539	0	260	0	1529	1	19711	0	2019-04-08
CORPAMAG	28	6	289	16	200	2	243	0	24	0	1	0	39	0	75	0	488	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	13	216	1	2	1	1	0	0	0	0	0	6	4	4	0	41	0	2019-04-04
CORPOBOYACÁ	870	23	1710	75	1763	7	3457	0	48	2	28	0	94	18	383	2	7426	0	2019-03-31
CORPOCALDAS	20776	106	967	107	994	10	2224	0	40	17	41	0	0	0	0	0	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPOCESAR	142	0	617	3	723	61	1373	0	4	0	6	0	1	0	1	1	1	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPOCHIVOR	395	34	1572	64	1642	6	3025	0	77	50	70	0	184	1	2051	3	37507	0	2019-04-08
CORPOGUAJIRA	217	154	1130	82	3378	312	4778	0	177	125	27	0	250	0	651	62	3736	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPOGUAVIO	349	7	2042	245	1814	17	4803	0	15	0	34	0	217	4	295	2	3299	0	2019-04-08
CORPOMOJANA	32	4	174	13	161	19	9	0	23	2	21	0	1	0	1	1	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPONARIÑO	192	0	259	4	256	0	283	0	25	0	25	0	165	0	160	24	1682	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPONOR	11085	70	329	36	235	109	179	0	14	0	4	0	25	0	175	0	1050	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORPORINOQUIA	839	2	1688	56	2367	53	2992	0	196	1	243	0	963	0	1137	0	22972	0	2019-04-07
CORPOURABA	164	30	553	8	558	36	739	0	208	2	301	0	386	0	458	46	2989	0	2019-04-07 11:36:30.0
CORTOLIMA	2399	398	811	10	835	206	1740	0	0	0	0	0	3	0	3	1	4	0	2019-04-07 11:36:30.0
CRA	231	0	318	1	355	57	379	0	52	0	61	0	229	0	1785	101	16090	0	2019-04-07 11:36:30.0
CRC	236	11	386	25	338	83	269	0	46	5	43	0	52	5	125	1	1488	0	2019-03-30
CRQ	285	7	425	9	437	1	478	0	12	0	2	0	40	0	42	3	218	0	2019-04-07 11:36:30.0
CSB	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-04-07 11:36:30.0
CVC	731	2	1182	3	1243	4	1218	0	59	2	22	0	237	0	1	0	2	0	2019-04-07 11:36:30.0
CVS	36	20	175	22	181	12	161	0	55	0	17	0	27	0	54	0	494	0	2019-04-08

DADMA	**3**	**0**	**69**	**2**	**65**	**1**	**64**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**63**	**0**	**76**	**6**	**292**	**0**	**2019-04-07 11:36:30.0**
DAGMA	**22**	**0**	**150**	**5**	**150**	**4**	**146**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**31**	**0**	**167**	**4**	**1313**	**0**	**2019-04-07 11:36:30.0**
PNN	**71**	**70**	**59**	**17**	**46**	**0**	**55**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**17**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2019-04-07 11:36:30.0**
SDA	**23**	**0**	**64**	**1**	**74**	**6**	**91**	**0**	**33**	**1**	**12**	**0**	**29**	**0**	**436**	**0**	**6463**	**0**	**2019-04-07 11:36:30.0**
TOTAL	**44140**	**2056**	**59158**	**5912**	**65402**	**2299**	**117422**	**0**	**4809**	**596**	**4078**	**0**	**4293**	**69**	**14307**	**681**	**189239**	**0**	
% INCONSISTENCIAS		4,7		9,99		3,5		0,0		12,4		0,0		1,6		4,8		0	

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 10. Datos reportados por las Corporaciones mes de mayo

INFORME MAYO SIRH																			
AUTORIDAD	**FUENTES**		**CONCESIONES**		**CAPTACIONES**		**USOS**		**PERMISO VERTIMIENTO**		**VERTIMIENTOS**		**PUNTOS MONITOREO**		**MUESTRAS**		**MEDICIONES**		**FECHAPROCESO**
	DATOS TOTALES	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	**DATOS TOTALES**	**INCONSISTENTES**	
AMB	**21**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**	**7**	**0**	**0**	**36**	**0**	**830**	**17**	**11387**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
AMVA	**78**	**4**	**322**	**3**	**327**	**5**	**318**	**0**	**293**	**46**	**255**	**0**	**154**	**0**	**626**	**326**	**4086**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
ANLA	**195**	**46**	**309**	**6**	**561**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
BARR_VERDE	**11**	**3**	**101**	**0**	**9**	**0**	**0**	**0**	**208**	**0**	**5**	**0**	**1**	**0**	**6**	**1**	**53**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CAM	**444**	**159**	**5362**	**120**	**5391**	**389**	**8000**	**0**	**489**	**1**	**69**	**0**	**9**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**31/12/2018**

CAR	85	2	12779	29	12978	6	21509	0	1	0	2	0	256	8	373	5	9090	0	2019-03-10 00:11:35.0
CARDER	40	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CARDIQUE	142	134	161	27	144	15	185	0	6	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CARSUCRE	44	10	196	14	198	85	208	0	36	9	28	0	71	1	788	0	12322	0	2018-09-19
CAS	1012	580	1705	144	1736	279	3163	0	22	3	20	0	10	10	0	0	0	0	2019-03-09
CDA	52	26	172	26	131	51	130	0	27	10	17	0	11	0	2	2	2	0	2019-03-10 11:57:48.0
CDMB	642	29	2034	1864	2095	6	5490	0	36	14	22	0	71	0	1414	64	15230	0	2019-03-10 11:57:48.0
CODECHOCÓ	120	47	39	16	54	6	55	0	47	2	45	0	58	14	122	3	1294	0	2019-03-09
CORALINA	4	2	586	16	589	286	305	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	2018-12-07
CORANTIOQUIA	353	0	10845	2313	13403	59	30071	0	1126	283	1087	0	103	0	27	1	474	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORMACARENA	407	3	1357	428	1518	75	1734	0	62	6	62	0	197	2	511	4	8061	0	2019-03-03
CORNARE	1276	29	8100	8	8548	29	17695	0	1374	8	1539	0	260	0	1529	1	19711	0	2019-03-09
CORPAMAG	28	6	289	16	200	2	243	0	24	0	1	0	39	0	75	0	488	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	13	216	1	2	1	1	0	0	0	0	0	6	4	4	0	41	0	2019-01-03
CORPOBOYACÁ	874	23	1745	75	1803	7	3524	0	50	2	30	0	125	18	409	2	8005	0	2019-03-09
CORPOCALDAS	20776	106	967	107	994	10	2224	0	40	17	41	0	0	0	0	0	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOCESAR	142	0	617	3	723	61	1373	0	4	0	6	0	1	0	1	1	1	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOCHIVOR	395	34	1572	64	1642	6	3025	0	77	50	70	0	184	1	2051	3	37507	0	2019-03-09
CORPOGUAJIRA	217	154	1137	82	3385	312	4790	0	177	125	27	0	250	0	651	62	3736	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPOGUAVIO	349	7	2043	245	1815	17	4805	0	15	0	34	0	217	4	295	2	3299	0	2019-03-09
CORPOMOJANA	32	4	174	13	161	19	9	0	23	2	21	0	1	0	1	1	0	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPONARIÑO	192	0	259	4	256	0	283	0	25	0	25	0	165	0	160	24	1682	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPONOR	11085	70	333	36	235	109	179	0	14	0	4	0	25	0	175	0	1050	0	2019-03-10 11:57:48.0
CORPORINOQUIA	851	2	1756	56	2438	53	3125	0	194	1	241	0	965	0	1150	0	23144	0	2019-03-08

CORPOURABA	**164**	**30**	**553**	**8**	**558**	**36**	**739**	**0**	**208**	**2**	**301**	**0**	**386**	**0**	**458**	**46**	**2989**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CORTOLIMA	**2399**	**398**	**811**	**10**	**835**	**206**	**1740**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**3**	**1**	**4**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CRA	**231**	**0**	**318**	**1**	**355**	**57**	**379**	**0**	**52**	**0**	**61**	**0**	**229**	**0**	**1801**	**101**	**16569**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CRC	**236**	**11**	**386**	**25**	**338**	**83**	**269**	**0**	**46**	**5**	**43**	**0**	**52**	**5**	**125**	**1**	**1488**	**0**	**2019-03-09**
CRQ	**285**	**7**	**425**	**9**	**437**	**1**	**478**	**0**	**12**	**0**	**2**	**0**	**40**	**0**	**42**	**3**	**218**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CSB	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CVC	**731**	**2**	**1182**	**3**	**1243**	**4**	**1218**	**0**	**59**	**2**	**22**	**0**	**239**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
CVS	**36**	**20**	**175**	**22**	**181**	**12**	**161**	**0**	**55**	**0**	**17**	**0**	**27**	**0**	**54**	**0**	**494**	**0**	**2019-03-09**
DADMA	**3**	**0**	**69**	**2**	**65**	**1**	**64**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**63**	**0**	**76**	**6**	**292**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
DAGMA	**22**	**0**	**154**	**5**	**154**	**4**	**146**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**31**	**0**	**172**	**4**	**1396**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
PNN	**71**	**70**	**59**	**17**	**46**	**0**	**55**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**17**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
SDA	**23**	**0**	**64**	**1**	**74**	**6**	**91**	**0**	**33**	**1**	**12**	**0**	**29**	**0**	**436**	**0**	**6463**	**0**	**2019-03-10 11:57:48.0**
TOTAL	**44158**	**2033**	**59374**	**5819**	**65625**	**2300**	**117786**	**0**	**4848**	**597**	**4119**	**0**	**4333**	**69**	**14371**	**681**	**190580**	**0**	
		4,6		9,8		3,5		0,0		12,3		0,0		1,6		4,7		0	

Fuente: SIRH/Autor

A continuación, se presentan las autoridades que a fecha del proceso no están al día en el cargue de la información al SIRH.

Tabla 11. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de enero

AUTORIDAD	FUENTES	TRAMOS	USUARIOS	PREDIOS	CONCESIONES	CAPTACIONES	USOS	PERMISO VERTIMIENTO	VERTIMIENTOS	PUNTOS MONITOREO	MUESTRAS	MEDICIONES	PORH_PLANES	PUEAA	PUEAA_PROYECTOS	FUNIAS	FECHA PROCESO
CAM	444	446	4476	5524	5362	5391	8000	489	69	9	1	1	0	3	3	6	31/12/2018
CARSUCRE	44	46	171	207	196	198	208	36	28	71	788	12322	0	16	70	164	19/09/2018
CORALINA	4	4	555	558	586	589	305	0	0	2	1	1	0	0	0	1400	7/12/2018
CORPAMAG	28	59	188	278	289	200	243	24	1	39	75	488	0	9	0	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	88	201	213	216	2	1	0	0	6	4	41	0	0	0	0	3/01/2019
CORPORINOQUIA	771	788	948	1650	1571	2249	2795	196	243	961	1134	22928	1	26	128	29	17/12/2018

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 12. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de febrero

AUTORIDAD	FUENTES	TRAMOS	USUARIOS	PREDIOS	CONCESIONES	CAPTACIONES	USOS	PERMISO VERTIMIENTO	VERTIMIENTOS	PUNTOS MONITOREO	MUESTRAS	MEDICIONES	PORH_PLANES	PUEAA	PUEAA_PROYECTOS	FUNIAS	FECHA PROCESO
CAM	444	446	4009	4959	5126	5154	7185	70	69	2	1	1	0	3	3	6	19/06/2018
CARSUCRE	44	46	171	207	196	198	208	36	28	71	788	12322	0	16	70	164	19/09/2018
CORALINA	4	4	555	558	586	589	305	0	0	2	1	1	0	0	0	1400	7/12/2018
CORPAMAG	28	59	188	278	289	200	243	24	1	39	75	488	0	9	0	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	88	201	213	216	2	1	0	0	6	4	41	0	0	0	0	3/01/2019
CORPOGUAVIO	349	352	1521	1733	1753	1523	3565	15	34	217	295	3299	0	45	173	0	5/02/2019

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 13. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de marzo

AUTORIDAD	FUENTES	TRAMOS	USUARIOS	PREDIOS	CONCESIONES	CAPTACIONES	USOS	PERMISO VERTIMIENTO	VERTIMIENTOS	PUNTOS MONITOREO	MUESTRAS	MEDICIONES	PORH_PLANES	PUEAA	PUEAA_PROYECTOS	FUNIAS	FECHAPROCESO
CAM	444	446	4476	5524	5362	5391	8000	489	69	9	1	1	0	3	3	6	31/12/2018
CARSUCRE	44	46	171	207	196	198	208	36	28	71	788	12322	0	16	70	164	2018-09-19
CORALINA	4	4	555	558	586	589	305	0	0	2	1	1	0	0	0	1400	2018-12-07
CORPAMAG	28	59	188	278	289	200	243	24	1	39	75	488	0	9	0	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	88	201	213	216	2	1	0	0	6	4	41	0	0	0	0	2019-01-03

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 14. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de abril

AUTORIDAD	FUENTES	TRAMOS	USUARIOS	PREDIOS	CONCESIONES	CAPTACIONES	USOS	PERMISO VERTIMIENTO	VERTIMIENTOS	PUNTOS MONITOREO	MUESTRAS	MEDICIONES	PORH_PLANES	PUEAA	PUEAA_PROYECTOS	FUNIAS	FECHA PROCESO
CAM	444	446	4476	5524	5362	5391	8000	489	69	9	1	1	0	3	3	6	31/12/2018
CARSUCRE	44	46	171	207	196	198	208	36	28	71	788	12322	0	16	70	164	2018-09-19
CORALINA	4	4	555	558	586	589	305	0	0	2	1	1	0	0	0	1400	2018-12-07
CORPAMAG	28	59	188	278	289	200	243	24	1	39	75	488	0	9	0	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	88	201	213	216	2	1	0	0	6	4	41	0	0	0	0	2019-04-04
CORPOBOYACÁ	870	863	1533	1722	1710	1763	3457	48	28	94	383	7426	1	147	1219	19	2019-03-31
CRC	236	225	336	497	386	338	269	46	43	52	125	1488	0	22	0	0	2019-03-30

Fuente: SIRH/Autor

Tabla 15. Autoridades ambientales que no están al día en cargue de información mes de mayo

AUTORIDAD	FUENTES	TRAMOS	USUARIOS	PREDIOS	CONCESIONES	CAPTACIONES	USOS	PERMISO VERTIMIENTO	VERTIMIENTOS	PUNTOS MONITOREO	MUESTRAS	MEDICIONES	PORH_PLANES	PUEAA	PUEAA_PROYECTOS	FUNIAS	FECHA PROCESO
CAM	444	446	4476	5524	5362	5391	8000	489	69	9	1	1	0	3	3	6	31/12/2018
CARSUCRE	44	46	171	207	196	198	208	36	28	71	788	12322	0	16	70	164	2018-09-19
CAS	1012	1008	1473	1687	1705	1736	3163	22	20	10	0	0	0	3	0	2	2019-04-29
CODECHOCÓ	120	234	61	82	39	54	55	47	45	58	122	1294	0	0	0	0	2019-04-29
CORALINA	4	4	555	558	586	589	305	0	0	2	1	1	0	0	0	1400	2018-12-07
CORMACARENA	407	470	1012	1220	1357	1518	1734	62	62	197	511	8061	1	48	107	404	2019-04-17
CORNARE	1276	1278	7438	8335	8100	8548	17695	1374	1539	260	1529	19711	0	163	1131	0	2019-04-29
CORPAMAG	28	59	188	278	289	200	243	24	1	39	75	488	0	9	0	0	5/12/2018
CORPOAMAZONIA	89	88	201	213	216	2	1	0	0	6	4	41	0	0	0	0	2019-04-04
CORPOBOYACÁ	874	867	1564	1756	1745	1803	3524	50	30	125	409	8005	1	148	1226	20	2019-04-29
CORPOCHIVOR	395	374	1264	1591	1572	1642	3025	77	70	184	2051	37507	0	44	733	315	2019-04-29
CORPOGUAVIO	349	352	1713	1999	2043	1815	4805	15	34	217	295	3299	0	45	173	0	2019-04-29
CRC	236	225	336	497	386	338	269	46	43	52	125	1488	0	22	0	0	2019-05-01
CVS	36	35	158	212	175	181	161	55	17	27	54	494	1	16	52	0	2019-04-29

Fuente: SIRH/Autor

3.2. Demanda Hídrica

3.2.1. Demanda hídrica nacional

En primer lugar, se estimó la demanda hídrica nacional, realizando la sumatoria de todos los caudales concesionados que reportan las autoridades ambientales, se extrajeron algunos datos atípicos que no se integraron en la sumatoria debido a la incoherencia que presentan, siendo un caudal demasiado elevado y que supera con creces la oferta disponible de las fuentes, dicha operación se realizó con la información reportada y extraída del mes de enero de 2019 y de abril de 2019. De esta manera se procede a realizar la estimación mediante la siguiente ecuación:

$$\therefore \quad \boxed{\boldsymbol{D}\left[\frac{\boldsymbol{Mm^3}}{\boldsymbol{año}}\right] = \frac{(86400 * 365)}{1000000000}\sum \boldsymbol{Q_i}}$$

Donde

D: es la Demanda Hídrica en Mm^3/año

Q_i: es el caudal concesionado para el usuario **i** en L/s.

Posteriormente para la demanda hídrica total nacional, se tomaron los datos de captaciones y concesiones y se estimó dicha demanda en millones de metros cúbicos (Mm^3) y se comparó el valor calculado con el estimado en el ENA 2018, ENA 2014 y ENA 2010 (IDEAM, 2019) según los datos reportados en el ENA 2018 y con el valor del ENA 2014 bajo las metodologías reportadas para ese período.

Los resultados se aprecian a continuación:

Tabla 16. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2010 (mes de enero)

Demanda Total ENA 2010 (Mm^3/año)	35875,9
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**31714,92**
%Peso	**88,40**
%Diferencia	**11,60**

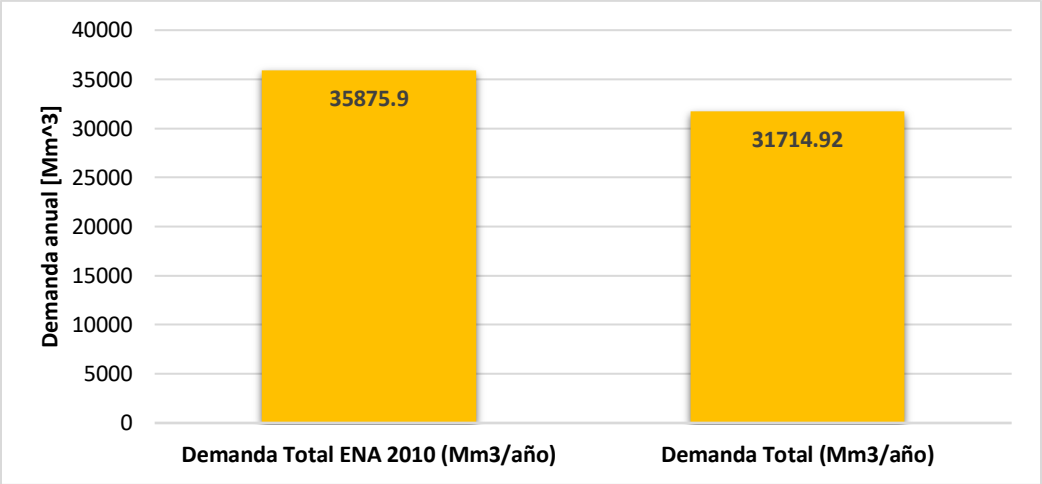
Fuente: Autor

Tabla 17. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2010 (mes de abril)

Demanda Total ENA 2010 (Mm^3/año)	35875,9
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**32336,17**
%Peso	**90,13**
%Diferencia	**9,87**

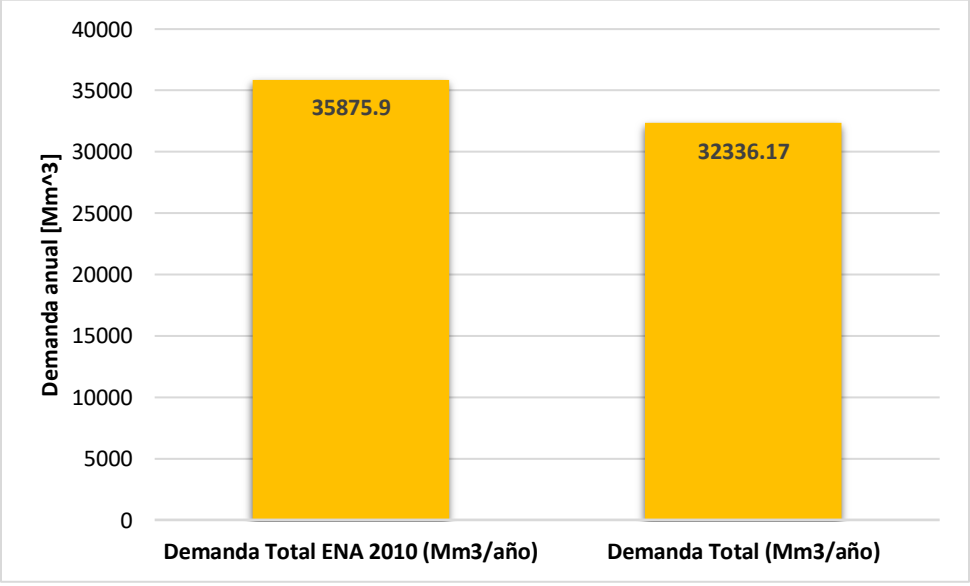
Fuente: Autor

Figura 2. Comparación demanda SIRH y ENA 2010 (mes de enero)



Fuente: Autor

Figura 3. Comparación demanda SIRH y ENA 2010 (mes de abril)



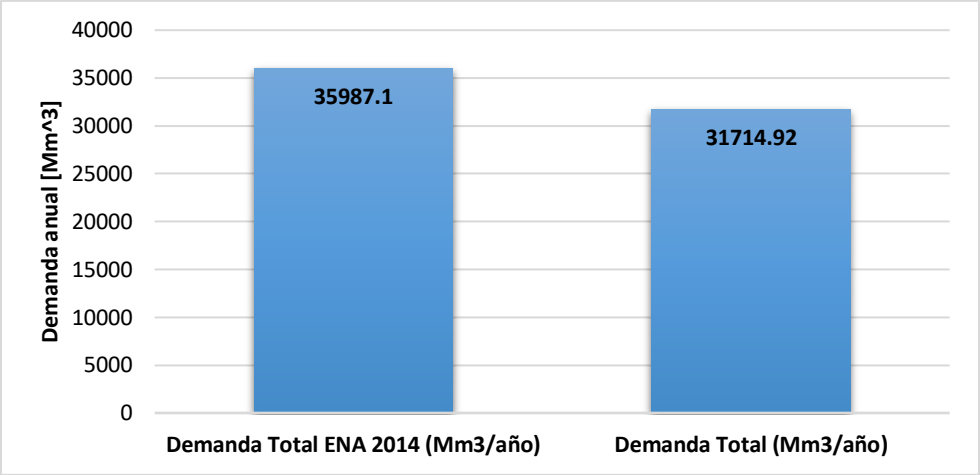
Fuente: Autor

Tabla 18. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (mes de enero)

Demanda total ENA 2014 (Mm^3/año)	35987,1
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**31714,92**
%Peso	**88,13**
%Diferencia	**11,87**

Fuente: Autor

Figura 4. Comparación Demanda SIRH y ENA 2014 (Mes de Enero)



Fuente: Autor

Tabla 19. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (metodología 2018) (mes de enero)

Demanda Total ENA 2014 (Mm^3/año)	35582
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**31714,92**
%Peso	**89,13**
%Diferencia	**10,87**

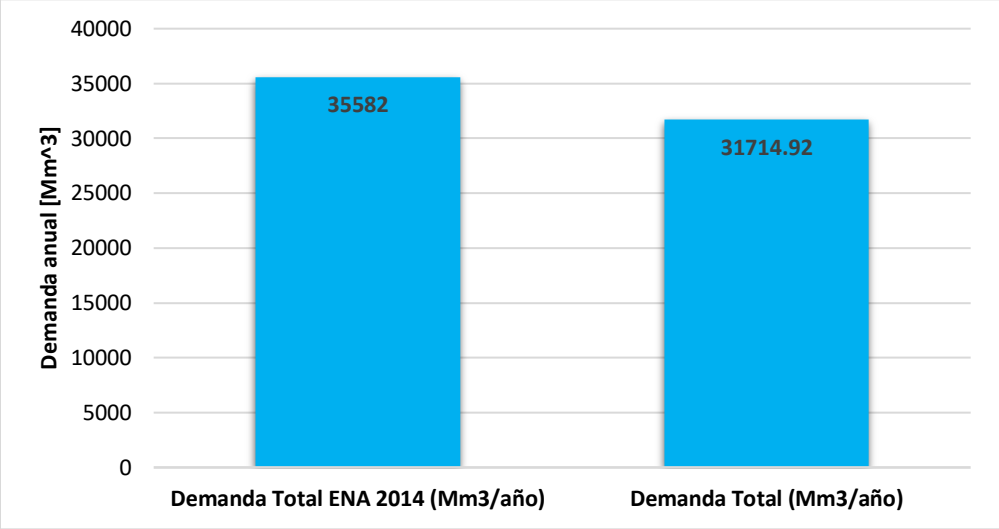
Fuente: Autor

Tabla 20. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2014 (metodología 2018) (mes de abril)

Demanda Total ENA 2014 (Mm^3/año)	35582
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**32336,17**
%Peso	**90,88**
%Diferencia	**9,12**

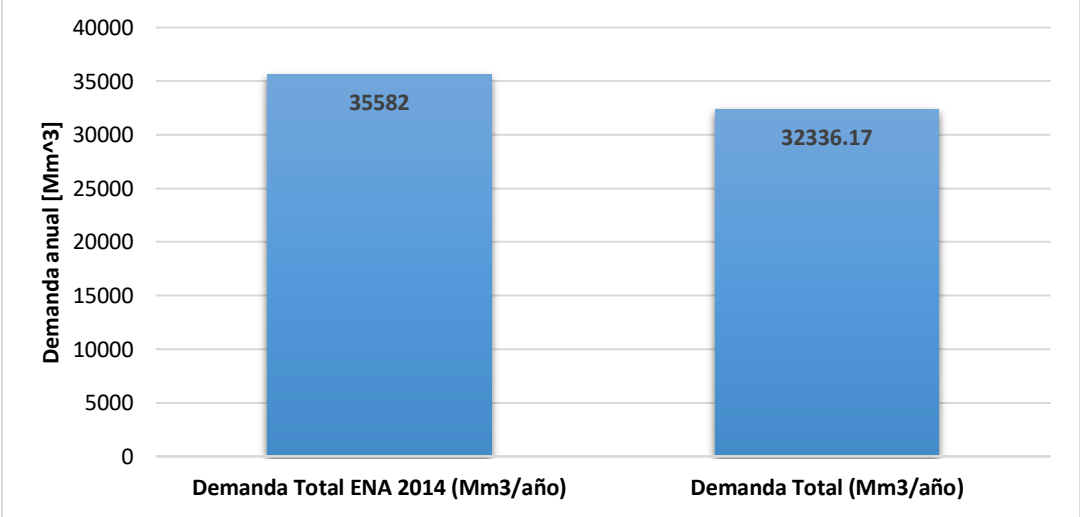
Fuente: Autor

Figura 5. Comparación demanda SIRH y ENA 2014 (metodología 2018) (mes de enero)



Fuente: Autor

Figura 6. Comparación demanda SIRH y ENA 2014 (metodología 2018) (mes de abril)



Fuente: Autor

Tabla 21. Estimación Demanda Total Nacional y Comparación ENA 2018 (Mes de Enero)

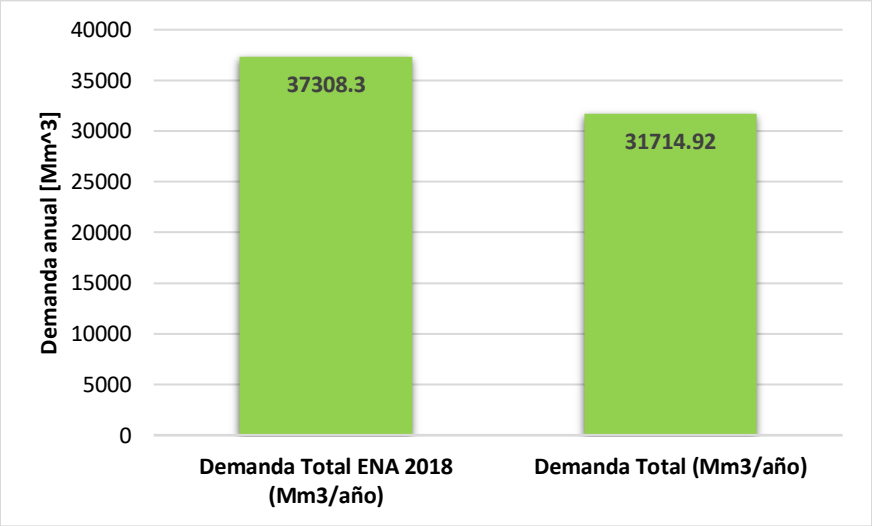
Demanda Total ENA 2018 (Mm3/año)	37308,3
Demanda Total (L/s)	**1005673,384**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**31714,92**
%Peso	**85,01**
%Diferencia	**14,99**

Fuente: Autor

Tabla 22. Estimación demanda total nacional y comparación ENA 2018 (mes de abril)

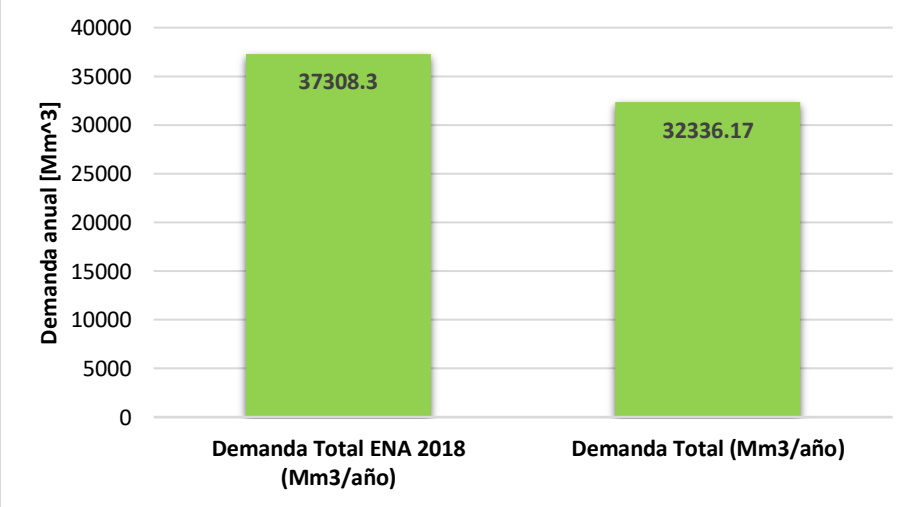
Demanda Total ENA 2018 (Mm^3/año)	37308,3
Demanda Total (L/s)	**1005673,4**
Demanda Total (m^3/año)	**31714915853**
Demanda Total (Mm^3/año)	**32336,2**
%Peso	**86,7**
%Diferencia	**13,3**

Figura 7. Comparación demanda SIRH y ENA 2018 (mes de enero)



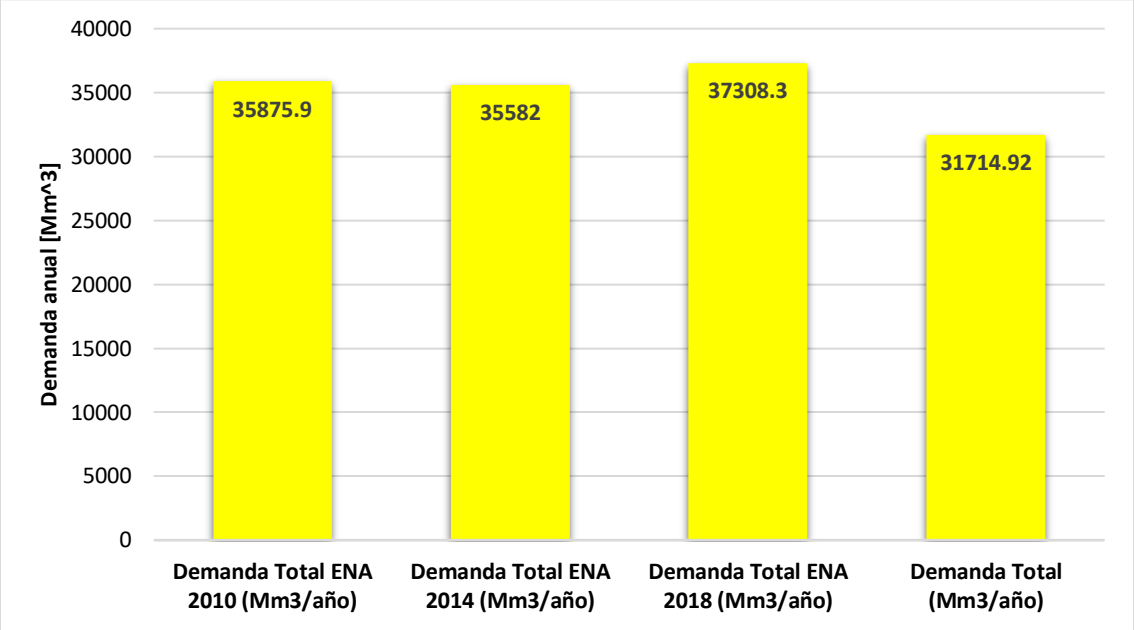
Fuente: Autor

Figura 8. Comparación demanda SIRH y ENA 2018 (mes de abril)



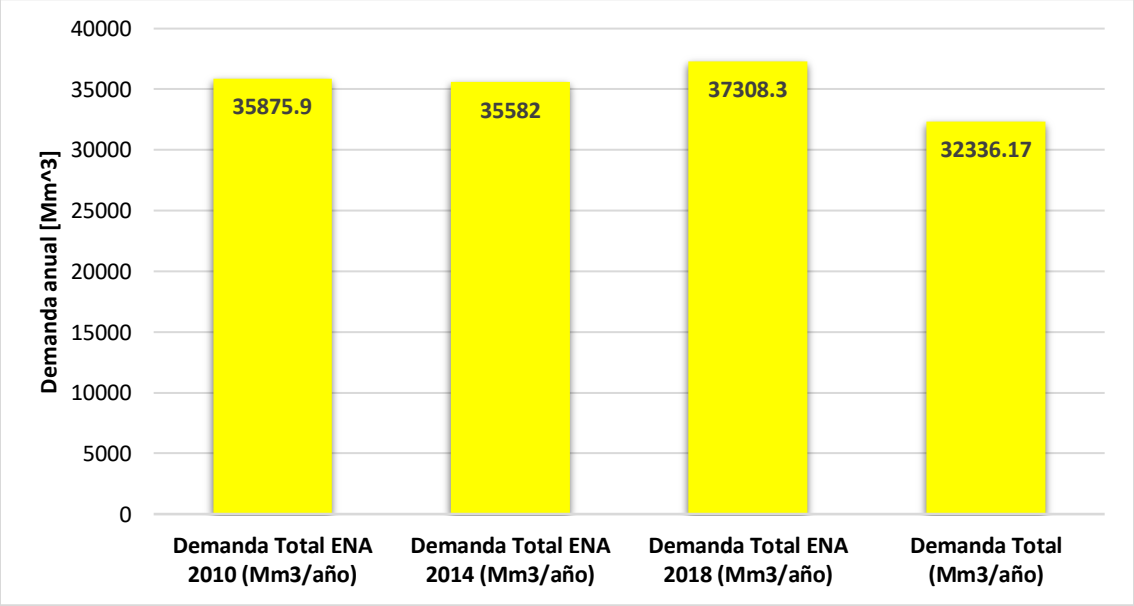
Fuente: Autor

Figura 9. Comparación en múltiples etapas con la demanda total SIRH (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 10. Comparación en múltiples etapas con la demanda total SIRH (abril 2019)



Fuente: Autor

3.2.2. Clasificación demanda hídrica por autoridad ambiental

Tabla 23. Clasificación de la demanda por autoridad ambiental para enero 2019

AUTORIDADES	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
AMVA	1213,33	38,26
CAM	145082,97	4575,34
CAR	26222,25	826,95
CARDER	3,10	0,10
CARDIQUE	16627,57	524,37
CARSUCRE	1826,34	57,60
CAS	27083,95	854,12
CDA	410,57	12,95
CDMB	49077,31	1547,70
CODECHOCÓ	1119,02	35,29
CORALINA	208,95	6,59
CORANTIOQUIA	127294,70	4014,37
CORMACARENA	70797,76	2232,68
CORNARE	49363,90	1556,74
CORPAMAG	35433,08	1117,42
CORPOAMAZONIA	0,25	0,01
CORPOBOYACÁ	76617,08	2416,20
CORPOCALDAS	17154,61	540,99
CORPOCESAR	21882,26	690,08
CORPOCHIVOR	81822,68	2580,36
CORPOGUAJIRA	6816,78	214,97
CORPOGUAVIO	5208,12	164,24
CORPOMOJANA	65,18	2,06
CORPONARIÑO	973,51	30,70
CORPONOR	316,32	9,98
CORPORINOQUIA	72868,26	2297,97
CORPOURABA	26116,26	823,60
CORTOLIMA	17663,43	557,03
CRA	11815,22	372,60
CRC	28296,41	892,36
CRQ	11938,67	376,50
CVC	50006,46	1577,00
CVS	8779,77	276,88
DADMA	202,63	6,39
DAGMA	416,33	13,13
PNN	11951,28	376,90

SDA	2997,07	94,52
TOTAL	**1005673,38**	**31714,92**

Fuente: Autor

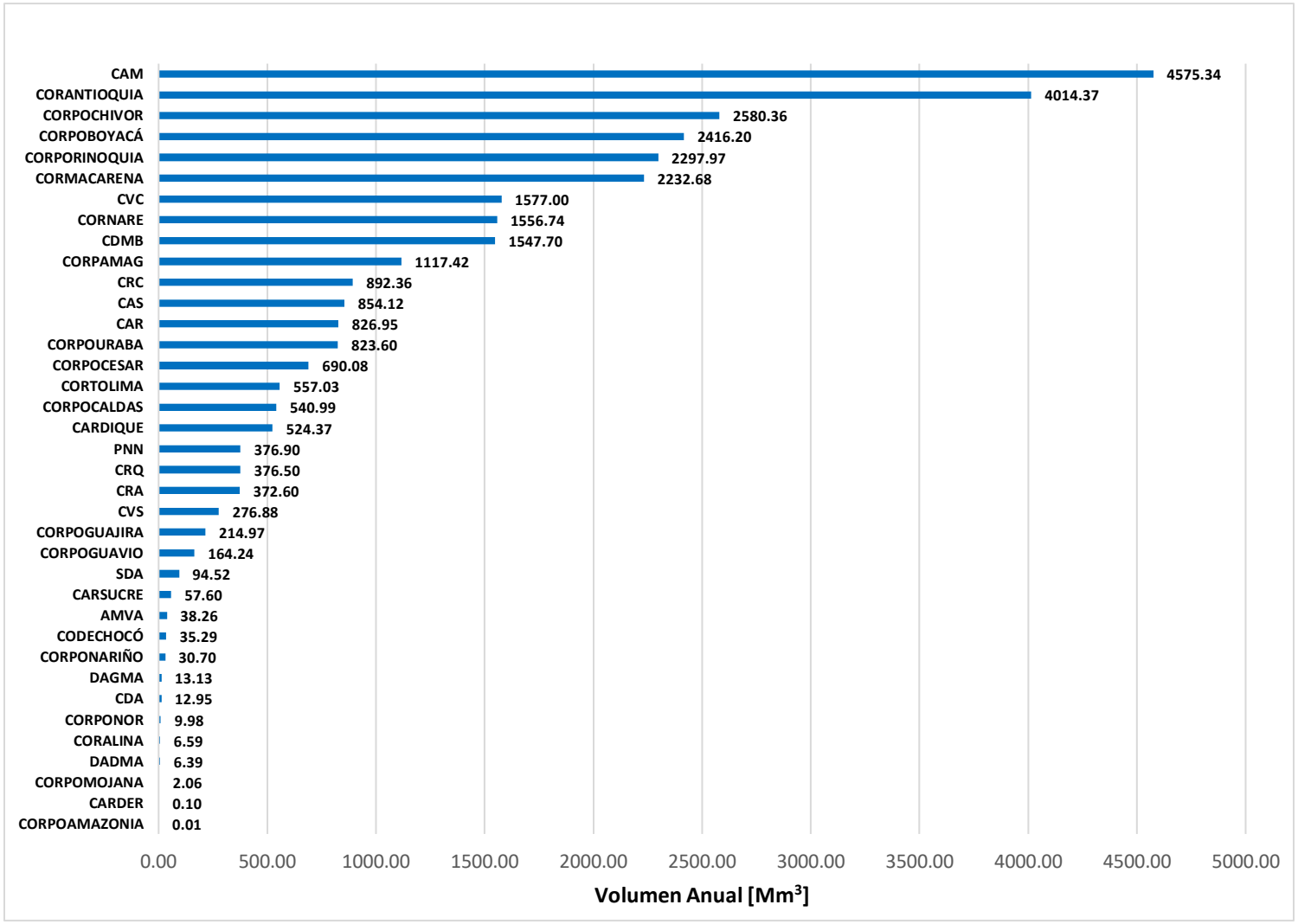
Tabla 24. Clasificación de la demanda por autoridad ambiental para abril 2019

AUTORIDADES	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
AMVA	1214,33	38,30
CAM	145082,97	4575,34
CAR	26306,79	829,61
CARDER	3,10	0,10
CARDIQUE	16612,96	523,91
CARSUCRE	1826,34	57,60
CAS	27083,95	854,12
CDA	410,57	12,95
CDMB	49077,31	1547,70
CODECHOCÓ	1119,02	35,29
CORALINA	208,95	6,59
CORANTIOQUIA	128056,26	4038,38
CORMACARENA	70797,76	2232,68
CORNARE	49363,90	1556,74
CORPAMAG	35433,08	1117,42
CORPOAMAZONIA	0,25	0,01
CORPOBOYACÁ	76672,81	2417,95
CORPOCALDAS	17154,61	540,99
CORPOCESAR	21925,35	691,44
CORPOCHIVOR	82205,59	2592,44
CORPOGUAJIRA	6851,84	216,08
CORPOGUAVIO	5315,75	167,64
CORPOMOJANA	65,18	2,06
CORPONARIÑO	973,51	30,70
CORPONOR	316,32	9,98
CORPORINOQUIA	72894,06	2298,79
CORPOURABA	26116,26	823,60
CORTOLIMA	35213,09	1110,48
CRA	11815,22	372,60
CRC	28296,41	892,36
CRQ	11938,67	376,50
CVC	50666,90	1597,83
CVS	8779,77	276,88
DADMA	203,63	6,42

DAGMA	422,54	13,33
PNN	11951,28	376,90
SDA	2997,07	94,52
TOTAL	**1025373,38**	**32336,17**

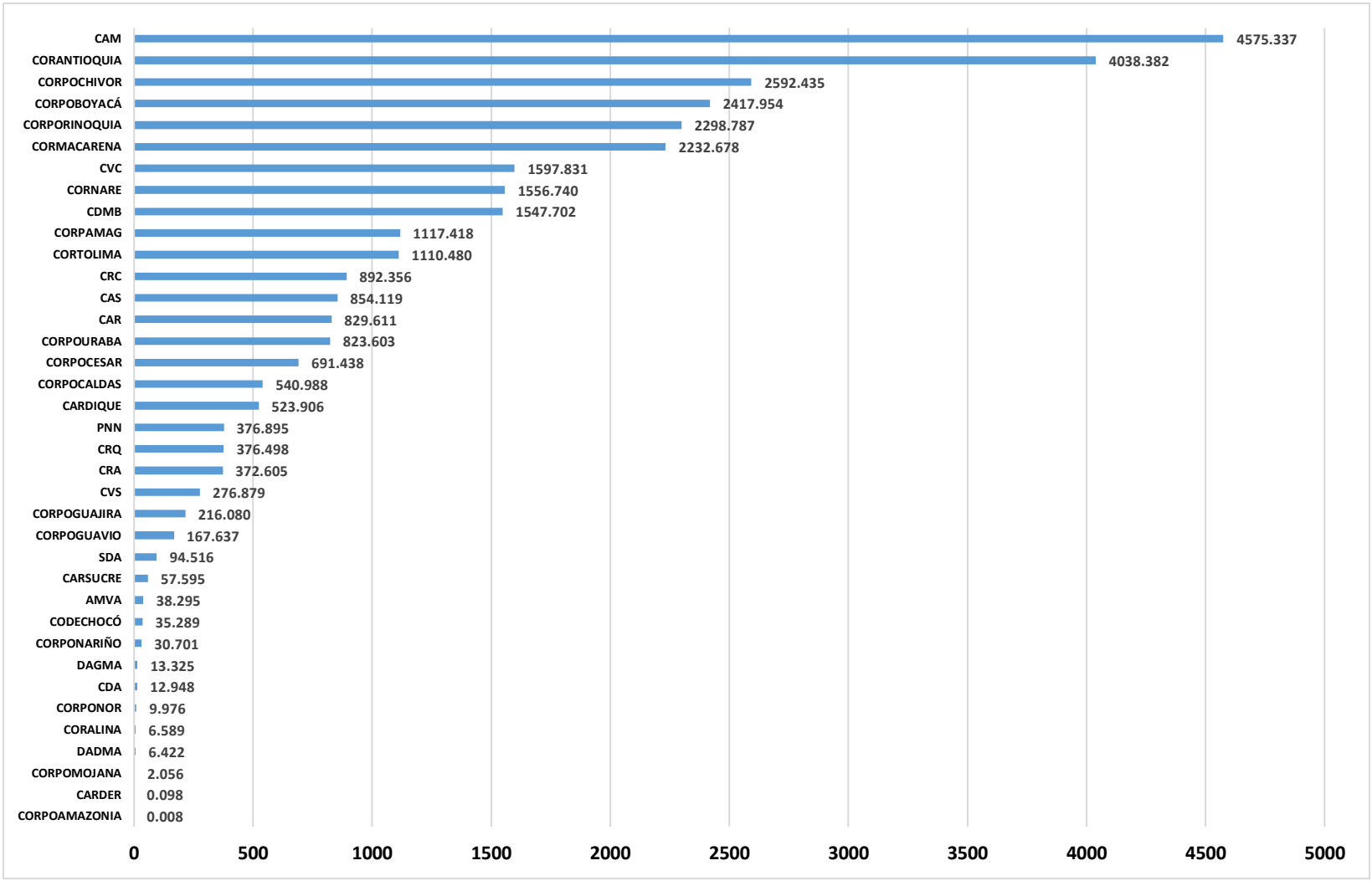
Fuente: Autor

Figura 11. Caudal por autoridad ambiental para enero 2019



Fuente: Autor

Figura 12. Demanda hídrica por autoridad ambiental para abril 2019



Fuente: Autor

3.2.3. Clasificación por Departamento

Tabla 25. Clasificación de la demanda por departamento para enero 2019

DEPARTAMENTO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
CAQUETA	**0,3**	0,008
RISARALDA	**3,2**	0,102
VAUPES	**100,6**	3,174
SAN ANDRES	**209,0**	6,589
VICHADA	**238,3**	7,516
GUAVIARE	**309,9**	9,774
NORTE DE SANTANDER	**316,3**	9,976
NARIÑO	**977,6**	30,828
CHOCO	**1119,0**	35,289
SUCRE	**1728,5**	54,511
BOGOTA D.C.	**4040,9**	127,434
ARAUCA	**4316,0**	136,110
LA GUAJIRA	**6816,8**	214,974
CORDOBA	**8791,8**	277,257
ATLANTICO	**11837,9**	373,320
QUINDIO	**11938,8**	376,501
BOLIVAR	**16778,6**	529,129
CALDAS	**17154,5**	540,983
TOLIMA	**17663,4**	557,034
CESAR	**21859,6**	689,364
CAUCA	**28296,4**	892,356
MAGDALENA	**35635,7**	1123,808
VALLE DEL CAUCA	**50466,7**	1591,518
CUNDINAMARCA	**53562,8**	1689,156
CASANARE	**56428,3**	1779,524
META	**70797,8**	2232,678
SANTANDER	**76179,8**	2402,406
HUILA	**145083,0**	4575,337
BOYACA	**159033,8**	5015,289
ANTIOQUIA	**203988,2**	6432,972
TOTAL	**1005673,4**	**31714,92**

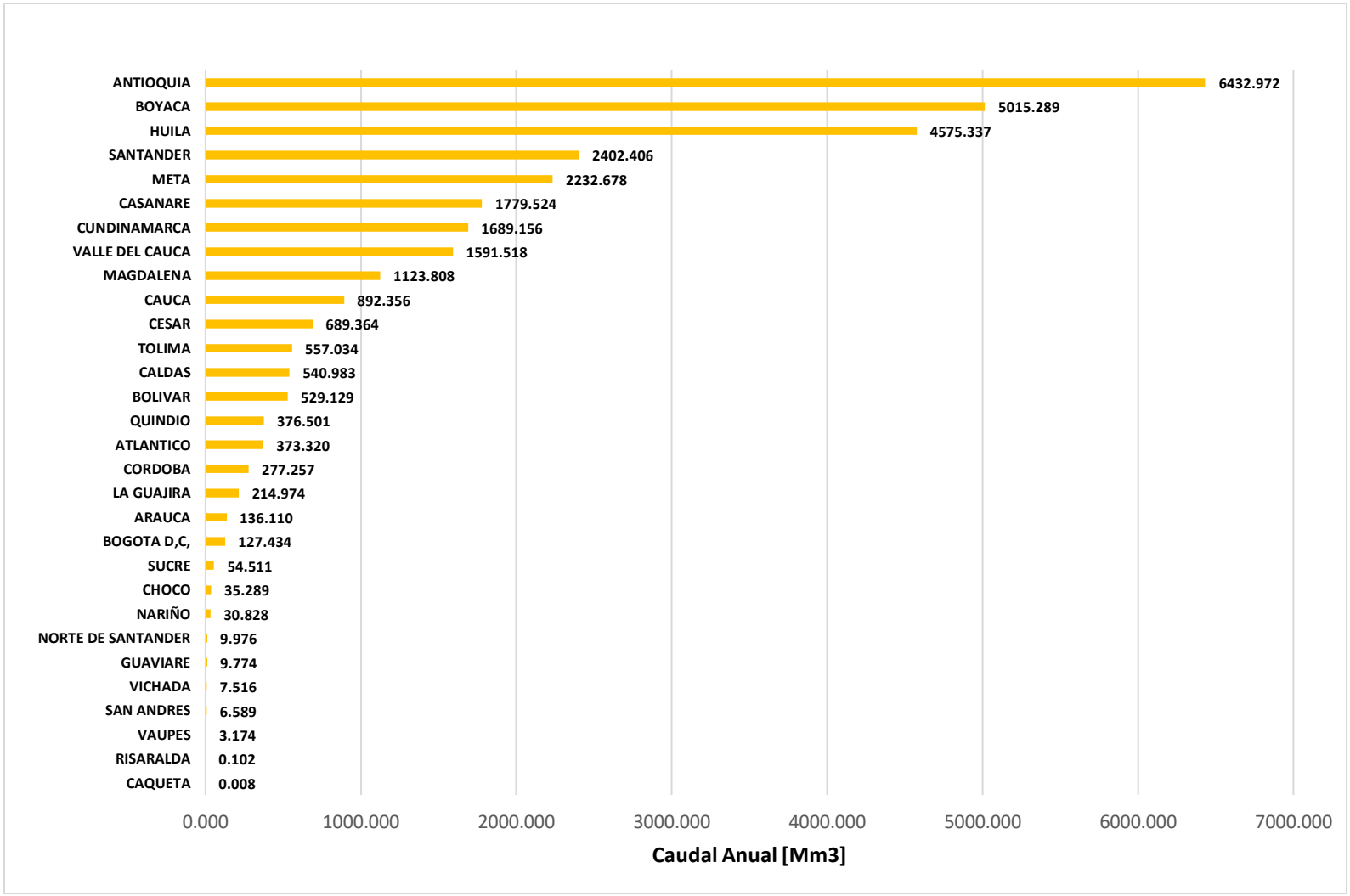
Fuente: Autor

Tabla 26. Clasificación de la demanda por departamento para abril 2019

DEPARTAMENTO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
CAQUETA	**0,3**	**0,008**
RISARALDA	**3,2**	**0,102**
VAUPES	**100,6**	**3,174**
SAN ANDRES	**209,0**	**6,589**
VICHADA	**239,2**	**7,542**
GUAVIARE	**309,9**	**9,774**
NORTE DE SANTANDER	**316,3**	**9,976**
NARIÑO	**977,6**	**30,828**
CHOCO	**1119,0**	**35,289**
SUCRE	**1728,5**	**54,511**
BOGOTA D.C.	**4041,1**	**127,439**
ARAUCA	**4328,2**	**136,495**
LA GUAJIRA	**6851,8**	**216,080**
CORDOBA	**8791,8**	**277,257**
ATLANTICO	**11837,9**	**373,320**
QUINDIO	**11938,8**	**376,501**
BOLIVAR	**16764,0**	**528,668**
CALDAS	**17154,5**	**540,983**
CESAR	**21902,7**	**690,723**
CAUCA	**28296,4**	**892,356**
TOLIMA	**35213,1**	**1110,480**
MAGDALENA	**35636,7**	**1123,839**
VALLE DEL CAUCA	**51133,4**	**1612,541**
CUNDINAMARCA	**53765,7**	**1695,556**
CASANARE	**56428,3**	**1779,524**
META	**70797,8**	**2232,678**
SANTANDER	**76179,8**	**2402,406**
HUILA	**145083,0**	**4575,337**
BOYACA	**159474,2**	**5029,179**
ANTIOQUIA	**204750,7**	**6457,020**
TOTAL	**1025373,38**	**32336,17**

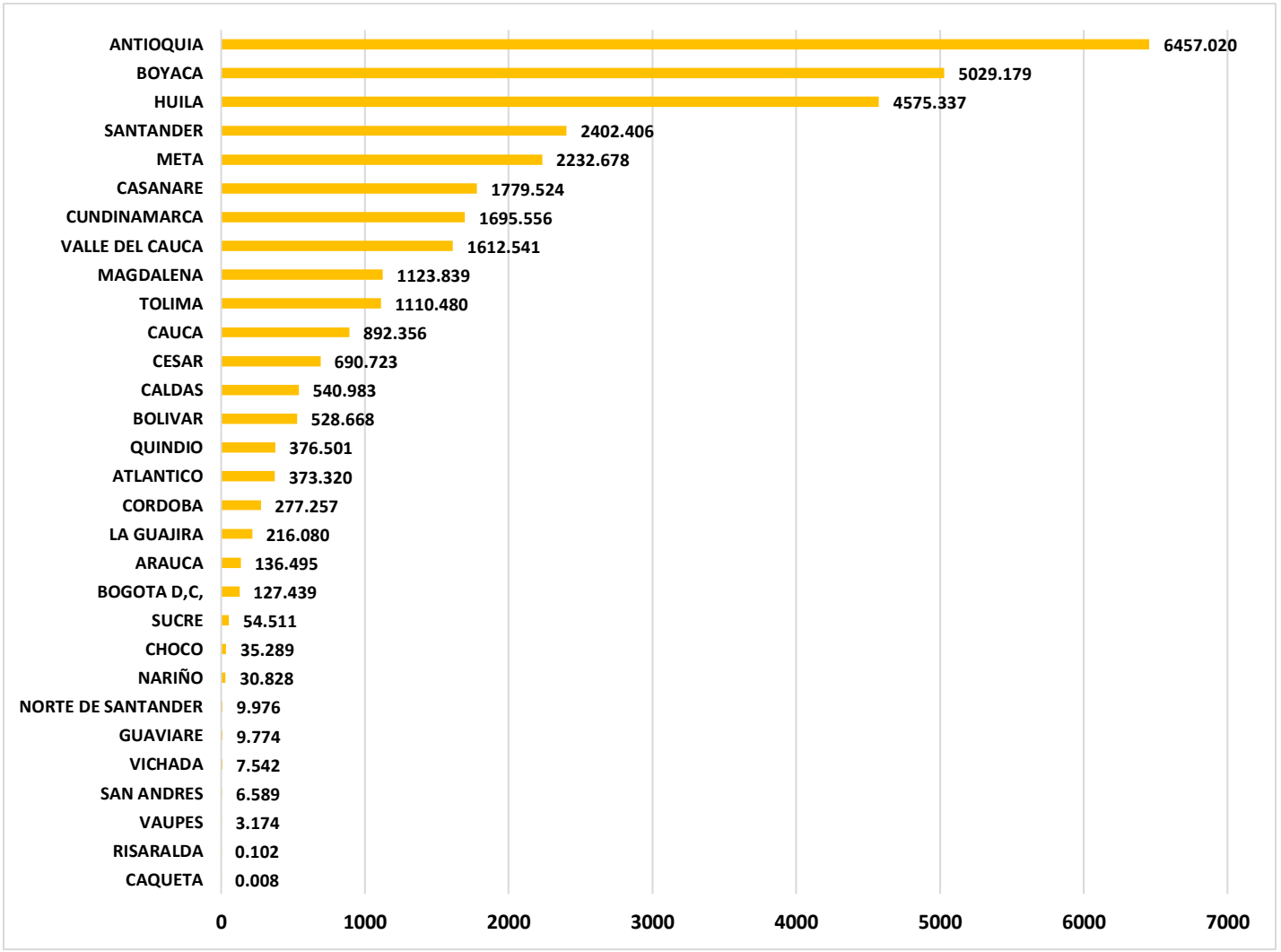
Fuente: Autor

Figura 13. Volumen anual por departamento para enero 2019



Fuente: Autor

Figura 14. Demanda anual por departamento abril 2019



Fuente: Autor

Se puede observar en la Figura 13, Figura 14, Tabla 25 y en la Tabla 26 que el departamento con mayor demanda hídrica es Antioquia para enero y abril de 2019, teniendo un pequeño aumento en su demanda de 6432.972 Mm^3 a 6457.02 Mm^3 anuales.

3.2.4. Clasificación por tipo de uso

Tabla 27. Clasificación de la demanda por usos para enero 2019

TIPO DE USO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Acuícola	**35722,0**	1126,53
Agrícola	**344700,1**	10870,46
Doméstico	**137809,1**	4345,95
Otro	**393325,0**	12403,90
Pecuario	**94117,1**	2968,08
TOTAL	**1005673,4**	**31714,9**

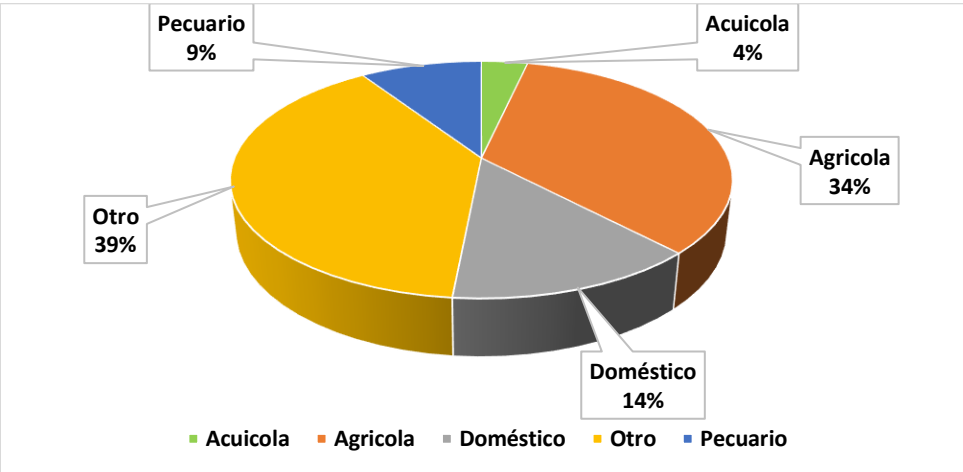
Fuente: Autor

Tabla 28. Clasificación de la demanda por usos para abril 2019

TIPO DE USO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Acuícola	**36387,4**	**1147,51**
Agrícola	**361604,3**	**11403,55**
Doméstico	**138755,2**	**4375,78**
Otro	**393633,2**	**12413,62**
Pecuario	**94993,3**	**2995,71**
TOTAL	**1025373,4**	**32336,2**

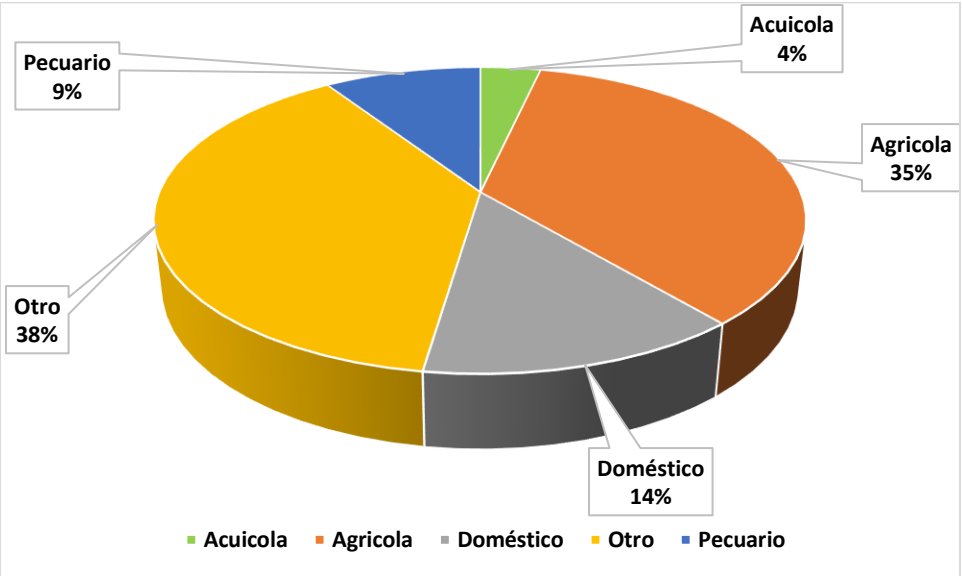
Fuente: Autor

Figura 15. Porcentaje de participación por tipo de uso para enero 2019



Fuente: Autor

Figura 16. Porcentaje de participación por tipo de uso para abril 2019



Fuente: Autor

Se puede apreciar cómo el mayor uso es el agrícola, teniendo una demanda superior al resto de usos con un 34% de participación, sólo sobrepasado por la categoría de “otros” con un 39% para enero, para abril el uso agrícola aumentó ligeramente su porcentaje a un 35 % y el uso “otro” bajó a un 38%, sin embargo, dentro de éstos otros usos pueden estar comprendidos diferentes sectores económicos, como lo podrían ser el de minería, construcción, energía, hidrocarburos, servicios e Industrial. (Ver Tabla 27, Tabla 28, Figura 15 y Figura 16).

3.2.5. Clasificación por tipo de Fuente

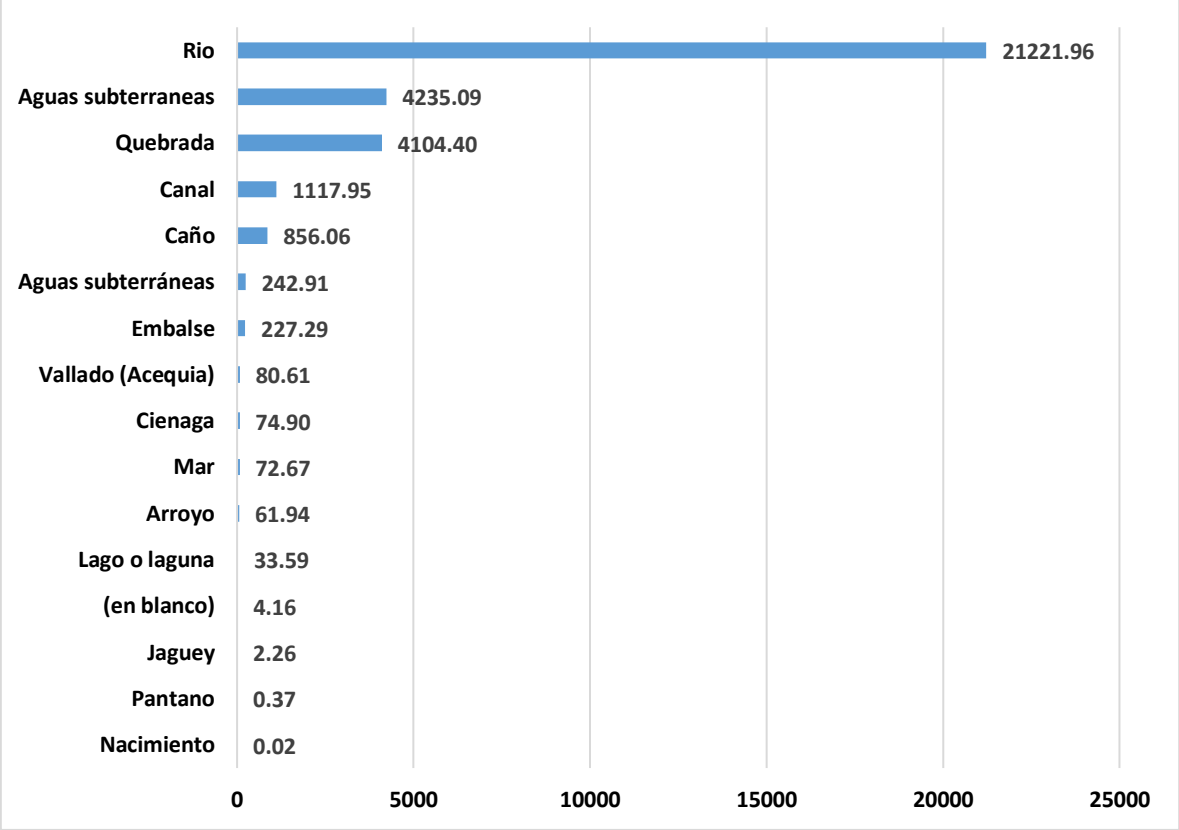
Tabla 29. Clasificación por tipo de fuente para abril 2019

TIPO DE USO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
Nacimiento	**0,7**	**0,02**
Pantano	**11,78**	**0,37**
Jagüey	**71,672114**	**2,26**
(en blanco)	**131,7909**	**4,16**
Lago o laguna	**1065,1599**	**33,59**
Arroyo	**1964,091078**	**61,94**
Mar	**2304,38**	**72,67**
Ciénaga	**2375,184**	**74,90**
Vallado (Acequia)	**2556,03906**	**80,61**
Embalse	**7207,253645**	**227,29**

Aguas subterráneas	**7702,540913**	**242,91**
Caño	**27145,53572**	**856,06**
Canal	**35449,82602**	**1117,95**
Quebrada	**130149,7176**	**4104,40**
Aguas subterraneas	**134293,8161**	**4235,09**
Rio	**672943,8894**	**21221,96**
TOTAL	**1025373,4**	**32336,2**

Fuente: Autor

Figura 17. Demanda anual por tipo de fuente para abril 2019



Fuente: Autor

3.2.6. Clasificación por áreas hidrográficas

Tabla 30. Clasificación de la Demanda por Área Hidrográfica para enero 2019

ÁREA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Amazonas	129,0	4,07
Caribe	47629,7	1502,05

Magdalena Cauca	713978,8	22516,04
Orinoco	242667,5	7652,76
Pacifico	1268,2	40,00
TOTAL	**1005673,4**	**31714,92**

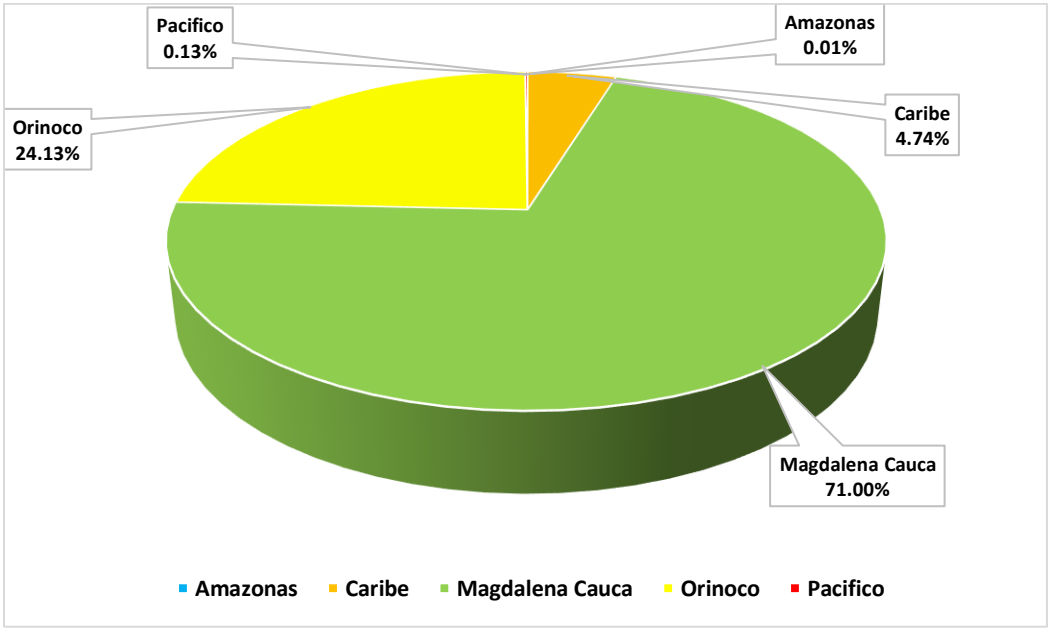
Fuente: Autor

Tabla 31. Clasificación de la demanda por área hidrográfica para abril 2019

ÁREA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Amazonas	**129,04**	**4,07**
Caribe	**47668,29212**	**1503,27**
Magdalena Cauca	**733208,0223**	**23122,45**
Orinoco	**243099,754**	**7666,39**
Pacifico	**1268,268**	**40,00**
TOTAL	**1025373,38**	**32336,17**

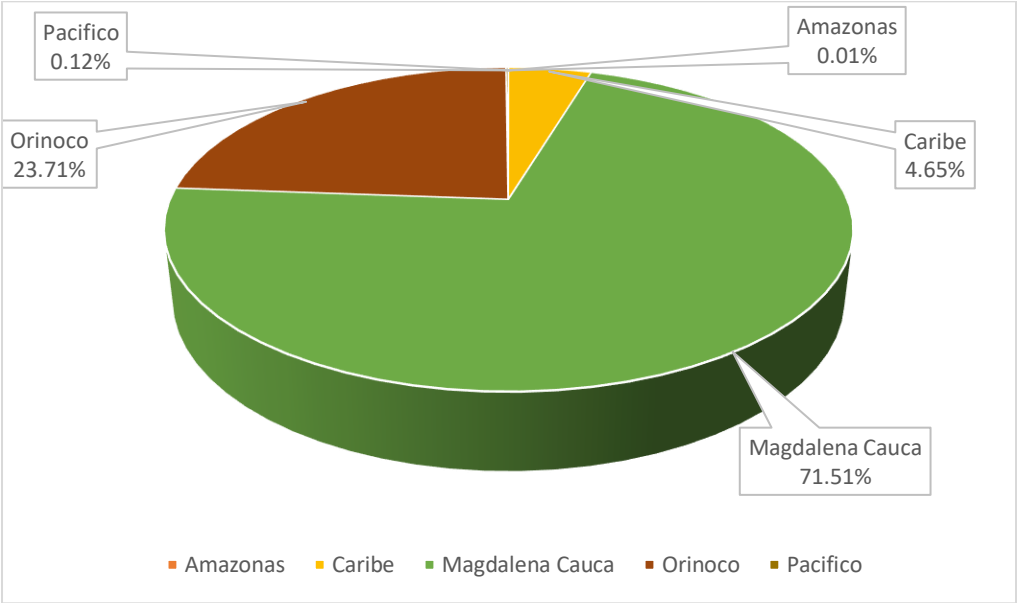
Fuente: Autor

Figura 18. Demanda área hidrográfica para enero 2019



Fuente: Autor

Figura 19. Demanda anual por área hidrográfica para abril 2019



Fuente: Autor

3.2.7. Clasificación por zonas hidrográficas

A continuación, se referencia la tabla de datos de caudal en L/s para cada zona hidrográfica.

Tabla 32. Clasificación de la demanda en L/s por zona hidrográfica para enero 2019

Zona hidrográfica	Total de Caudal asignado
Amazonas	**129,0**
Caquetá	28,3
Putumayo	0,1
Vaupés	100,6
Caribe	**47629,7**
Atrato - Darién	1112,2
Caribe - Guajira	9536,8
Caribe - Litoral	2769,3
Caribe- Urabá	25958,1
Catatumbo	337,8
Islas Caribe	208,9
Sinú	7706,4
Magdalena Cauca	**713978,8**
Alto Magdalena	156781,9

Bajo Magdalena	57179,2
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	3718,6
Cauca	128344,1
Cesar	17580,5
Magdalena Cauca	26155,3
Medio Magdalena	82717,5
Nechí	114762,7
Saldaña	6053,7
Sogamoso	120684,8
(en blanco)	0,4
Orinoco	**242667,5**
Arauca	2925,2
Casanare	6079,7
Guaviare	4007,2
Inírida	4,8
Meta	229517,5
Orinoco Directos	88,5
Río Guatiquía	0,2
Tomo	30,9
Vichada	13,5
(en blanco)	0,2
Pacifico	**1268,2**
Amarales - Dagua - Directos	24,2
Pacífico - Directos	113,3
Patía	1056,9
San Juan	73,9
Total general	**1005673,4**

Fuente: Autor

Tabla 33. Clasificación de la demanda en L/s por zona hidrográfica para abril 2019

Zona hidrográfica	Total de caudal asignado
Amazonas	**129,0**
Caquetá	28,3
Putumayo	0,1
Vaupes	100,6
Caribe	**47668,3**
Atrato - Darién	1112,2
Caribe - Guajira	9572,9
Caribe - Litoral	2765,7
Caribe- Urabá	25958,1
Catatumbo	343,9

Islas Caribe	208,9
Sinú	7706,4
Magdalena Cauca	**733208,0**
Alto Magdalena	174084,2
Bajo Magdalena	57167,2
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	3718,6
Cauca	129199,6
Cesar	17581,6
Magdalena Cauca	26155,3
Medio Magdalena	82776,3
Nechí	115318,0
Saldaña	6469,9
Sogamoso	120736,9
(en blanco)	0,4
Orinoco	**243099,7**
Arauca	2937,4
Casanare	6079,7
Guaviare	4007,2
Inírida	4,8
Meta	229937,2
Orinoco Directos	88,5
Río Guatiquía	0,2
Tomo	30,9
Vichada	13,7
(en blanco)	0,2
Pacifico	**1268,3**
Amarales - Dagua - Directos	24,2
Pacífico - Directos	113,3
Patía	1056,9
San Juán	73,9
Total general	**1025373,4**

Fuente: Autor

Tabla 34. Clasificación de la demanda por zona hidrográfica para enero 2019

ZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
Putumayo	**0,1**	**0,003**
(en blanco)	**0,2**	**0,006**
Río Guatiquía	**0,2**	**0,006**
(en blanco)	**0,4**	**0,011**
Inírida	**4,8**	**0,151**
Vichada	**13,4**	**0,424**

Amarales - Dagua - Directos	**24,2**	**0,764**
Caquetá	**28,3**	**0,892**
Tomo	**30,9**	**0,974**
San Juan	**73,9**	**2,331**
Orinoco Directos	**88,5**	**2,791**
Vaupés	**100,6**	**3,174**
Pacífico - Directos	**113,3**	**3,572**
Islas Caribe	**209,0**	**6,589**
Catatumbo	**337,8**	**10,652**
Patía	**1056,9**	**33,329**
Atrato - Darién	**1112,3**	**35,076**
Caribe - Litoral	**2769,3**	**87,333**
Arauca	**2925,2**	**92,248**
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	**3718,6**	**117,269**
Guaviare	**4007,2**	**126,371**
Saldaña	**6053,7**	**190,910**
Casanare	**6079,7**	**191,729**
Sinú	**7706,5**	**243,031**
Caribe - Guajira	**9536,8**	**300,754**
Cesar	**17580,6**	**554,420**
Caribe- Urabá	**25958,1**	**818,616**
Magdalena Cauca	**26155,3**	**824,835**
Bajo Magdalena	**57179,2**	**1803,204**
Medio Magdalena	**82717,5**	**2608,580**
Nechí	**114762,7**	**3619,156**
Sogamoso	**120684,8**	**3805,916**
Cauca	**128344,1**	**4047,459**
Alto Magdalena	**156782,0**	**4944,276**
Meta	**229517,5**	**7238,064**
TOTAL	**1005673,4**	**31714,9**

Fuente: Autor

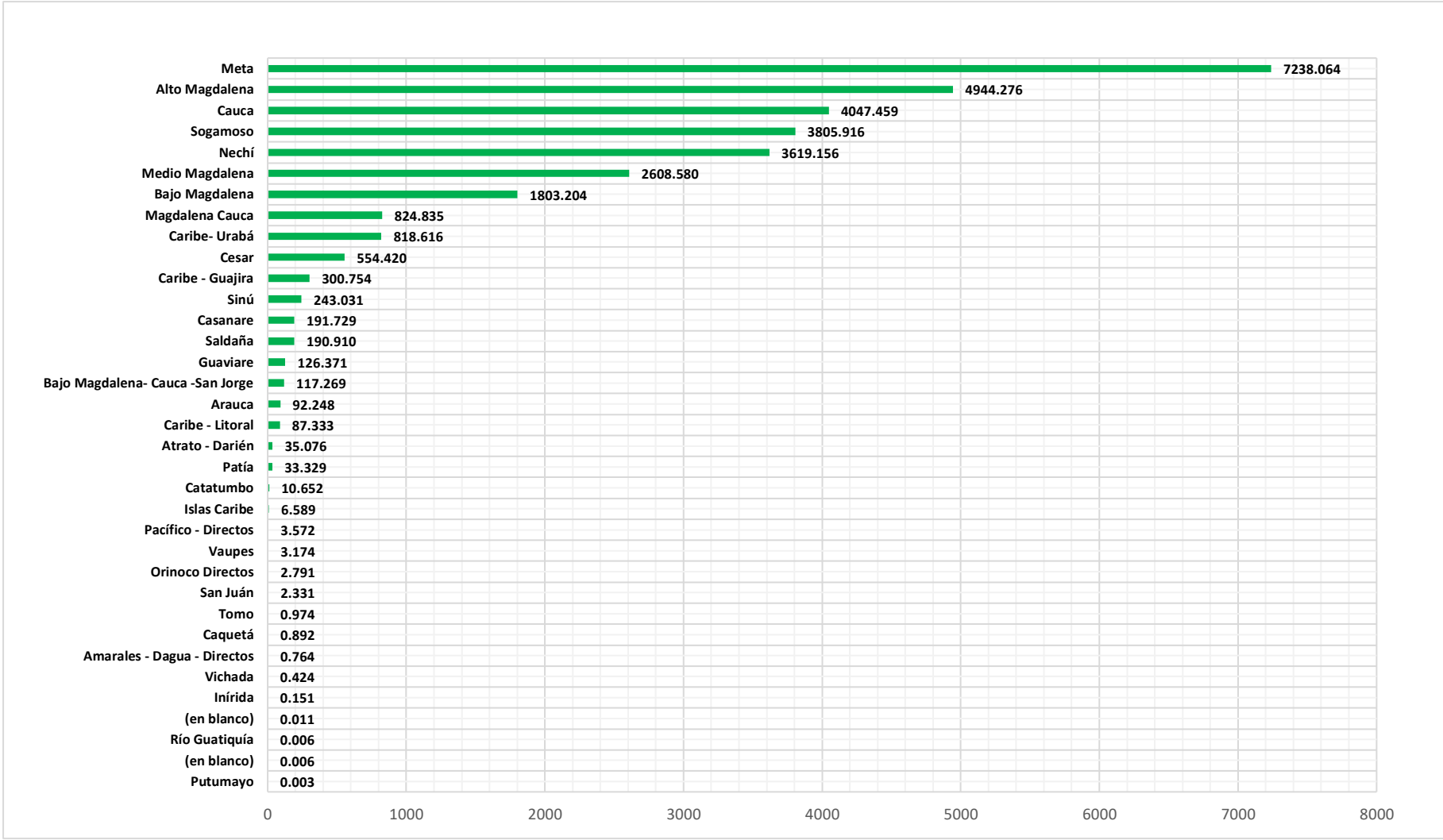
Tabla 35. Clasificación de la demanda por zona hidrográfica para abril 2019

ZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Putumayo	**0,1**	**0,003**
(en blanco)	**0,2**	**0,006**
Río Guatiquía	**0,2**	**0,006**
(en blanco)	**0,4**	**0,011**
Inírida	**4,8**	**0,151**
Vichada	**13,7**	**0,432**
Amarales - Dagua - Directos	**24,2**	**0,764**

Caquetá	**28,3**	**0,892**
Tomo	**30,9**	**0,974**
San Juán	**73,9**	**2,332**
Orinoco Directos	**88,5**	**2,791**
Vaupes	**100,6**	**3,174**
Pacífico - Directos	**113,3**	**3,572**
Islas Caribe	**209,0**	**6,589**
Catatumbo	**343,9**	**10,844**
Patía	**1056,9**	**33,329**
Atrato - Darién	**1112,3**	**35,076**
Caribe - Litoral	**2765,7**	**87,220**
Arauca	**2937,4**	**92,633**
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	**3718,6**	**117,269**
Guaviare	**4007,2**	**126,371**
Casanare	**6079,7**	**191,729**
Saldaña	**6469,9**	**204,036**
Sinú	**7706,5**	**243,031**
Caribe - Guajira	**9572,9**	**301,891**
Cesar	**17581,6**	**554,452**
Caribe- Urabá	**25958,1**	**818,616**
Magdalena Cauca	**26155,3**	**824,835**
Bajo Magdalena	**57167,2**	**1802,825**
Medio Magdalena	**82776,3**	**2610,434**
Nechí	**115318,0**	**3636,670**
Sogamoso	**120736,9**	**3807,559**
Cauca	**129199,6**	**4074,437**
Alto Magdalena	**174084,2**	**5489,920**
Meta	**229937,2**	**7251,301**
TOTAL	**1025373,4**	**32336,2**

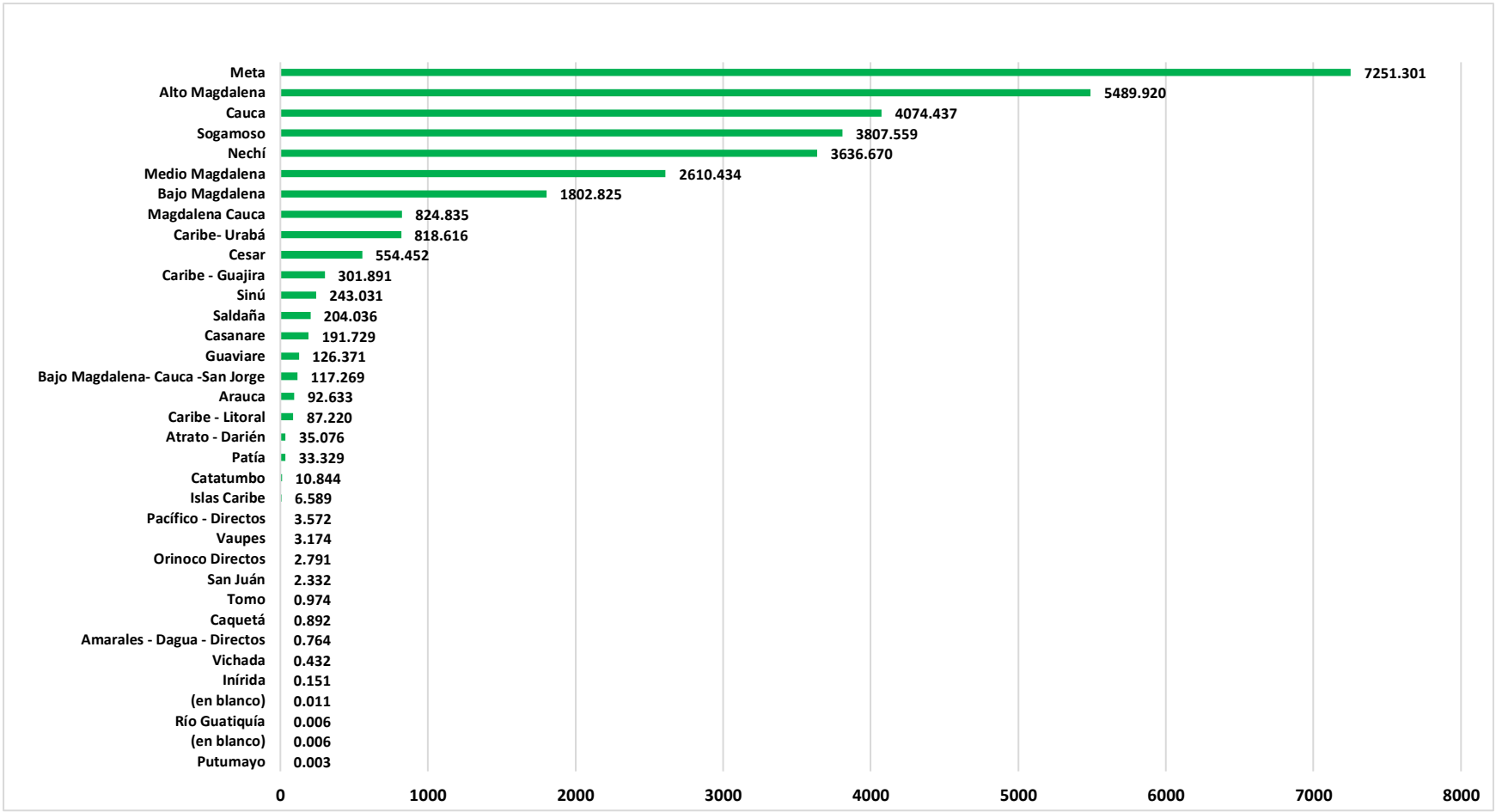
Fuente: Autor

Figura 20. Demanda por zona hidrográfica para enero 2019



Fuente: Autor

Figura 21. Demanda anual por zona hidrográfica para abril 2019



Fuente: Autor

3.2.8. Clasificación por subzonas Hidrográficas

Se puede observar que la subzona de mayor demanda hídrica es el Río Porce con 3382.9 Mm^3 al año seguido de la subzona Chivor con una demanda de 2493.9 Mm^3 anuales para enero. Para abril, se tiene que la subzona Río Porcé es la de mayor demanda con un valor de 3400.15 Mm^3 anuales seguida de la subzona Chivor con un valor de 2505.98 Mm^3 anuales. Se evidencia pues que hubo un ligero aumento en los valores de demanda, pero la distribución permanece similar.

Tabla 36. Clasificación de la Demanda por Subzona Hidrográfica para enero 2019

SUBZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Río Otún y otros directos al Cauca	**0,0**	0,0
Directos al Magdalena (md)	**0,1**	0,0
Río Tolo y otros Directos al Caribe	**0,1**	0,0
Río La Miel (Samaná)	**0,1**	0,0
Alto Río Putumayo	**0,1**	0,0
Río Guarinó	**0,1**	0,0
Río Yucao	**0,2**	0,0
(en blanco)	**0,2**	0,0
Directos Magdalena entre Ríos Guarinó y La Miel (mi)	**0,2**	0,0
Río Pescado	**0,3**	0,0
Directos Magdalena Medio entre ríos La Miel y Nare (mi)	**0,3**	0,0
(en blanco)	**0,4**	0,0
Providencia	**0,5**	0,0
Río Chítaga	**0,5**	0,0
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya entre río Nechí y brazo de loba	**0,7**	0,0
Rio Losada	**0,9**	0,0
Directos al Bajo Magdalena (mi)	**1,4**	0,0
Río Muco	**1,6**	0,0
Bajo Río Tomo	**1,6**	0,1
Río Papurí	**2,0**	0,1
Río Tamaná y otros Directos San Juan	**2,0**	0,1
Bajo Nechí (md)	**2,1**	0,1
Alto Vichada	**2,3**	0,1
Caño Samuco	**3,0**	0,1
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	**3,0**	0,1
Rio Tapias y otros directos al Cauca	**3,7**	0,1
Río Risaralda	**4,1**	0,1
Río Cimitarra	**4,4**	0,1
Alto Atrato	**4,5**	0,1
Directos Vichada Medio	**4,8**	0,2
Río Inírida Alto	**4,8**	0,2
Río Guarrojo	**4,8**	0,2
Bajo Vaupés	**5,5**	0,2
Río Elvita	**6,3**	0,2

Río Vita	**7,4**	0,2
Río Cobugón - Río Cobaría	**9,8**	0,3
Río Nuevo Presidente - Tres Bocas (Sardinata, Tibú)	**10,0**	0,3
Directos Bajo Magdalena	**10,0**	0,3
Río Quito	**12,0**	0,4
Directos al Meta entre ríos Cusiana y Cravo Sur (mi)	**12,1**	0,4
Río Andágueda	**13,5**	0,4
Río Melúa	**15,6**	0,5
Río Tuparro	**16,2**	0,5
Río Guachicono	**18,0**	0,6
Juncal y otros Rios directos al Magdalena	**18,1**	0,6
Río Guape	**19,5**	0,6
Río Algodonal (Alto Catatumbo)	**21,5**	0,7
Directos al Magdalena Medio entre ríos Negro y Carare (md)	**22,4**	0,7
Directos Magdalena (mi)	**22,6**	0,7
Alto Río Tomo	**23,0**	0,7
Río Anchicayá	**24,2**	0,8
Río Sipí	**25,2**	0,8
Río Bebaramá y otros Directos Atrato	**26,0**	0,8
Río Cimitarra y otros directos al Magdalena	**27,6**	0,9
Alto Caqueta	**28,1**	0,9
Cienaga Mallorquin	**30,2**	1,0
Directos al Río Meta entre ríos Humea y Upia (mi)	**35,7**	1,1
Río Sucio	**39,3**	1,2
Lago de Tota	**39,3**	1,2
Río Luisa y otros directos al Magdalena	**43,2**	1,4
Directos al Río Meta entre ríos Pauto y Carare (mi)	**43,8**	1,4
Río Opón	**44,2**	1,4
Río San Juan	**46,7**	1,5
Rios Pescador - RUT - Chanco - Catarina y Cañaveral	**47,1**	1,5
Directos al Cauca entre Pto Valdivia y Río Nechí (md)	**49,0**	1,5
Río Paila	**51,2**	1,6
Río Patia Alto	**61,4**	1,9
Río Tunjita	**62,0**	2,0
Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	**65,0**	2,0
Río Lebrija	**71,3**	2,2
Alto Guaviare	**75,9**	2,4
Directos al Río Meta entre ríos Cusiana y Carare (md)	**78,4**	2,5
Río Timaná y otros directos al Magdalena	**85,7**	2,7
Directos Bajo Meta entre ríos Casanare y Orinoco (md)	**88,1**	2,8
Río Guejar	**91,0**	2,9
Alto Vaupés	**93,2**	2,9
Directos Pacifico Frontera Panamá	**113,3**	3,6
Río Murrí	**117,7**	3,7
Río Camarones y otros directos Caribe	**120,1**	3,8
Río Bojabá	**130,2**	4,1
Ríos Cali	**140,5**	4,4
Rió San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	**146,4**	4,6
Directos Caribe - Ay,Sharimahana Alta Guajira	**149,7**	4,7
Río Guavio	**193,1**	6,1

Río Piedras - Río Manzanares	**202,6**	6,4
San Andrés	**208,4**	6,6
Río Carare (Minero)	**223,5**	7,0
Río Don Diego	**226,5**	7,1
Alto Sinú - Urrá	**264,7**	8,3
Río Mulatos y otros directos al Caribe	**297,7**	9,4
Rios Las Cañas - Los Micos y Obando	**299,0**	9,4
Río Pamplonita	**306,3**	9,7
Medio Guaviare	**307,0**	9,7
Directos Caribe Golfo de Morrosquillo	**313,0**	9,9
Río Frío y Otros Directos al Cauca	**324,6**	10,2
Río Manacacias	**360,6**	11,4
Río Frío	**369,1**	11,6
Río Lengupá	**382,4**	12,1
Río Juananbú	**385,3**	12,1
Río Ariporo	**395,1**	12,5
Río Carraipia - Paraguachon, Directos al Golfo Maracaibo	**414,3**	13,1
Río Quinamayo y otros directos al Cauca	**421,8**	13,3
Ríos Lilí, Melendez y Canaveralejo	**454,7**	14,3
Ríos Directos al Magdalena (mi)	**458,3**	14,5
Río Sogamoso	**464,3**	14,6
Río Samaná	**493,5**	15,6
Rios Arroyohondo - Yumbo - Mulalo - Vijes - Yotoco - Mediacanoa y Piedras	**550,9**	17,4
Río Totare	**591,4**	18,7
Río Guáitara	**592,2**	18,7
Rio Banadia y otros Directos al Río Arauca	**687,0**	21,7
Río Garagoa	**708,9**	22,4
Directos al Magdalena Medio	**720,1**	22,7
Río Cravo Norte	**780,0**	24,6
Río Opía	**787,9**	24,8
Alto Río Cauca	**809,2**	25,5
Directos Bajo Atrato	**901,0**	28,4
Río Pauto	**915,0**	28,9
Río Ancho y Otros Directos al caribe	**971,1**	30,6
Ríos Guadalajara y San Pedro	**980,1**	30,9
Caño Guanápalo y otros directos al Meta	**983,3**	31,0
Río Timba	**1000,2**	31,5
Canal del Dique margen izquierda	**1017,5**	32,1
Directos al Meta (md)	**1097,9**	34,6
Río Negro	**1248,4**	39,4
Río Ariguaní	**1287,1**	40,6
Río Negro	**1323,2**	41,7
Alto San Jorge	**1344,3**	42,4
Río Tapias	**1350,5**	42,6
Ríos Claro y Jamundí	**1355,0**	42,7
Río Guayabero	**1355,7**	42,8
Bajo Sinú	**1524,5**	48,1
Río Suaza	**1630,1**	51,4
Directos Rio Metica (md)	**1644,1**	51,8
Río Gualí	**1663,7**	52,5

Directos Río Cauca entre Río San Juan y Pto Valdivia (mi)	**1754,3**	55,3
Directos Río Arauca (md)	**2097,6**	66,1
Río Ariari	**2157,5**	68,0
Río Sumapaz	**2251,4**	71,0
Bajo Cesar	**2325,9**	73,3
Bajo San Jorge - La Mojana	**2370,5**	74,8
Embalse del Guavio	**2624,2**	82,8
Arroyos Directos al Caribe (Z2012)	**2769,3**	87,3
Rio Guachaca -Río Piedras - Río Manzanares	**2945,9**	92,9
Directos al Río Meta	**2956,2**	93,2
Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	**2992,4**	94,4
Río Piendamo	**3037,0**	95,8
Ríos Tuluá y Morales	**3040,3**	95,9
Ríos Guabas, Sabaletas y Sonso	**3141,6**	99,1
Río Ranchería	**3156,1**	99,5
Directos al Río Meta (mi)	**3162,7**	99,7
Río Guacavía	**3422,9**	107,9
Río Túa y otros directos al Meta	**3480,9**	109,8
Río Coello	**3858,5**	121,7
Directos al Río Meta (md)	**3943,7**	124,4
Río Desbaratado	**4147,4**	130,8
Río Yaguará	**4149,8**	130,9
Río San Juan	**4181,7**	131,9
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	**4216,3**	133,0
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	**4756,9**	150,0
Río Casanare	**4901,6**	154,6
Río Guayuriba	**5259,0**	165,8
Rio Fortalecillas y otros	**5347,8**	168,6
Río Bugalagrande	**5355,3**	168,9
Medio Sinú	**5604,3**	176,7
Alto Cesar	**5607,3**	176,8
Río Arma	**5708,2**	180,0
Río Cucuana	**6053,7**	190,9
Directos Magdalena Medio (mi)	**6148,4**	193,9
Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)	**6210,4**	195,9
Directos al Bajo Magdalena entre El Plato y Calamar (mi)	**6462,8**	203,8
Ríos directos Magdalena (md)	**7341,7**	231,5
Río Baché	**7350,8**	231,8
Alto Nechí	**7482,0**	236,0
Río Cabrera	**7908,0**	249,4
Medio Cesar	**8360,3**	263,6
Río Ovejas	**8555,0**	269,8
Directos Río Cauca entre Río San Juan y Pto Valdivia (md)	**8697,9**	274,3
Río Seco y otros Directos al Magdalena	**10603,4**	334,4
Canal del Dique margen derecho	**11187,6**	352,8
Río Humea	**11470,9**	361,7
Río La Vieja	**11941,4**	376,6
Rio Neiva	**12523,4**	394,9
Río Palo	**12764,5**	402,5
Río Cusiana	**13474,6**	424,9

Río Cravo Sur	**15173,9**	478,5
Ríos Amaime y Cerrito	**15477,1**	488,1
Río Bogotá	**15501,6**	488,9
Río Guachal (Bolo - Fraile y Párraga)	**16606,5**	523,7
Río Chinchiná	**17075,7**	538,5
Rio Metica (Guamal - Humadea)	**21873,8**	689,8
Río Chicamocha	**23200,7**	731,7
Río Guatiquía	**23536,4**	742,2
Río Fonce	**25458,8**	802,9
Río León	**25658,6**	809,2
Río Lebrija y otros directos al Magdalena	**31388,1**	989,9
Río Upía	**32148,3**	1013,8
Cga Grande de Santa Marta	**32259,4**	1017,3
Río Nare	**35626,4**	1123,5
Alto Magdalena	**41345,2**	1303,9
Río Páez	**53973,1**	1702,1
Río Suárez	**71561,0**	2256,7
Chivor	**79081,2**	2493,9
Río Porce	**107272,1**	3382,9
TOTAL	**1005673,4**	**31714,9**

Fuente: Autor

Tabla 37. Clasificación de la demanda por subzona hidrográfica para abril 2019

SUBZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Río Otún y otros directos al Cauca	**0,0**	**0,000**
Ríos Calima y Bajo San Juan	**0,032**	**0,001**
Directos al Magdalena (md)	**0,1**	**0,002**
Río Tolo y otros Directos al Caribe	**0,1**	**0,002**
Río La Miel (Samaná)	**0,1**	**0,003**
Alto Río Putumayo	**0,1**	**0,003**
Río Guarinó	**0,1**	**0,003**
Río Yucao	**0,2**	**0,005**
(en blanco)	**0,2**	**0,006**
Directos Magdalena entre Ríos Guarinó y La Miel (mi)	**0,2**	**0,007**
Río Pescado	**0,3**	**0,008**
Directos Magdalena Medio entre ríos La Miel y Nare (mi)	**0,3**	**0,008**
(en blanco)	**0,4**	**0,011**
Providencia	**0,5**	**0,016**
Río Chítaga	**0,5**	**0,017**
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya entre río Nechí y brazo de loba	**0,7**	**0,023**
Rio Losada	**0,9**	**0,028**
Directos al Bajo Magdalena (mi)	**1,4**	**0,043**
Río Muco	**1,6**	**0,050**
Bajo Río Tomo	**1,6**	**0,050**
Río Papurí	**2,0**	**0,062**
Río Tamaná y otros Directos San Juan	**2**	**0,063**
Bajo Nechí (md)	**2,1**	**0,067**
Alto Vichada	**2,3**	**0,073**
Caño Samuco	**3,0**	**0,094**
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	**3,0**	**0,095**

Rio Tapias y otros directos al Cauca	**3,7**	**0,117**
Río Risaralda	**4,1**	**0,130**
Río Cimitarra	**4,4**	**0,139**
Alto Atrato	**4,5**	**0,142**
Río Inírida Alto	**4,8**	**0,151**
Río Guarrojo	**4,8**	**0,152**
Directos Vichada Medio	**5,0**	**0,158**
Bajo Vaupés	**5,5**	**0,172**
Río Elvita	**6,3**	**0,198**
Río Vita	**7,4**	**0,232**
Río Cobugón - Río Cobaría	**9,8**	**0,310**
Río Nuevo Presidente - Tres Bocas (Sardinata, Tibú)	**10,0**	**0,315**
Directos Bajo Magdalena	**10,0**	**0,315**
Río Quito	**12,0**	**0,378**
Directos al Meta entre ríos Cusiana y Cravo Sur (mi)	**12,1**	**0,381**
Río Andágueda	**13,5**	**0,426**
Río Melúa	**15,6**	**0,492**
Río Tuparro	**16,2**	**0,509**
Río Guachicono	**18,0**	**0,568**
Juncal y otros Rios directos al Magdalena	**18,1**	**0,570**
Río Guape	**19,5**	**0,614**
Directos al Magdalena Medio entre ríos Negro y Carare (md)	**22,4**	**0,706**
Directos Magdalena (mi)	**22,6**	**0,712**
Alto Río Tomo	**23,0**	**0,726**
Río Anchicayá	**24,2**	**0,764**
Río Amoyá	**25,0**	**0,788**
Río Sipí	**25,2**	**0,795**
Bajo Saldaña	**25,9**	**0,817**
Río Bebaramá y otros Directos Atrato	**26,0**	**0,820**
Río Algodonal (Alto Catatumbo)	**27,5**	**0,869**
Río Cimitarra y otros directos al Magdalena	**27,6**	**0,869**
Alto Caqueta	**28,1**	**0,885**
Cienaga Mallorquin	**30,2**	**0,952**
Directos al Río Meta entre ríos Humea y Upia (mi)	**35,7**	**1,125**
Río Sucio	**39,3**	**1,238**
Directos al Río Meta entre ríos Pauto y Carare (mi)	**43,8**	**1,382**
Río Opón	**44,2**	**1,394**
Lago de Tota	**45,5**	**1,436**
Río San Juan	**46,7**	**1,473**
Rios Pescador - RUT - Chanco - Catarina y Cañaveral	**47,1**	**1,485**
Río Paila	**51,2**	**1,615**
Directos al Cauca entre Pto Valdivia y Río Nechí (md)	**51,3**	**1,619**
Río Patia Alto	**61,4**	**1,937**
Río Tunjita	**62,0**	**1,954**
Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	**65,0**	**2,050**
Río Lebrija	**71,3**	**2,249**
Alto Guaviare	**75,9**	**2,394**
Directos al Río Meta entre ríos Cusiana y Carare (md)	**78,4**	**2,471**
Río Timaná y otros directos al Magdalena	**85,7**	**2,704**
Directos Bajo Meta entre ríos Casanare y Orinoco (md)	**88,6**	**2,795**
Río Guejar	**91,0**	**2,871**
Alto Vaupés	**93,2**	**2,940**

Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md)	**94,7**	**2,986**
Directos Pacifico Frontera Panamá	**113,3**	**3,572**
Río Murrí	**117,7**	**3,712**
Río Bojabá	**130,2**	**4,105**
Río Camarones y otros directos Caribe	**138,1**	**4,355**
Ríos Cali	**143,3**	**4,520**
Directos Caribe - Ay,Sharimahana Alta Guajira	**150,7**	**4,754**
Rió San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	**164,4**	**5,183**
Río Guavio	**193,1**	**6,090**
Río Piedras - Río Manzanares	**203,6**	**6,422**
San Andrés	**208,4**	**6,573**
Río Carare (Minero)	**223,3**	**7,041**
Río Don Diego	**226,5**	**7,143**
Alto Sinú - Urrá	**264,7**	**8,348**
Río Mulatos y otros directos al Caribe	**297,7**	**9,390**
Rios Las Cañas - Los Micos y Obando	**299,0**	**9,429**
Río Pamplonita	**306,3**	**9,660**
Medio Guaviare	**307,0**	**9,681**
Directos Caribe Golfo de Morrosquillo	**313,0**	**9,869**
Río Frío y Otros Directos al Cauca	**346,4**	**10,923**
Río Manacacias	**360,6**	**11,373**
Río Tetuán, Río Ortega	**365,3**	**11,520**
Río Lengupá	**382,4**	**12,059**
Río Juananbú	**385,3**	**12,150**
Río Ariporo	**395,1**	**12,461**
Río Carraipia - Paraguachon, Directos al Golfo Maracaibo	**417,3**	**13,158**
Río Quinamayo y otros directos al Cauca	**421,8**	**13,302**
Ríos Lilí, Melendez y Canaveralejo	**458,1**	**14,446**
Ríos Directos al Magdalena (mi)	**458,3**	**14,452**
Río Sogamoso	**464,3**	**14,643**
Río Samaná	**493,5**	**15,565**
Río Guáitara	**592,2**	**18,675**
Río Frío	**599,9**	**18,918**
Rios Arroyohondo - Yumbo - Mulalo - Vijes - Yotoco - Mediacanoa y Piedras	**618,5**	**19,505**
Rio Banadia y otros Directos al Río Arauca	**687,0**	**21,666**
Río Garagoa	**710,0**	**22,390**
Directos al Magdalena Medio	**720,1**	**22,709**
Río Cravo Norte	**780,0**	**24,598**
Alto Río Cauca	**809,2**	**25,519**
Directos Bajo Atrato	**901,0**	**28,414**
Río Pauto	**915,0**	**28,855**
Río Luisa y otros directos al Magdalena	**960,3**	**30,284**
Río Ancho y Otros Directos al caribe	**981,1**	**30,941**
Caño Guanápalo y otros directos al Meta	**983,3**	**31,008**
Río Timba	**1000,2**	**31,542**
Canal del Dique margen izquierda	**1017,5**	**32,088**
Directos al Meta (md)	**1097,9**	**34,622**
Ríos Guadalajara y San Pedro	**1171,1**	**36,932**
Río Opía	**1233,6**	**38,903**
Río Negro	**1248,4**	**39,368**
Río Ariguaní	**1287,1**	**40,591**
Río Negro	**1327,8**	**41,875**

Alto San Jorge	**1344,3**	**42,394**
Río Tapias	**1350,5**	**42,589**
Ríos Claro y Jamundí	**1355,0**	**42,732**
Río Guayabero	**1355,7**	**42,754**
Bajo Sinú	**1524,5**	**48,076**
Río Suaza	**1630,1**	**51,406**
Directos Rio Metica (md)	**1644,1**	**51,848**
Río Gualí	**1663,7**	**52,467**
Directos Río Cauca entre Río San Juan y Pto Valdivia (mi)	**1790,8**	**56,475**
Directos Río Arauca (md)	**2109,8**	**66,534**
Río Ariari	**2157,5**	**68,040**
Bajo Cesar	**2325,9**	**73,348**
Bajo San Jorge - La Mojana	**2370,5**	**74,757**
Río Sumapaz	**2406,8**	**75,902**
Embalse del Guavio	**2624,2**	**82,755**
Arroyos Directos al Caribe (Z2012)	**2765,7**	**87,220**
Rio Guachaca -Río Piedras - Río Manzanares	**2945,9**	**92,901**
Directos al Río Meta	**2956,2**	**93,228**
Río Piendamo	**3037,0**	**95,775**
Ríos Tulua y Morales	**3040,3**	**95,880**
Río Ranchería	**3159,2**	**99,628**
Directos al Río Meta (mi)	**3162,7**	**99,737**
Ríos Guabas,Sabaletas y Sonso	**3312,4**	**104,461**
Río Guacavía	**3422,9**	**107,945**
Río Túa y otros directos al Meta	**3480,9**	**109,773**
Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	**3776,8**	**119,106**
Directos al Río Meta (md)	**3943,7**	**124,369**
Río Desbaratado	**4147,4**	**130,793**
Río Yaguará	**4149,8**	**130,869**
Río San Juan	**4231,5**	**133,445**
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	**4792,9**	**151,148**
Río Casanare	**4901,6**	**154,576**
Río Guayuriba	**5281,9**	**166,571**
Rio Fortalecillas y otros	**5347,8**	**168,650**
Río Bugalagrande	**5355,3**	**168,886**
Medio Sinú	**5604,3**	**176,738**
Alto Cesar	**5607,3**	**176,832**
Río Arma	**5708,7**	**180,029**
Río Coello	**5744,9**	**181,170**
Río Cucuana	**6053,7**	**190,910**
Directos Magdalena Medio (mi)	**6148,4**	**193,897**
Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)	**6210,4**	**195,852**
Directos al Bajo Magdalena entre El Plato y Calamar (mi)	**6450,8**	**203,433**
Ríos directos Magdalena (md)	**7341,7**	**231,529**
Río Baché	**7350,8**	**231,815**
Alto Nechí	**7491,4**	**236,249**
Río Totare	**7935,7**	**250,261**
Río Cabrera	**7998,0**	**252,225**
Medio Cesar	**8361,3**	**263,681**
Río Ovejas	**8555,0**	**269,790**
Directos Río Cauca entre Río San Juan y Pto Valdivia (md)	**8775,7**	**276,752**
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	**9637,0**	**303,913**

Río Seco y otros Directos al Magdalena	**10607,0**	**334,502**
Canal del Dique margen derecho	**11187,6**	**352,811**
Río Humea	**11470,9**	**361,748**
Río La Vieja	**11941,4**	**376,583**
Rio Neiva	**12523,4**	**394,937**
Río Palo	**12764,5**	**402,540**
Río Cusiana	**13474,6**	**424,935**
Río Cravo Sur	**15173,9**	**478,523**
Ríos Amaime y Cerrito	**15477,2**	**488,089**
Río Bogotá	**15660,3**	**493,864**
Río Guachal (Bolo - Fraile y Párraga)	**16606,5**	**523,704**
Río Chinchiná	**17075,7**	**538,500**
Rio Metica (Guamal - Humadea)	**21873,8**	**689,812**
Río Chicamocha	**23238,7**	**732,855**
Río Guatiquía	**23536,4**	**742,243**
Río Fonce	**25458,8**	**802,869**
Río León	**25658,6**	**809,170**
Río Lebrija y otros directos al Magdalena	**31388,1**	**989,854**
Río Upía	**32154,4**	**1014,022**
Cga Grande de Santa Marta	**32259,4**	**1017,333**
Río Nare	**35626,7**	**1123,525**
Alto Magdalena	**41346,2**	**1303,895**
Río Páez	**53973,1**	**1702,095**
Río Suárez	**71575,1**	**2257,192**
Chivor	**79464,1**	**2505,979**
Río Porce	**107818,0**	**3400,149**
TOTAL	**1025373,4**	**32336,2**

3.3. Demanda en cuerpos lénticos de Colombia

Para la demanda total en Colombia de cuerpos con característica lénticas, se tuvieron en cuenta los caudales concesionados para tipo de fuente, en el cual se filtraron aquellos datos que reportan como tipo de fuente algún cuerpo léntico, entre ellos ciénagas, embalses, pantanos, jagüeyes, lagos y lagunas.

Finalmente, la estimación de la demanda se realiza de manera similar al expuesto en la sección 3.2 Demanda Hídrica, en la cual se realiza la sumatoria de todos los caudales reportados y mediante una conversión de unidades se llega al valor de demanda hídrica de cuerpos lénticos anualmente en Mm^3.

Así, finalmente la Tabla 38 y Tabla 39, presentan los valores estimados para cuerpos lénticos en corte de mes de Enero y Abril de 2019.

Tabla 38. Demanda hídrica total de cuerpos lénticos anualmente. (enero 2019)

TOTAL LÉNTICOS (L/s)	10716,9
TOTAL LÉNTICOS (m^3/año)	**337968085**
TOTAL LÉNTICOS (Mm^3/año)	**337,97**

Fuente: Autor

Tabla 39. Demanda hídrica total de cuerpos lénticos anualmente. (abril 2019)

TOTAL LÉNTICOS (L/s)	**10731,0**
TOTAL LÉNTICOS (m^3/año)	338414382
TOTAL LÉNTICOS (Mm^3/año)	**338,41**

Fuente: Autor

Posteriormente se evaluó qué porcentaje del total de la demanda hídrica nacional estimada con SIRH, ENA 2010, ENA 2014 y ENA 2018, representa la demanda hídrica de cuerpos lénticos.

Tabla 40. Porcentaje sobre el total de demanda hídrica de cuerpos lénticos (enero 2019)

%lenticos - TOTAL SIRH Enero	1,1
%lenticos - ENA 2010	**0,94**
%lenticos - ENA 2014	**0,95**
%lenticos - ENA 2018	**0,91**

Fuente: Autor

Tabla 41. Porcentaje sobre el total de demanda hídrica de cuerpos lénticos (abril 2019)

%lenticos - TOTAL SIRH	1,0
%lenticos - ENA 2010	**0,943**
%lenticos - ENA 2014	**0,951**
%lenticos - ENA 2018	**0,907**

Fuente: Autor

3.3.1. Clasificación cuerpos lénticos por autoridad ambiental

En la Tabla 42 y en la

Figura 22 se puede observar la demanda de cuerpos lénticos distribuida por Autoridades Ambientales, sin discriminar el tipo de cuerpo lénticos, es de notar que la autoridad con una mayor demanda de cuerpos lénticos es la CRA (Corporación Autónoma Regional del Atlántico), teniendo un valor de 166.41 Mm^3 al año seguida de la CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca) con 50.14 Mm^3 anuales.

Tabla 42. Clasificación demanda lénticos por Autoridad Ambiental. (enero 2019)

AUTORIDADES	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
CAM	**2,3**	**0,07**
CAR	**1589,9**	**50,14**
CARDIQUE	**1280,9**	**40,39**
CARSUCRE	**56,6**	**1,78**
CAS	**1237,7**	**39,03**
CORMACARENA	**7,4**	**0,23**
CORNARE	**96,4**	**3,04**
CORPOBOYACÁ	**194,5**	**6,13**
CORPOCESAR	**108,6**	**3,42**
CORPOCHIVOR	**1,9**	**0,06**
CORPOGUAVIO	**0,0**	**0,00**
CORPONARIÑO	**5,0**	**0,16**
CORPORINOQUIA	**776,3**	**24,48**
CORPOURABA	**7,0**	**0,22**
CRA	**5276,9**	**166,41**
CRQ	**5,0**	**0,16**
CVS	**30,0**	**0,95**
PNN	**40,6**	**1,28**
TOTAL	**10716,90**	**337,97**

Fuente: Autor

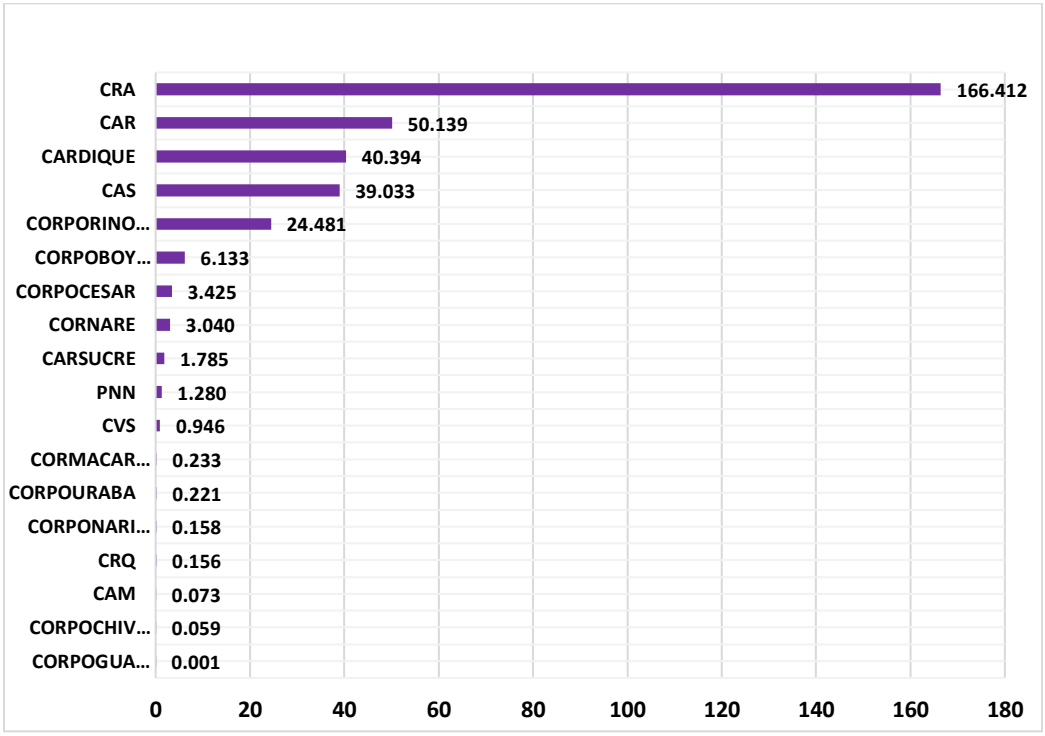
Tabla 43. Clasificación demanda de cuerpos lénticos por autoridad ambiental. (abril 2019)

AUTORIDADES	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
CAM	**2,3**	0,07
CAR	**1592,5**	50,22
CARDIQUE	**1286,3**	40,56
CARSUCRE	**56,6**	1,78
CAS	**1237,7**	39,03
CORMACARENA	**7,4**	0,23
CORNARE	**96,4**	3,04

CORPOBOYACÁ	**200,7**	6,33
CORPOCESAR	**108,6**	3,42
CORPOCHIVOR	**1,9**	0,06
CORPOGUAVIO	**0,0**	0,00
CORPONARIÑO	**5,0**	0,16
CORPORINOQUIA	**776,3**	24,48
CORPOURABA	**7,0**	0,22
CRA	**5276,9**	166,41
CRQ	**5,0**	0,16
CVS	**30,0**	0,95
PNN	**40,6**	1,28
TOTAL	**10731,05**	**338,41**

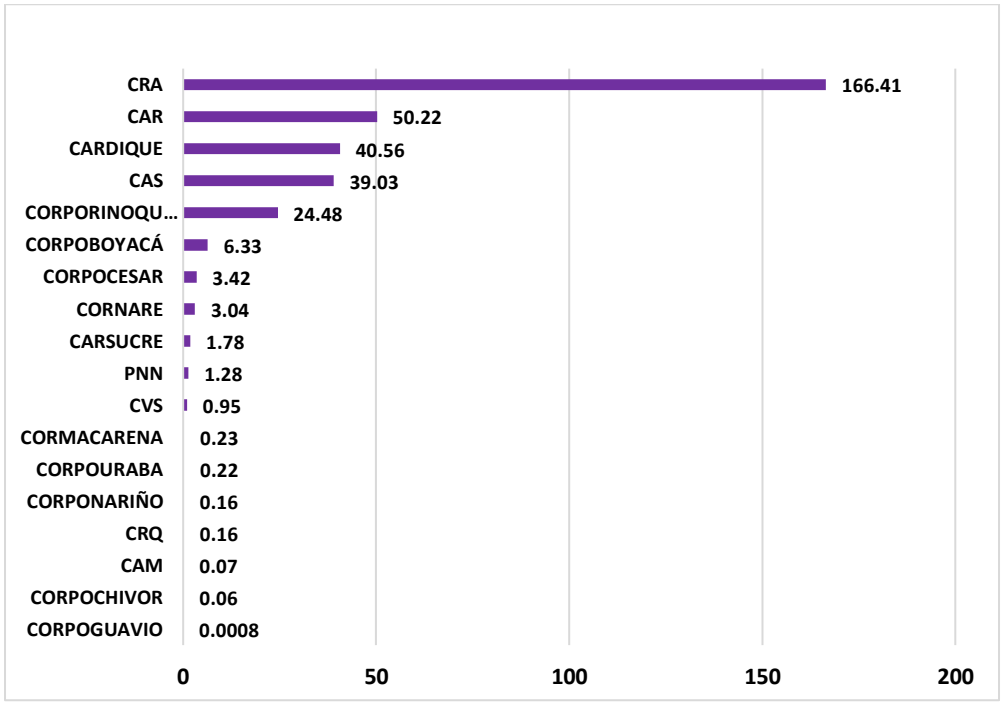
Fuente: Autor

Figura 22. Distribución demanda de lénticos por autoridad ambiental. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 23. Distribución demanda de lénticos por Autoridad Ambiental. (abril 2019)



Fuente: Autor

3.3.2. Clasificación cuerpos lénticos por departamento

Tabla 44. Clasificación demanda cuerpos lénticos por departamento. (enero 2019)

DEPARTAMENTO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
ANTIOQUIA	**103,4**	**3,26**
ARAUCA	**771,5**	**24,33**
ATLANTICO	**5276,9**	**166,41**
BOGOTA D,C,	**0,8**	**0,02**
BOLIVAR	**1280,9**	**40,39**
BOYACA	**196,4**	**6,19**
CESAR	**108,6**	**3,42**
CORDOBA	**42,0**	**1,32**
CUNDINAMARCA	**1633,9**	**51,53**
HUILA	**2,3**	**0,07**
META	**7,4**	**0,23**
NARIÑO	**5,6**	**0,18**
QUINDIO	**5,0**	**0,16**
SANTANDER	**1237,7**	**39,03**
SUCRE	**44,6**	**1,41**
TOTAL	**10716,90**	**337,97**

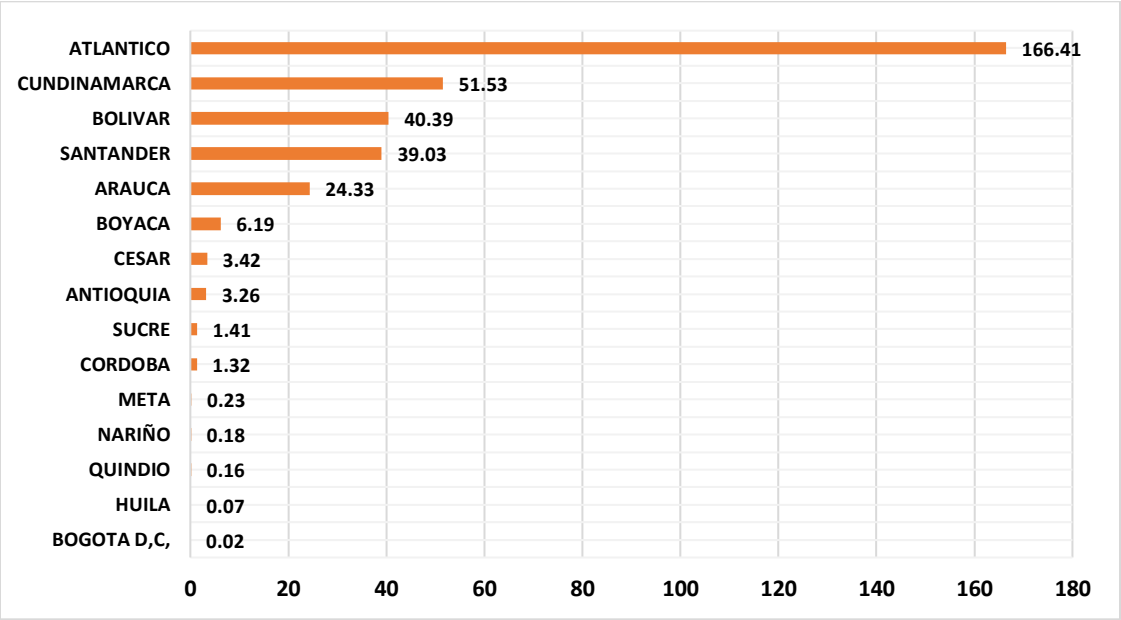
Fuente: Autor

Tabla 45. Clasificación demanda lénticos por departamento. (abril 2019)

DEPARTAMENTO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
ANTIOQUIA	**103,4**	3,26
ARAUCA	**771,5**	24,33
ATLANTICO	**5276,9**	166,41
BOGOTA D.C.	**0,8**	0,02
BOLIVAR	**1286,3**	40,56
BOYACA	**202,6**	6,39
CESAR	**108,6**	3,42
CORDOBA	**42,0**	1,32
CUNDINAMARCA	**1636,4**	51,61
HUILA	**2,3**	0,07
META	**7,4**	0,23
NARIÑO	**5,6**	0,18
QUINDIO	**5,0**	0,16
SANTANDER	**1237,7**	39,03
SUCRE	**44,6**	1,41
TOTAL	**10731,05**	**338,41**

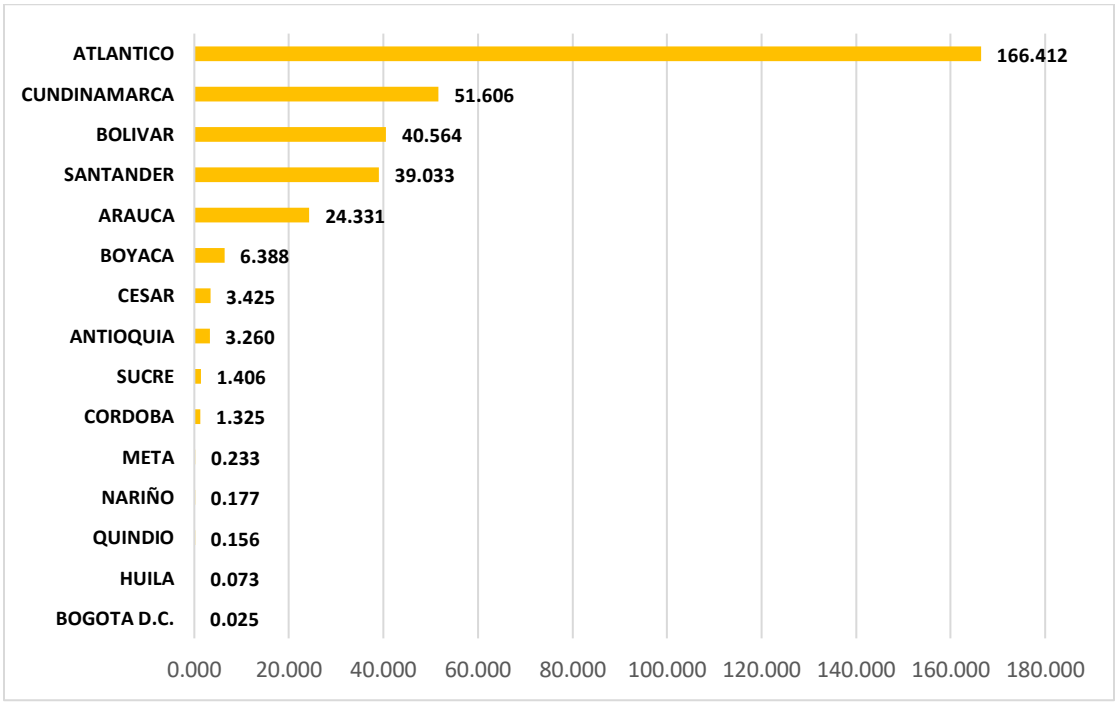
Fuente: Autor

Figura 24. Distribución demanda de cuerpos lénticos por departamento. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 25. Distribución demanda de cuerpos lénticos por departamento. (abril 2019)



Fuente: Autor

En la Figura 24 y en la Tabla 44, se puede evidenciar que la mayor demanda hídrica de cuerpos lénticos corresponde al departamento del Atlántico, ya se había visto que la CRA

era la corporación de mayor demanda de éstos; así pues, el Atlántico reporta un valor de 166.41 Mm^3 anuales de demanda hídrica, seguido de Cundinamarca con una demanda hídrica de 51.53 Mm^3 al año de cuerpos lénticos.

3.3.3. Clasificación Lénticos por Tipo de Fuente

Tabla 46. Clasificación demanda lénticos por tipo de fuente. (enero 2019)

TIPO FUENTE	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Ciénaga	**2375,2**	**74,9**
Embalse	**7204,8**	**227,2**
Jagüey	**71,7**	**2,3**
Lago o laguna	**1053,5**	**33,2**
Pantano	**11,8**	**0,4**
TOTAL	**10716,9**	**337,9**

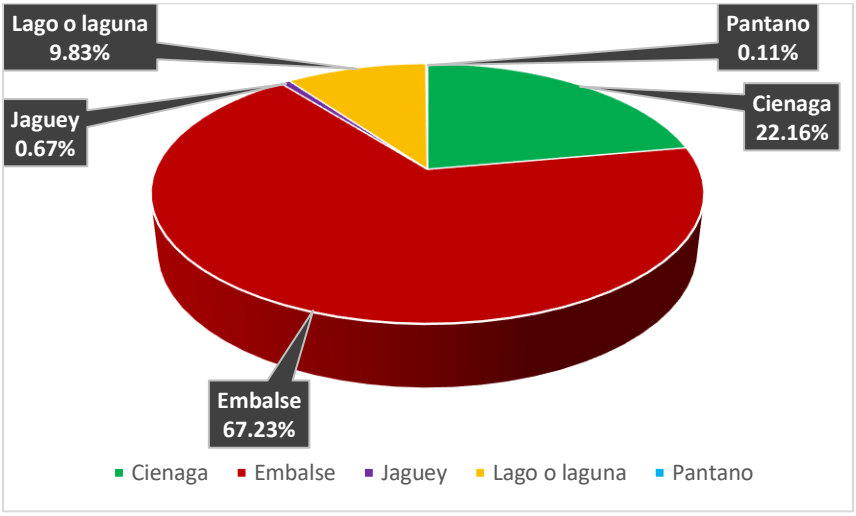
Fuente: Autor

Tabla 47. Clasificación demanda lénticos por tipo de fuente. (abril 2019)

TIPO FUENTE	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Ciénaga	**2375,2**	74,9
Embalse	**7207,3**	227,3
Jagüey	**71,7**	2,3
Lago o laguna	**1065,2**	33,6
Pantano	**11,8**	0,4
TOTAL	**10731,0**	**338,4**

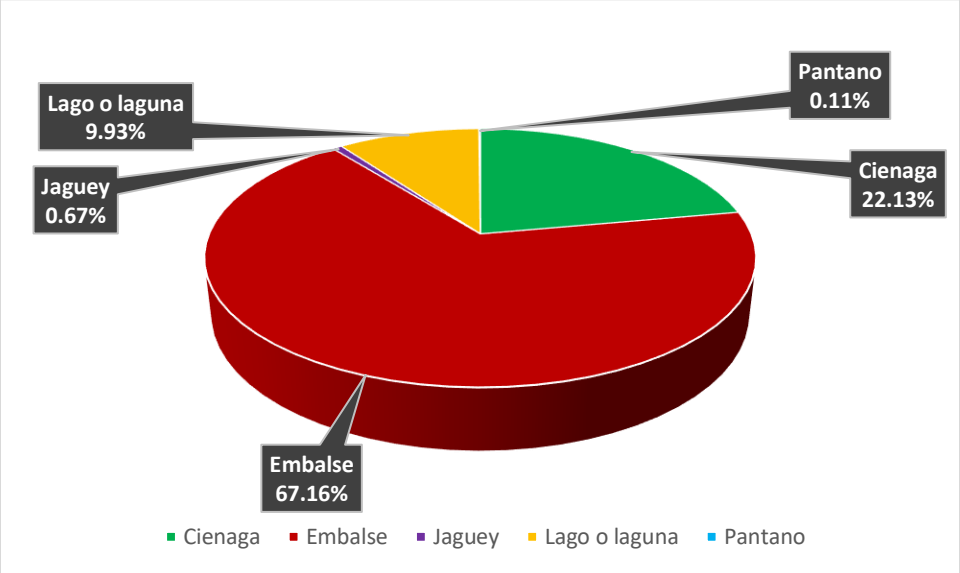
Fuente: Autor

Figura 26. Porcentaje de participación demanda de lénticos por tipo de fuente. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 27. Porcentaje de participación demanda de lénticos por tipo de fuente. (abril 2019)



Fuente: Autor

3.3.4. Clasificación Lénticos por tipo de Uso

Tabla 48. Clasificación demanda lénticos por tipo de uso del agua. (enero 2019)

TIPO USO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
Acuícola	**6,02**	**0,190**
Agrícola	**6101,04**	**192,402**
Doméstico	**2898,60**	**91,410**
Otro	**970,10**	**30,593**
Pecuario	**741,13**	**23,372**
TOTAL	**10716,90**	**337,97**

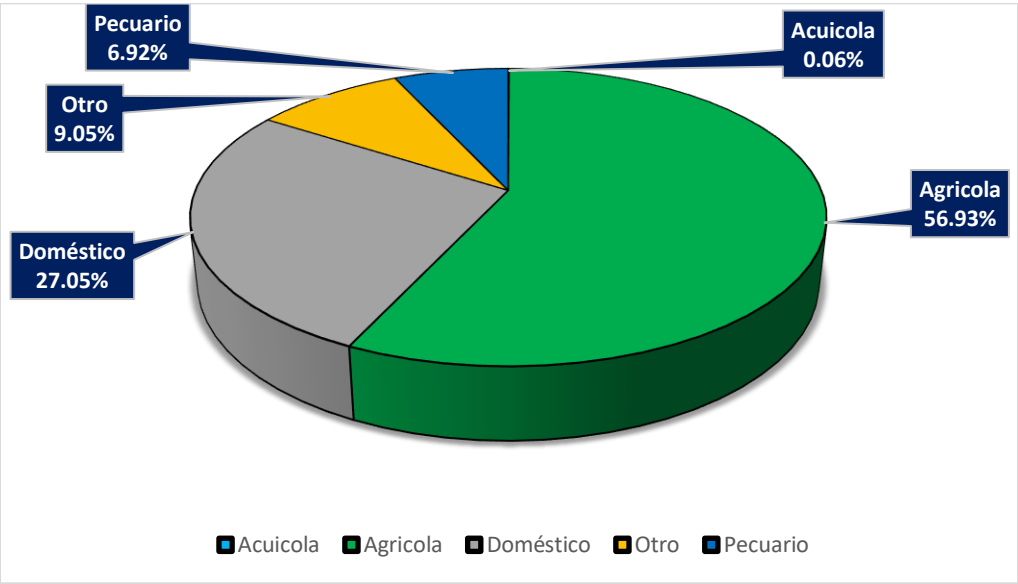
Fuente: Autor

Tabla 49. Clasificación demanda lénticos por tipo de uso del agua. (abril 2019)

TIPO USO	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm³/año)
Acuícola	**6,02**	0,190
Agrícola	**6109,67**	192,674
Doméstico	**2904,06**	91,582
Otro	**970,15**	30,595
Pecuario	**741,15**	23,373
TOTAL	**10731,05**	**338,41**

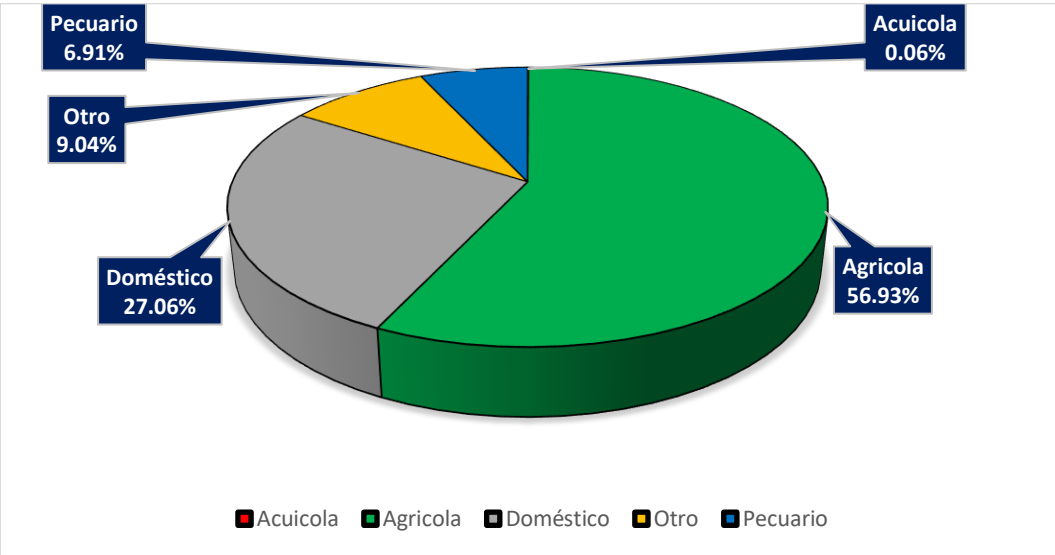
Fuente: Autor

Figura 28. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por tipo de uso. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 29. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por tipo de uso. (abril 2019)



Fuente: Autor

El uso agrícola en la demanda hídrica mantiene un porcentaje de participación mayoritario con un valor de 56.93% con respecto a la demanda hídrica total de cuerpos lénticos a nivel nacional con un valor de 192.402 Mm^3 anuales, le sigue el uso doméstico con un porcentaje de participación de 27.05% y un valor de 91.410 Mm^3 al año. (Ver Figura 28 y Tabla 48)

3.3.5. Clasificación cuerpos lénticos por área hidrográfica

Tabla 50. Clasificación demanda lénticos por área hidrográfica. (enero 2019)

ÁREA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Caribe	**206,7**	**6,5**
Magdalena Cauca	**9716,4**	**306,4**
Orinoco	**788,3**	**24,9**
Pacifico	**5,6**	**0,2**
TOTAL	**10716,9**	**337,9**

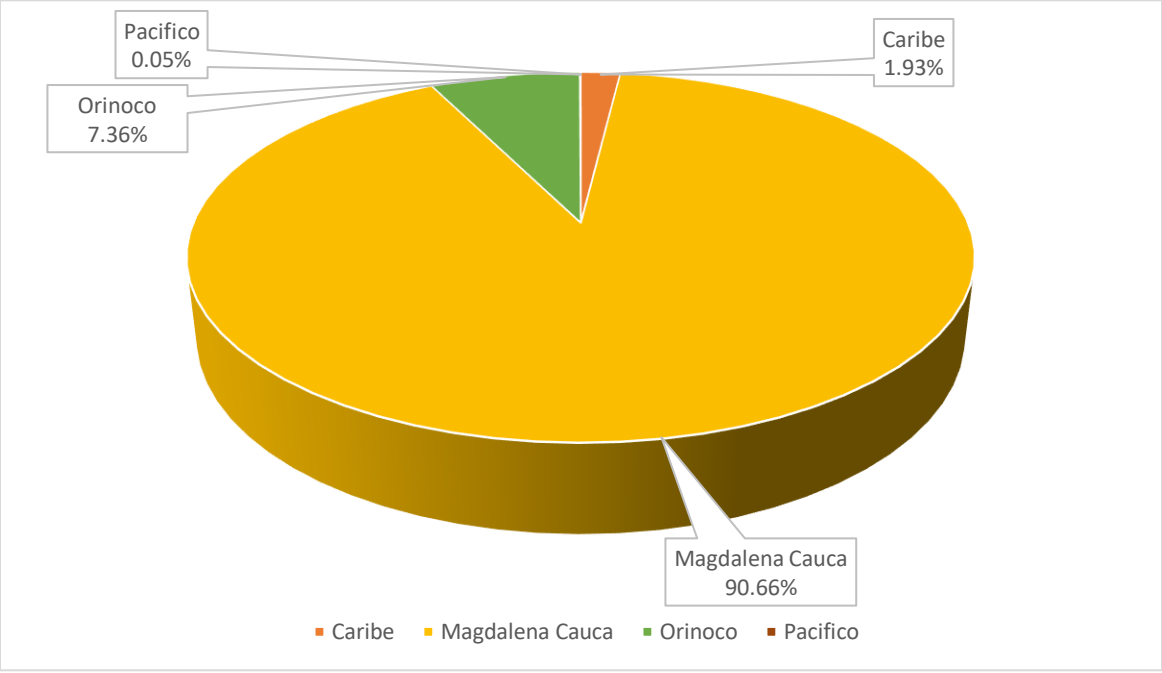
Fuente: Autor

Tabla 51. Clasificación demanda cuerpos lénticos por área hidrográfica. (abril 2019)

ÁREA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Caribe	**212,1**	**6,7**
Magdalena Cauca	**9718,9**	**306,5**
Orinoco	**794,4**	**25,0**
Pacifico	**5,6**	**0,2**
TOTAL	**10731,0**	**338,4**

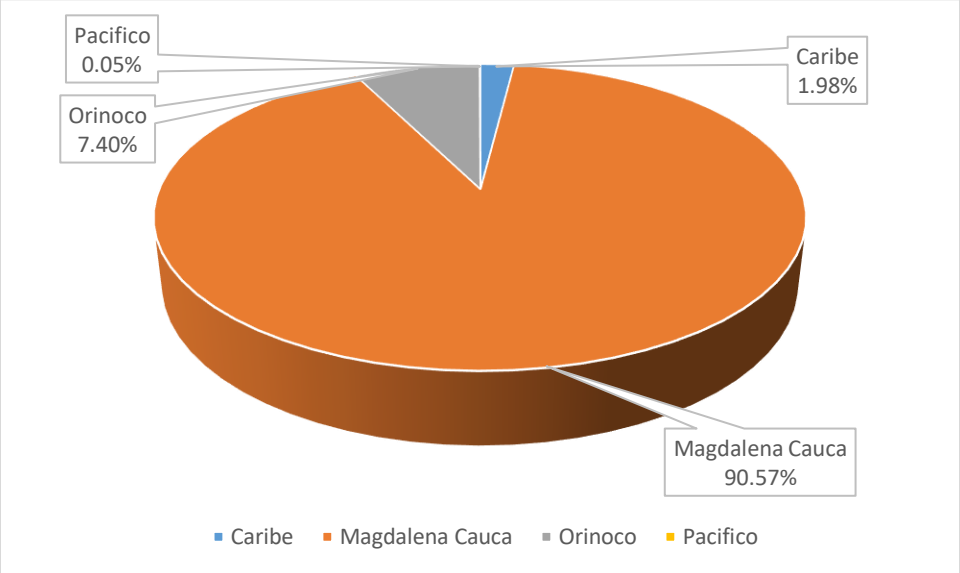
Fuente: Autor

Figura 30. Porcentaje de Participación demanda de lénticos por área hidrográfica. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 31. Porcentaje de participación demanda de lénticos por área hidrográfica. (abril 2019)



Fuente: Autor

El área hidrográfica del Magdalena Cauca mantiene el porcentaje mayoritario en demanda hídrica de cuerpos lénticos con un 90.66% para enero y un 90.57% para abril del 2019, que supone un paralelismo con la demanda hídrica total nacional, donde el área del Magdalena Cauca mantiene un porcentaje mayoritario también (Ver 3.2.6 Clasificación por áreas hidrográficas), así pues, se tiene que la demanda al año de Magdalena Cauca es de 306.42 Mm^3 para enero y de 306.50 Mm^3 para abril, seguida de Orinoco para enero y abril con un porcentaje de 7.36% y 7.40%, además un valor de demanda de 24.86 y 25.05 Mm^3 al año, respectivamente. (Ver Tabla 50, Tabla 51, Figura 30 y Figura 31)

3.3.6. Clasificación Lénticos por Zona Hidrográfica

Tabla 52. Clasificación demanda lénticos por Zona Hidrográfica. (enero 2019)

ZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Caribe - Litoral	**148,9**	**4,69**
Caribe- Urabá	**7,0**	**0,22**
Catatumbo	**1,1**	**0,03**
Sinú	**49,8**	**1,57**
Alto Magdalena	**1629,5**	**51,39**
Bajo Magdalena	**5648,9**	**178,14**
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	**796,8**	**25,13**
Cauca	**5,0**	**0,16**
Cesar	**107,0**	**3,38**

Medio Magdalena	**109,7**	**3,46**
Sogamoso	**1419,4**	**44,76**
Arauca	**763,5**	**24,08**
Casanare	**8,0**	**0,25**
Meta	**15,9**	**0,50**
Vichada	**0,8**	**0,02**
Patía	**5,6**	**0,18**
TOTAL	**10716,90**	**337,97**

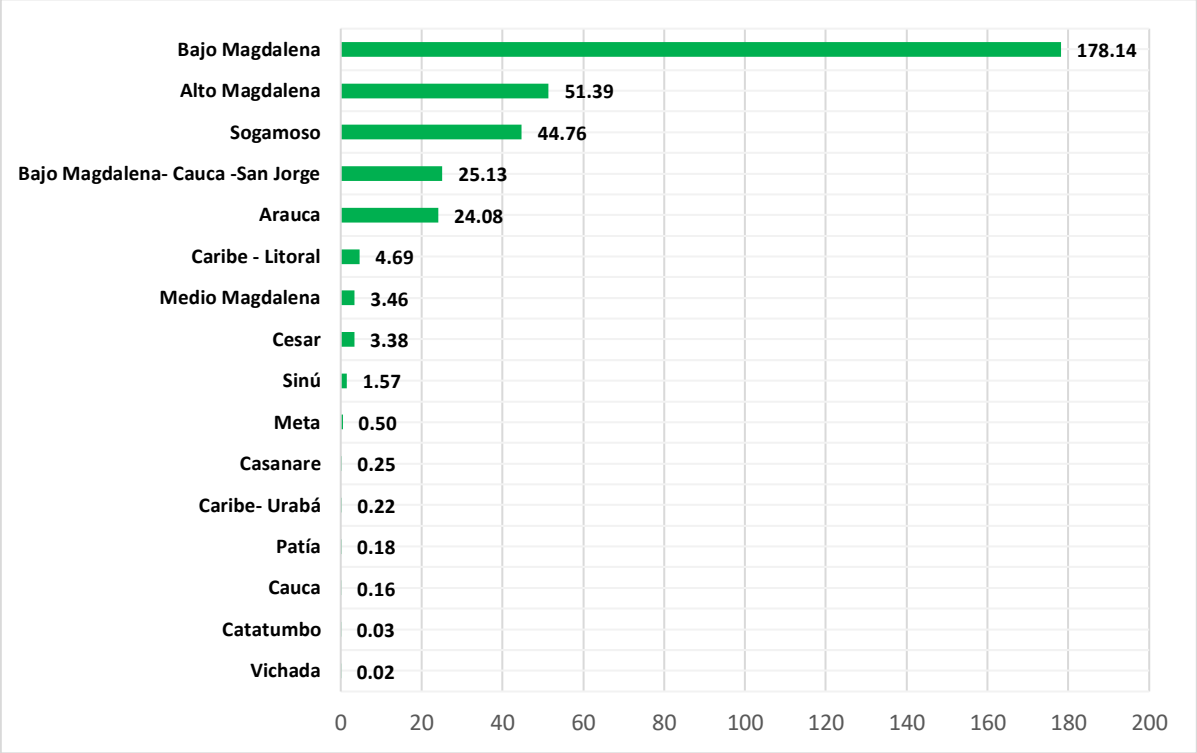
Fuente: Autor

Tabla 53. Clasificación demanda lénticos por zona hidrográfica. (abril 2019)

ZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Caribe - Litoral	**154,3**	**4,9**
Caribe- Urabá	**7,0**	**0,2**
Catatumbo	**1,1**	**0,0**
Sinú	**49,8**	**1,6**
Alto Magdalena	**1632,0**	**51,5**
Bajo Magdalena	**5648,9**	**178,1**
Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge	**796,8**	**25,1**
Cauca	**5,0**	**0,2**
Cesar	**107,0**	**3,4**
Medio Magdalena	**109,7**	**3,5**
Sogamoso	**1419,5**	**44,8**
Arauca	**763,5**	**24,1**
Casanare	**8,0**	**0,2**
Meta	**22,1**	**0,7**
Vichada	**0,8**	**0,0**
Patía	**5,6**	**0,**
TOTAL	**10731,0**	**338,4**

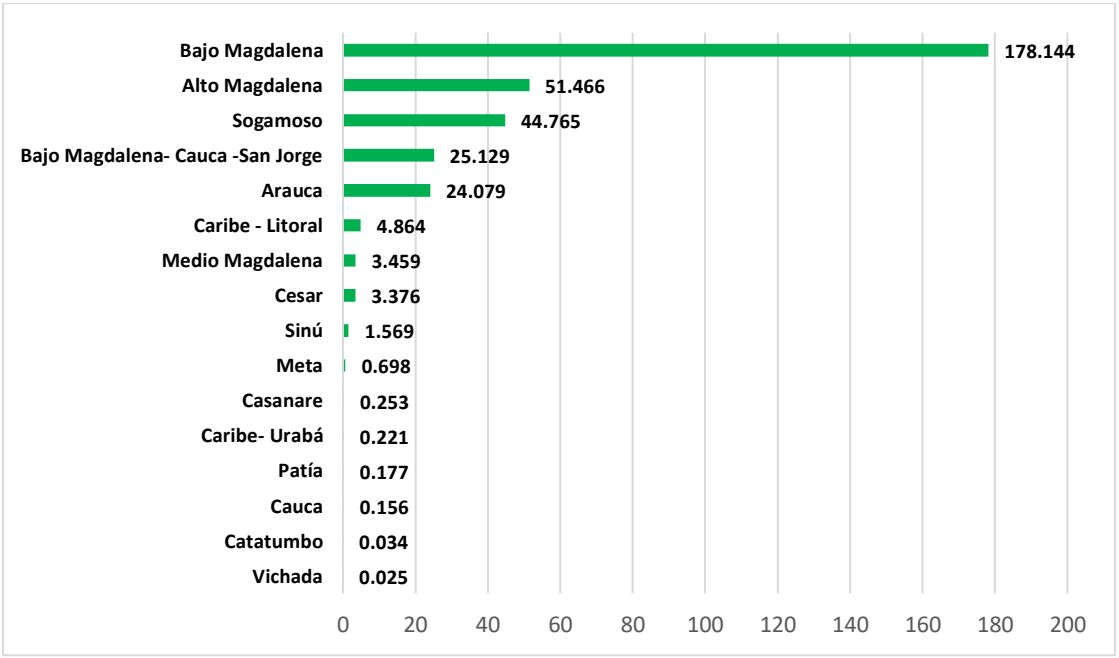
Fuente: Autor

Figura 32. Distribución demanda de cuerpos lénticos por zona hidrográfica. (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 33. Distribución demanda de lénticos por zona hidrográfica. (abril 2019)



Fuente: Autor

3.3.7. Clasificación cuerpos lénticos por subzona hidrográfica

Se puede observar en la Tabla 54, Tabla 55, Figura 34 y en la Figura 35 que la subzona de mayor demanda es el **Canal del Dique margen derecho** con un valor de 166.58 Mm^3 anuales de cuerpos lénticos según la información de enero y abril de 2019, seguida de la subzona **Río Bogotá** con un valor de 51.31 Mm^3 al año para enero y de 51.39 Mm^3 al año para abril.

Tabla 54. Clasificación demanda lénticos por subzona hidrográfica (enero 2019)

SUBZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	**0,5**	**0,0**
Río Ariguaní	**23,0**	**0,7**
Arroyos Directos al Caribe (Z2012)	**148,8**	**4,7**
Bajo Cesar	**84**	**2,6**
Bajo San Jorge - La Mojana	**796,8**	**25,1**
Canal del Dique margen derecho	**5282,3**	**166,6**
Canal del Dique margen izquierda	**134,8**	**4,2**
Chivor	**1,8**	**0,1**
Ciénaga Mallorquín		**0,0**
Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)	**51,1**	**1,6**
Directos al Bajo Magdalena entre El Plato y Calamar (mi)	**180,7**	**5,7**
Directos al Magdalena Medio	**6,8**	**0,2**
Directos al Meta (md)	**0,4**	**0,0**
Directos Caribe Golfo de Morrosquillo	**49,7**	**1,6**
Directos Río Arauca (md)	**763,5**	**24,1**
Directos Rio Metica (md)	**6**	**0,2**
Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	**2,3**	**0,1**
Lago de Tota	**1,3**	**0,04**
Río Algodonal (Alto Catatumbo)	**1,1**	**0,03**
Río Bogotá	**1627,1**	**51,3**
Río Carare (Minero)	**2**	**0,1**
Río Casanare	**0,0**	**0,0**
Río Chicamocha	**191,9**	**6,0**
Río Cravo Norte	**8**	**0,2**
Río Fonce	**1146,8**	**36,2**
Río Guarrojo	**0,9**	**0,0**
Río Guayuriba	**4,7**	**0,1**
Río Juananbú	**5,6**	**0,2**
Río La Vieja	**4,9**	**0,2**

Río Lebrija	**4,0**	**0,1**
Río Mulatos y otros directos al Caribe	**7**	**0,2**
Río Nare	**96,4**	**3,0**
Río Opón	**0**	**0,0**
Río Sogamoso	**78,0**	**2,5**
Río Suárez	**2,7**	**0,1**
Río Upía	**1,4**	**0,0**
Río Yucao	**0,2**	**0,0**
TOTAL	**10716,9**	**337,9**

Fuente: Autor

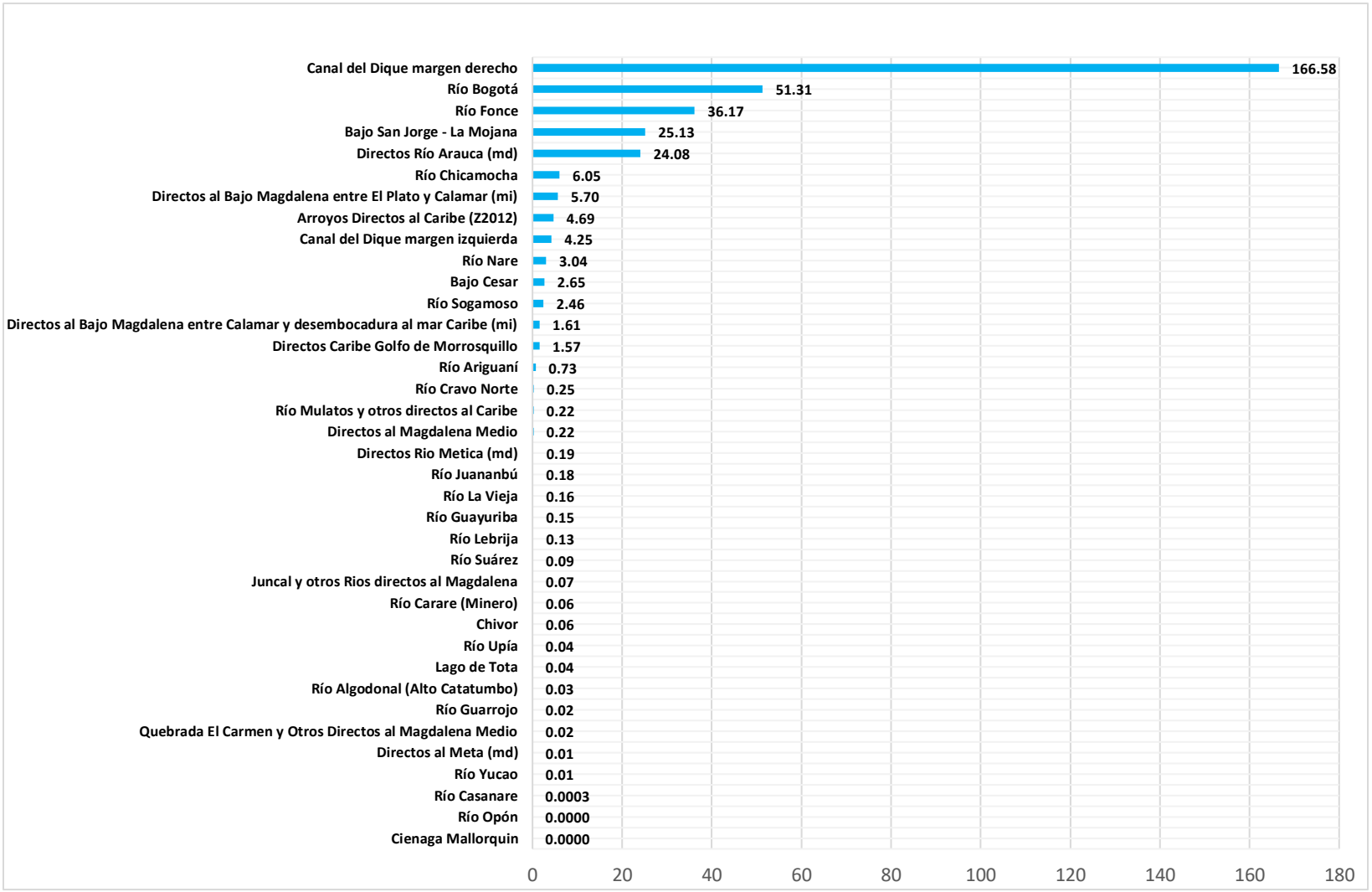
Tabla 55. Clasificación demanda lénticos por subzona hidrográfica (abril 2019)

SUBZONA HIDROGRÁFICA	CAUDAL (L/s)	DEMANDA (Mm^3/año)
Arroyos Directos al Caribe (Z2012)	**154,25**	**4,86**
Directos Caribe Golfo de Morrosquillo	**49,75**	**1,57**
Río Algodonal (Alto Catatumbo)	**1,08**	**0,03**
Río Mulatos y otros directos al Caribe	**7**	**0,22**
Alto Magdalena		**0,00**
Bajo Cesar	**84**	**2,65**
Bajo San Jorge - La Mojana	**796,84**	**25,13**
Canal del Dique margen derecho	**5282,29**	**166,58**
Canal del Dique margen izquierda	**134,8**	**4,25**
Cienaga Mallorquin		**0,00**
Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe (mi)	**51,1**	**1,61**
Directos al Bajo Magdalena entre El Plato y Calamar (mi)	**180,724**	**5,70**
Directos al Magdalena Medio	**6,82**	**0,22**
Juncal y otros Rios directos al Magdalena	**2,33**	**0,07**
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	**0,482**	**0,02**
Río Ariguaní	**23,04**	**0,73**
Río Bogotá	**1629,64585**	**51,39**
Río Carare (Minero)	**2**	**0,06**
Río Chicamocha	**191,7875**	**6,05**
Río Fonce	**1146,84765**	**36,17**
Río La Vieja	**4,96**	**0,16**
Río Lebrija	**4,01**	**0,13**
Río Nare	**96,3859**	**3,04**
Río Opón	**0**	**0,00**
Río Sogamoso	**78,036364**	**2,46**
Río Suárez	**2,83010001**	**0,09**
Chivor	**1,8574**	**0,06**

Directos al Meta (md)	**0,433**	**0,01**
Directos Río Arauca (md)	**763,53**	**24,08**
Directos Rio Metica (md)	**6**	**0,19**
Lago de Tota	**7,538**	**0,24**
Río Casanare	**0,01**	**0,0003**
Río Cravo Norte	**8**	**0,25**
Río Guarrojo	**0,78**	**0,02**
Río Guayuriba	**4,754**	**0,15**
Río Upía	**1,3679**	**0,04**
Río Yucao	**0,17**	**0,01**
Río Juananbú	**5,6**	**0,18**
TOTAL	**10731,0**	**338,4**

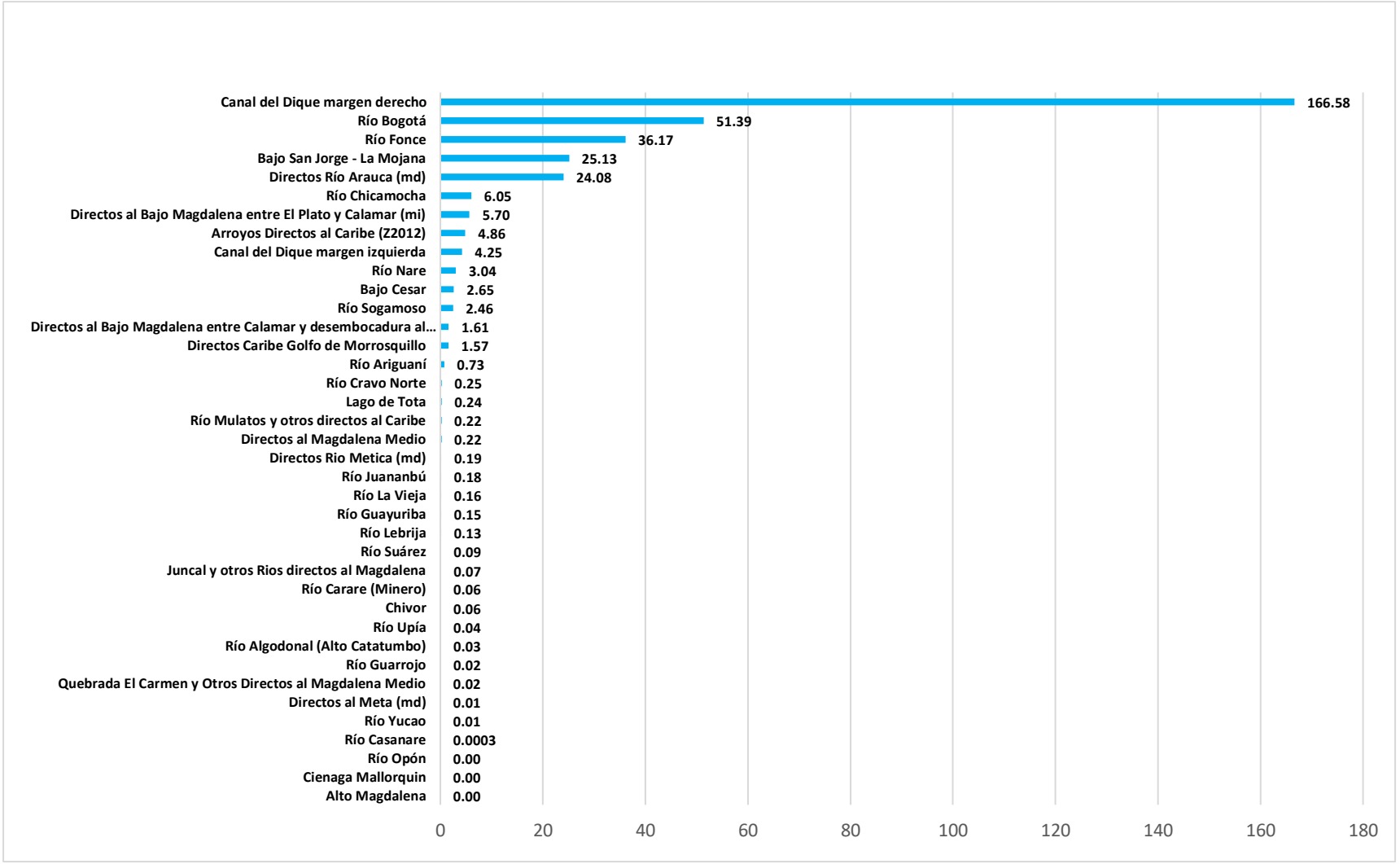
Fuente: Autor

Figura 34. Distribución demanda de lénticos por subzona hidrográfica (enero 2019)



Fuente: Autor

Figura 35. Distribución demanda de cuerpos lénticos por subzona hidrográfica (abril 2019)



Fuente: Autor

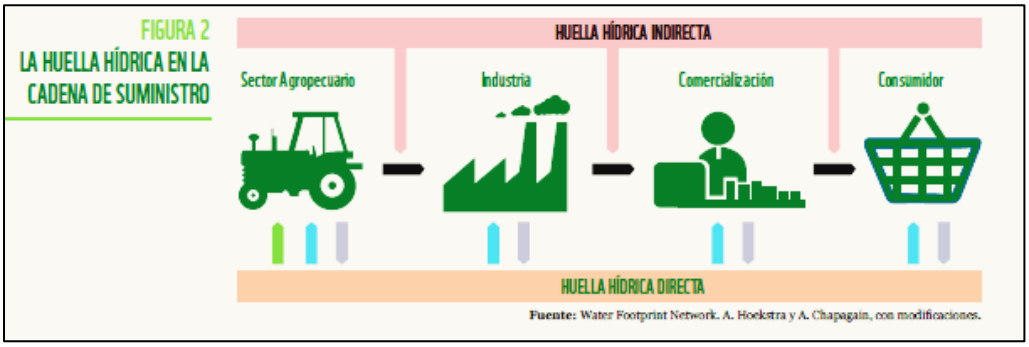
3.4. Huella hídrica gris

La ***huella hídrica*** es un indicador de sostenibilidad del recurso hídrico (Arjen Hoekstra, 2002) (Arjen Y. Hoekstra A. K., 2008), multidimensional y es que, es un factor que se ubica socio-ambiental y espacio-temporalmente, y determina que la principal presión sobre el recurso hídrico está dada por las actividades socioeconómicas, y representa el volumen de agua empleado en la producción de productos, servicios y bienes, es decir esas dimensiones directa e indirecta del consumo de agua, tiene 3 tipos o componentes de huella hídrica (WFN, s.f.) (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013) (Arjen Y. Hoekstra A. K., 2011):

- Huella Hídrica Azul (**HHA**): Es el volumen o consumo de recursos hídricos azules (agua dulce) empelado en toda la cadena de producción de un producto
- Huella Hídrica Verde (**HHV**): Volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía
- Huella Hídrica Gris (**HHG**): Hace referencia al volumen de agua destinada a mitigar la contaminación (remediación es la dilución)

El concepto de la huella hídrica (HH) se encuentra muy ligado al de agua virtual, ya que la HH es un concepto que se refiere al agua utilizada en la creación de un producto, por lo cual, podemos hablar del “contenido de agua virtual” de un producto, en lugar de su huella hídrica. No obstante, la HH tiene una aplicación todavía más amplia, ya que refiere al índice de consumo de agua a través del conjunto de productos o servicios que esta consume. (WFN, s.f.)

Figura 36. Contenido de Huella Hídrica directa e indirecta de un producto



Fuente: (Uribe, 2012)

Por otra parte, el concepto de huella hídrica gris tiene relativamente poco desarrollo a comparación de sus semejantes huella hídrica verde y azul. Esto se debe principalmente a la falta de información consolidada que permita realizar las aproximaciones necesarias. Para suplir estas falencias, se ha optado por hacer una serie de suposiciones crudas frente a las variables de cálculo de la ecuación de huella hídrica gris desarrollada por ***Hoekstra***. Algunas de las suposiciones consideran que la concentración natural del contaminante es nula; es decir, haciendo referencia a la concentración que se esperaría encontrar sin intervención humana. Adicionalmente, otro inconveniente se relaciona con la ausencia de límites máximos permisibles de contaminantes ambientales; en algunos casos, no se establece y se limita al análisis y reporte.

La huella hídrica gris entonces, como un indicador no sólo de la demanda hídrica o consumo sino de contaminación de agua dulce, y siendo éste concepto aplicable únicamente cuando el método de remediación de contaminación es la ***dilución***, porque proporciona y éste se define como el volumen de agua dulce teórico necesario para diluir cargas contaminantes o un contaminante específico hasta parámetros o estándares de calidad del agua permisibles del cuerpo receptor y que no la altere. Éste conlleva varias connotaciones que si bien es necesario asumir como se mencionó anteriormente, sí que permitirán realizar un cálculo confiable.

Uno de los inconvenientes que se ha venido presentando con la intención de desarrollar el concepto de huella hídrica gris en el Estudio Nacional del Agua – ENA, siendo éste el mayor estudio con respecto al recurso hídrico donde se estima, se analiza y se conceptualizan términos como demanda, huella hídrica, oferta, calidad del agua, sedimentos y usos del agua (superficial y subterránea), por parte del IDEAM, es la limitación de la información sobre calidad del agua a nivel nacional y el avance metodológico del tema. Así, por ejemplo, en el ENA del 2014 se tomó la decisión de incluir la huella hídrica gris a nivel de concepto y excluirla en término de cálculo y análisis de resultados, posponiendo la cuantificación y evaluación para estudios posteriores.

Así las cosas, para calcular la huella hídrica gris y realizar su evaluación posterior es menester contar con información consolidada confiable de la totalidad el recurso hídrico con que cuenta el país. Principalmente, es fundamental conocer la calidad del agua de los mismos, los aportes de cargas contaminantes de diversos vertimientos, la índole de dichos vertimientos, la calidad del agua del cuerpo receptor antes y después del vertimiento. De

igual modo, la concentración natural del contaminante en el recurso hídrico es una limitante de la ecuación de cálculo de huella hídrica, ante la ausencia de tal, se ha optado por suponerla nula, es decir, no existe intervención humana, lo cual es falso, pues implicaría un territorio nacional completamente deshabitado.

De este modo el Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH se vislumbra como una herramienta fundamental en donde se consolide la totalidad de la información de calidad y cantidad del recurso hídrico. Las autoridades ambientales analizan la oferta y disponibilidad del agua, atienden solicitudes de concesión de aguas o permisos de vertimientos y finalmente designan el personal para reportar la información al SIRH; pese a ello, es muy frecuente que la información que se reporta esté incompleta, inconsistente y deficiente, por ello, entre otras razones, se ha complejizado el desarrollo del concepto de huella hídrica gris en el país.

En tal sentido, esta investigación pretende revisar calidad, consistencia y coherencia de la información reportada, hacer seguimiento al cargue de muestras y mediciones relacionadas con la calidad del agua de cuerpos hídricos a cargo de las corporaciones ambientales, verificar que la información reportada en el portal esté acorde a los requerimientos del instituto, generar consolidados de información incluida en el SIRH como insumo a estudios, boletines o reportes de acuerdo con los lineamientos de la subdirección de hidrología, entre otras. A partir de ello se pretende establecer la aplicabilidad del concepto de huella hídrica gris en el ENA del 2022 o posteriori, de tal manera que se consolide un conocimiento general del estado del recurso hídrico que permita facilitar la toma y creación de políticas que propendan por salvaguardar el recurso en marco del desarrollo sostenible.

La ecuación de Huella Hídrica Gris puede deducirse como sigue:

$$\boxed{V_1 C_1 = V_2 C_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 C_1}{C_2}$$

$$\boxed{V_2 = \frac{V_1 * \frac{L_1}{Q_1}}{C_2}}$$

Ya que, la carga contaminante L se define como

$$L = \left[\frac{masa\ del\ contaminante}{tiempo}\right]$$

$$\boxed{L = Q\left[\frac{volumen}{tiempo}\right] * C\left[\frac{masa\ del\ contaminante}{volumen}\right]}$$

Así,

$$\boxed{C = \frac{L}{Q}}$$

De manera que es posible encontrar también por la definición de Caudal que

$$Q = \frac{V}{t}$$

Así, el tiempo con relación al caudal y el volumen puede escribirse como sigue

$$\boxed{t = \frac{V}{Q}}$$

Siempre que Q no sea nulo.

Bajo estas consideraciones tenemos entonces siguiendo con la demostración

$$\boxed{V_2 = \frac{L_1 * \frac{V_1}{Q_1}}{C_2}}$$

$$\boxed{V_2 = \frac{L_1 * t}{C_2}}$$

$$\boxed{\frac{V_2}{t} = \frac{L_1}{C_2}}$$

Para tiempo (t) distinto de cero

$$\boxed{Q_2 = \frac{L_1}{C_2}}$$

Ahora, como ese caudal 2 es el caudal necesario en el sector 2, es decir, el cuerpo superficial sobre el cual se hace un vertimiento entonces ese Q_2 es el volumen de agua teórico necesario para diluir la carga contaminante, donde puede tener unidades de metros cúbicos (m^3) al año, o millones de metros cúbicos (Mm^3) al año, necesarios para llevar la

concentración a límites máximos permisibles y que por lo tanto no alteren el medio o la calidad del agua del receptor.

De manera que:

$$\boxed{HHG = \frac{L_1}{C_2}}$$

Entonces el sector 1 es, la carga contaminante por contaminante específico del vertimiento, por ende, puede retirarse el subíndice. Adicional a esto y como última consideración, será necesario hacer un análisis sobre la concentración final y es que, se podría pensar que esa concentración final es la concentración del límite máximo permisible, sin embargo, eso es bajo un volumen final libre de concentración de contaminantes, pero el agua no es pura en el sentido de que sólo es una molécula de 2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno – **H_2O** y se tiene siempre una fracción o concentración por mínima que sea, esto quiere decir que el agua desde su nacimiento (Cuenca alta) ya posee una concentración (depende del contaminante) del contaminante que se está vertiendo en un punto posterior, esto quiere decir que, esa concentración final o concentración 2 que llega al límite máximo permisible es la diferencia del dicho límite y la concentración natural o ambiente, porque realmente lo que se ocasiona con la dilución del contaminante es aumentar la concentración de la natural a una concentración final, que para la huella hídrica gris coincidirá justamente con la establecida por límites máximos permisibles.

Finalmente, lo que se quiere decir es que no partimos de una concentración nula a una concentración final (LMP) sino que, se lleva de una concentración natural a ese LMP.

$$\boxed{C_2 = C_{LMP} - C_{nat}}$$

Así, finalmente la ecuación para la huella hídrica gris es como sigue:

$$\boxed{\therefore \quad HHG = \frac{L}{C_{LMP} - C_{nat}}}$$

Donde

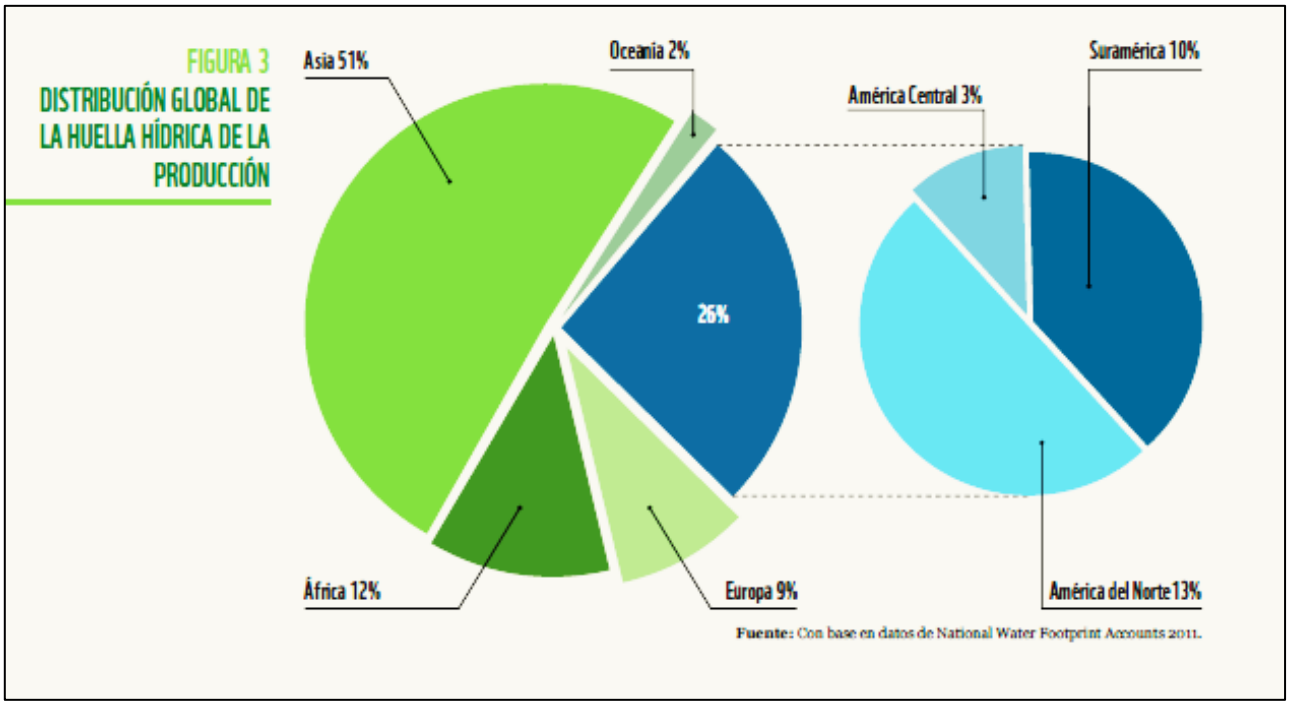
HHG: Huella hídrica gris $\left[\frac{volumen}{tiempo}\right]$

L: Carga contaminante $\left[\frac{masa\ del\ contaminante}{tiempo}\right]$

$C_{máx\ o\ LMP}$: Concentración máxima permisible (según estándar de calidad del agua) $\left[\frac{masa}{volumen}\right]$

C_{nat}: Concentración natural en el cuerpo de agua receptor $\left[\frac{masa}{volumen}\right]$

Figura 37. La huella hídrica en Colombia y en el mundo



Fuente: (Uribe, 2012)

La GWF (Grey Water Footprint) o huella hídrica gris mantiene una ecuación definida como se vio anteriormente, sin embargo, ésta ecuación funciona cuando el tipo de vertimiento se puede ubicar o se da sobre un cuerpo receptor en una ubicación que es posible determinar y que se denomina puntual. De esta manera, existen diversos inconvenientes para cuando se da lixiviación de contaminantes producto de actividades que podrían descargar contaminantes sobre el suelo o a lo largo de un área de impacto, que podrían resultar en sitios o cuerpo receptores muy lejanos al punto de impacto y podrían vincularse a éstos en diferentes puntos, se les llamará a éstos difusos por mantener una ubicación difusa. En (Arjen Y. Hoekstra A. K., 2011) se recomiendan o proponen 3 enfoques o niveles para tratar éstos casos.

Nivel 1: Este simplemente usa una fracción de escurrimiento de lixiviación para traducir los datos sobre la cantidad de una sustancia química aplicada al suelo a una estimación de la cantidad de sustancia que ingresa al agua subterránea o al sistema de agua superficial. La

fracción se derivará de la literatura existente y dependerá de la sustancia química considerada. Esta estimación de nivel 1 es suficiente para una primera estimación aproximada, pero obviamente no describe las diferentes vías de una sustancia química desde la superficie del suelo a la superficie o el agua subterránea y la interacción y transformación de diferentes sustancias químicas en el suelo o en su trayectoria de flujo. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

Nivel 2: El Nivel 2 aplica enfoques de uso de modelos estandarizados y simplificados y se puede usar con base en datos que se obtienen con relativa facilidad (como las propiedades químicas de la sustancia química considerada y las características topográficas, climáticas, hidrológicas y del suelo del ambiente en el que se aplica la sustancia química). Estos enfoques de modelos simples y estandarizados deben derivarse de modelos más avanzados y validados. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

Nivel 3: Finalmente, éste nivel utiliza técnicas de modelado sofisticadas y/o métodos de medición intensivos. Debido a que este enfoque es muy laborioso, los recursos disponibles deben permitirlo y el propósito de la aplicación debe justificarlo. Mientras que, aunque los modelos detallados basados físicamente en flujos de contaminantes a través de los suelos están disponibles, su complejidad a menudo los hace inadecuados incluso para su uso en el nivel 3. Sin embargo, los modelos empíricos validados impulsados por la información sobre las prácticas agrícolas y los datos sobre las características del suelo y el clima están actualmente disponibles para su uso en estudios de carga difusa a este nivel. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

La guía de estimación de huella hídrica gris de la WFN (Water Footprint Network) recomienda y está basada en el nivel 1 de estimación para fuentes difusas ya que, en principio realizar una estimación con el nivel 3 podría realizarse, pero para sectores muy locales, el nivel 2 no lo conseguirían todos los países, y el nivel 1 según WFN ha mostrado buenos resultados, además de ser la más factible.

Hasta la fecha, los estudios de GWF se han basado en el nivel 1 y, en un futuro próximo, se espera que esto siga así, al menos en aplicaciones prácticas de empresas y gobiernos. Aunque es el enfoque más factible de los tres niveles, las aplicaciones prácticas a menudo se han visto obstaculizadas por la falta de orientación y valores de referencia. Los valores elegidos para las fracciones de escorrentía de lixiviación utilizadas en los cálculos a menudo

se basaban en información y supuestos limitados. Estos estudios han demostrado que la metodología GWF, tal como se describe en el Manual de evaluación de la huella hídrica (Hoekstra et al., 2011) podría reforzarse a través de la guía experta sobre cómo estimar mejor los valores de las fracciones de la lixiviación.

3.4.1. Concentración Natural

Es de conocimiento previo que el agua pura en el planeta no existe, no es posible encontrar este fluido o sustancia sin la presencia de otras especies químicas, es decir no puede encontrarse el agua en sólo su composición molecular H_2O sino que siempre mantendrá otras especies adicionadas o disueltas; la concentración natural entonces, se define como la concentración de algún parámetro o sustancia química que mantiene un cuerpo de agua receptor sin que sobre él haya sido ejercida un presión antrópica, en otras palabras, podría considerarse todo fenómeno que no tenga que ver con la intervención del hombre, como lo podrían ser la erosión, el arrastre de sólidos o la caída de material ajeno sobre el agua (u otros). (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

Las consideraciones que se pueden mantener sobre ésta variable son muchas, sin embargo aquí se resaltarán aquellas que tienen un grado de racionalidad alto y que permitan generar una idea del concepto y realizar una cuantificación de la misma. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

La primera, es considerar una concentración natural nula o de cero, es claro y viable que para aquellos contaminantes que son artificiales o sintetizados por el hombre y que regularmente no existirían en cuerpos de agua se puede asumir una concentración natural nula, es un error sin embargo, considerar una concentración de cero para sustancias que normalmente si se encontrarían sobre los cuerpos de agua, de manera que será necesario discriminar aquellos contaminantes que podrían estar en cuerpos receptores sin la intervención humana y aquellos que definitivamente están presentes por actividades antrópicas y que de no ser así serían nula su presencia. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013)

La segunda consideración que se tiene, es asumir una concentración natural o de fondo constante, ésta puede ser tomada de distinta literatura para condiciones ambientales y tipos de cuenca específicos, y que de verificar similitud puede asignarse a un cuerpo de agua objeto de estudio, o bien podría asumirse como aquella concentración que se reporta en

muestras y mediciones sobre nacimientos de agua como lo serían los Páramos (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013); evidenciando así que, dicha concentración podría mantenerse a lo largo de un tramo hasta que se encuentre con otro tramo con otras condiciones de concentración natural, en cuyo caso cuando se presente una unión de cauces la concentración natural después de la unión obedece a leyes de un balance de masas:

$$\therefore \quad \boxed{C_{nat\ final} = \frac{(C_{nat\ 1} * Q_1) + (C_{nat\ 2} * Q_2)}{Q_1 + Q_2}}$$

Bien podría contarse con una concentración natural media para todo un territorio como un país o un valor estándar para cualquier cuerpo de agua como se reporta por lo general en la literatura. (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013).

Un tercer enfoque es, considerar que la concentración natural cambia a lo largo de la extensión de un cuerpo superficial de agua y además que cambia con el tiempo, de manera que, podrían plantearse diversas funciones que describan el crecimiento del valor de la concentración natural de un contaminante que si existe sin la intervención humana o por actividades antropogénicas, siempre que pueda determinarse la ecuación analítica que responda a estos valores. De manera que:

$$\therefore \quad \boxed{C_{nat}(x,t) = f(x,t)}$$

La ecuación anterior representa que la concentración natural puede ser una función que depende de dos variables como lo podrían ser la posición aguas abajo del nacimiento de un cuerpo de agua superficial, y que además ésta concentración depende del tiempo, ya que el arrastre de sólidos o de material, y la adición de sustancias en presencia natural se agregan al largo del tiempo y en todo el trayecto que el agua dibuja. Adicional a esto puede dejarse la función de concentración en términos de X o posición aguas abajo y ésta variable en términos de t (**X (t)**), ya que la posición cambia de maneras muy particulares en el tiempo, o inclusive no es necesario describir el cambio temporal, sino que la concentración natural cambia como lo hace la posición y por ende, su dependencia puede ser descrita únicamente por X.

En el caso en el que la concentración natural pueda describirse mediante una función lineal de la siguiente forma:

$$\boldsymbol{C_{nat}(x) = mX + C_0}$$

Podrá entonces describirse a la concentración natural como un valor fijo $\mathbf{C_0}$ que sería un valor inicial o una concentración fija e el nacimiento y que va a haber un valor agregado a medida que la posición o distancia aguas abajo medida desde el nacimiento se empieza a variar, la posición x se multiplica por una tasa de incremento **m** que estará dada de las condiciones de erosionabilidad y de arrastre.

Sin embargo, una función lineal podría no ser la que mejor describa el cambio de la concentración natural y podría detallarse otro tipo de funciones como una exponencial o polinómica para el cambio de ésta, sin embargo, describir este cambio indudablemente trae consigo un grado de complejidad que hace casi imposible su determinación en países con redes de monitoreo e información insuficiente para alimentar este enfoque tan exhaustivo.

3.4.2. Estándares de Calidad del Agua

Los estándares de calidad del agua o niveles máximos permisibles para diferentes parámetros o contaminantes hídricos mantienen una denominación particular ya que, éstos valores corresponden a concentraciones sobre las cuales no se alteran los ecosistemas, ni representa un riesgo o peligro para el medio ambiente, ésta concentración no sólo varía de acuerdo al ecosistema, sino que, además, su forma de estimar es demasiado complicada. De ésta manera, el valor para un parámetro en particular depende de cada país y se establecen bajo su propia normativa, por supuesto para algunos valores que no se encuentren consignados en la normativa local será necesario recurrir a investigaciones, literatura o estándares de otros países pata poder trabajar con dicho valor de referencia (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013).

La ***Resolución 0631 del 2015*** (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 7 de Marzo de 2015) mantiene problemáticas a la hora de usar sus valores máximos permisibles de calidad de vertimientos o el valor máximo permisible sobre cuerpos de agua receptores de éstos vertimientos, hace la distinción entre tipos de actividades que vierten y asigna valores de LMP para cada una de éstas; el problema radica en que muchos parámetros de calidad del agua están sin información y en cambio se encuentra una

denominación de Análisis y Reporte que no otorga información clara sobre el valor al cual se deben ajustar los vertimientos al modificar la concentración de contaminantes sobre el recurso hídrico. Por ello, es necesario buscar para distintos sectores económicos en referencias bibliográficas o normativas internacionales un valor que pueda ser potencialmente utilizable para la estimación de la huella hídrica nacional.

Existen diversos estudios que recopilan los valores máximos para los cuales algunos ecosistemas pueden preservar el equilibrio y que dicho impacto antrópico no sea significativo (Anne-Marie Boulay, September 2011).

3.4.3. Carga Contaminante

La carga contaminante es la cantidad de masa de contaminante presente en un escurrimiento, o lixiviación, o vertimiento, dicha cantidad o masa del contaminante se entrega a un receptor a una tasa específica, es decir qué cantidad de masa por unidad de tiempo se está vertiendo al cuerpo de agua receptor, además se denomina puntual cuando es posible asignarse una única coordenada donde se realiza la descarga de contaminantes y es visible el punto sobre el tramo del cuerpo de agua sobre el cuál se realiza ésta actividad.

Para este tipo de vertimiento puntual, la ecuación que rige la estimación de la huella hídrica gris es la que se describe a continuación, además todos los sectores económicos que hacen uso del recurso hídrico y que aportan un impacto en términos de contaminantes a cuerpos de agua serán considerados dentro de éste apartado, a excepción de uno, el sector agrícola por mantener comportamientos de lixiviación será considerado dentro del tipo de vertimiento descrito en la sección que sigue, siendo un vertimiento difuso.

Para vertimiento puntual entonces:

$$\therefore \quad \boldsymbol{HHG = \frac{L}{C_{LMP} - C_{nat}}}$$

Sin embargo, en SIRH se mantienen algunas dificultades, los vertimientos tienen dentro de las muchas características consignadas en los permisos de vertimiento, la georreferenciación, el caudal, caracterización inicial en parámetros de contaminantes hídricos, el tipo de vertimiento, si es continuo o intermitente, el tiempo de descarga al día y

la frecuencia mensual con la que realizan la descarga, pero el muestreo o caracterización en muchos casos no está completa

3.4.4. Carga contaminante difusa

Una fuente de contaminación difusa hace referencia al impacto o posible grado de lixiviación de contaminantes provenientes de una actividad que no los descargue de manera puntual pero que si pueda estimarse un área de impacto debido a la trayectoria que seguirían los contaminantes, dos ejemplos de éste comportamiento lo serían la disposición de residuos sólidos en un relleno sanitario o disposición indebida de residuos y, el uso de fertilizantes o pesticidas como en el caso agrícola. Además, puede suceder que sólo una fracción de contaminantes se filtre en el agua subterránea o se desplaza por la superficie hacia una corriente de agua superficial.

En este caso, la carga contaminante es la fracción de la cantidad total de sustancias químicas aplicadas (que se colocan en el suelo) que llegan al agua subterránea o superficial. Se puede medir la cantidad de sustancia aplicada. Sin embargo, la fracción de sustancias químicas aplicadas que llegan al agua superficial o subterránea no se puede medir fácilmente, ya que entra al agua de manera difusa. Por lo tanto, no está claro cuándo y dónde medir. Como solución, se puede medir la calidad del agua a la salida de una cuenca, pero la carga en este punto será la suma de la contaminación de diferentes fuentes, de modo que el desafío se convierte en repartir las concentraciones medidas a diferentes fuentes. Además, las concentraciones pueden disminuir en el camino debido a los procesos de descomposición. De manera que, es necesario determinar la fracción de sustancias químicas aplicadas que ingresarán al sistema de agua. El método más simple es suponer que una cierta fracción de las sustancias químicas aplicadas finalmente llega al agua subterránea o de superficie:

$$\therefore \quad \boldsymbol{L = \alpha * Appl}$$

Donde L es la carga contaminante final, α es el factor adimensional que representa la fracción de escurrimiento de lixiviación y es definido como la fracción de sustancias químicas aplicada que alcanza un cuerpo de agua, y ***Appl*** es la cantidad en masa por unidad de tiempo de sustancias químicas aplicadas en o dentro del suelo (por ejemplo: fertilizantes artificiales, estiércol o pesticidas puestos en tierras de cultivo, depósitos de orina en pastizales por animales de pastoreo, residuos sólidos o lodos depositados, etc.

Otro enfoque para estimar la carga de contaminantes que ingresa a un cuerpo de agua, principalmente relevante en el caso de la aplicación de nutrientes en cultivos, es tomar en cuenta explícitamente la absorción de la sustancia química por parte de las plantas. La fracción de escurrimiento de lixiviación se puede aplicar al excedente después de la absorción y cosecha de la planta. El excedente (***Surplus***) es la diferencia entre la tasa de aplicación (***Appl***) de la sustancia química y la tasa de extracción (***Offtake***)

$$\therefore \quad \boldsymbol{Surplus = Appl - Offtake} \left[\frac{\boldsymbol{masa}}{\boldsymbol{tiempo}}\right]$$

La extracción (**Offtake**), la cantidad de sustancia química absorbida por un cultivo y cosechada, puede estimarse multiplicando el rendimiento del cultivo (***Yield***) y el contenido de sustancia química en el cultivo.

$$\therefore \quad \boldsymbol{Offtake = Yield * Contenido\ de\ sustancias\ químicas\ en\ el\ cultivo}$$

La carga que ingresa a un cuerpo de agua ahora se puede calcular como una fracción beta de lixiviación (β) por el excedente (***Surplus***):

$$\therefore \quad \boldsymbol{L = \beta * Surplus}$$

Finalmente, para el sector agrícola se propone la siguiente ecuación

$$\boldsymbol{HHG_{Agrícola} = \left[\frac{FNL * TAN}{(Cmáx - Cnat)}\right] * [RAC]}$$

Dónde:

- $HHG_{Agrícola}$: Huella hídrica gris agrícola (m^3/ton)
- FNL: Fracción de nitrógeno lixiviado (adimensional)
- TAN: Tasa de aplicación de nitrógeno (Kg/Ha)
- RAC: Rendimiento actual del cultivo (ton/Ha)
- $Cmáx$: Concentración máxima de nitrógeno permisible en el cuerpo de agua (Kg/m^3)
- $Cnat$: Concentración natural de nitrógeno en el cuerpo de agua (Kg/m^3)

Donde se realizan las siguientes suposiciones:

- Fracción de nitrógeno lixiviado: 10 %
- $C_{nat} = 0$
- Límite máximo permisible de NO_3. Estándares internacionales
- Uniformidad en la tasa de aplicación de fertilizantes y pesticidas.

Las necesidades de información se presentan a continuación:

- Fracción de nitrógeno lixiviado. Relación directamente proporcional entre HHG y FNL.
- Concentración natural de nitratos en los nacimientos de fuentes de agua superficial de las 316 subzonas hidrográficas.
- Concentración máxima permisible de nitratos. Recomendaciones internacionales: UE y OMS 50 mg/L de NO_3, por su parte la EPA sugiere un valor de 10 mg/L de NO_3
- Concentraciones naturales de fósforo y pesticidas.

Además, para ***pesticidas*** específicamente se propone la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{HHG_{pesticidas} = \frac{a * P}{N_{máxima} * \varphi}}$$ ***(Ecuación de Carmona Vega, 2010)***

- Dónde:
- N: Cantidad de pesticida aplicado por hectárea de cultivo (ton/Ha/año)
- a: Factor de lixiviación de pesticidas
- $N_{máxima}$: Máxima concentración permitida de pesticidas (ton/m^3)
- φ: Rendimiento del cultivo (ton/Ha/año)

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mayor dificultad en el cálculo del indicador. Generalmente asocian “micro contaminantes” orgánicos, por lo cual no es conveniente tratarlos de manera general.

- Factor de lixiviación del pesticida α varía de acuerdo al grado de desarrollo del país. Éste puede variar de 10 % a 30 % en caso de países desarrollados y en vía de desarrollo de 50 % a 75 %.

- Se recomienda adoptar para Colombia α=30 %. Teniendo en cuenta el Índice de Desarrollo Humano.

- Relación inversamente proporcional entre rendimiento de cultivo y HHG.

3.4.5. Cálculo preliminar

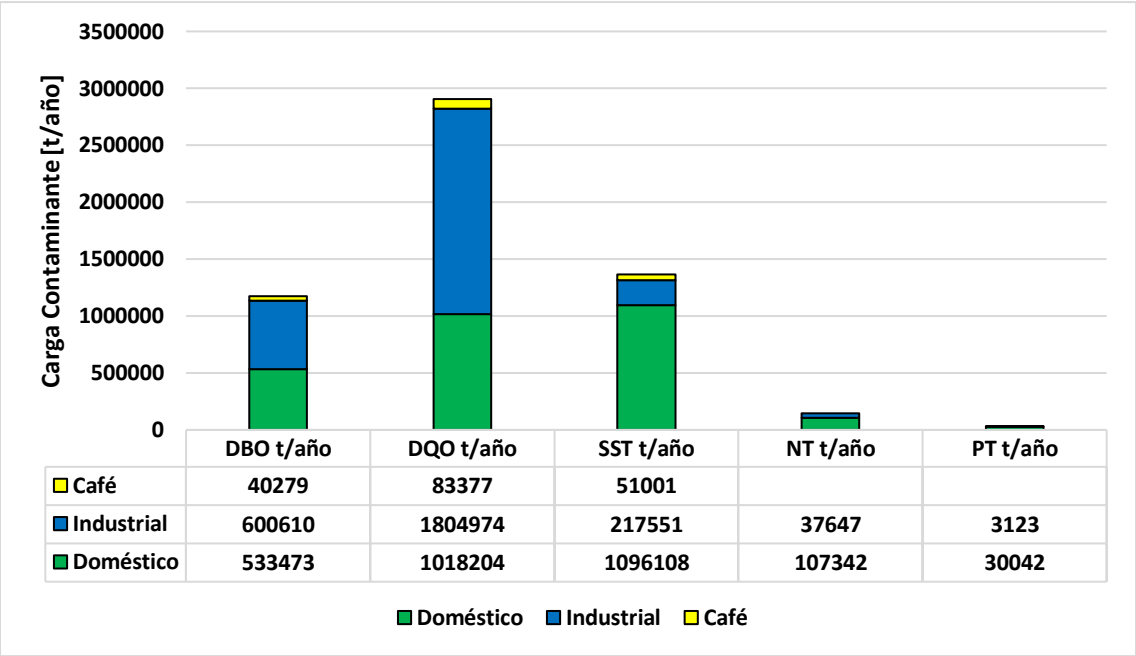
Para la huella hídrica gris inicialmente se tomaron como base los datos de carga contaminante del ENA 2018 (Ver Tabla 56 y Figura 38), para estimar un valor tentativo y como punto de inicio para la estimación gruesa a partir del SIRH (en caso de ver la aplicabilidad posible en esta estimación)

Tabla 56. Carga Contaminante Nacional ENA 2018

Sector\Contaminante	DBO t/año	DQO t/año	SST t/año	NT t/año	PT t/año
Doméstico	533473	1018204	1096108	107342	30042
Industrial	600610	1804974	217551	37647	3123
Café	40279	83377	51001	-	-
TOTAL	**1174362**	**2906555**	**1364660**	**144989**	**33165**

Fuente: ENA 2018

Figura 38. Participación por actividad en la carga contaminante nacional



Fuente: ENA 2018

Tabla 57. Cálculo preliminar de huella hídrica gris nacional a partir del ENA 2018

	DBO t/año	DQO t/año	SST t/año	NT t/año	PT t/año
	[O_2]	**[O_2]**		**[N]**	**[P]**
LMP (mg/L)	70	150	70	30	0,1
LMP (t/Mm^3)	70	150	70	30	0,1
HHG (Mm^3/año)	**16776,6**	**19377,03**	**19495,143**	**4833**	**331650**
HHG café (Mm^3/año)	**575,4**	**555,85**	**728,6**	**0**	**0**
HHG Doméstico (Mm^3/año)	**7621,04**	**6788,03**	**15658,7**	**3578,1**	**300420**
HHG Industrial (Mm^3/año)	**8580,143**	**12033,2**	**3107,9**	**1254,9**	**31230**
HHG Total Colombia	**Mm^3/año**	**19495,143**			

Fuente: Autor/ENA 2018/Res. 0631 de 2015/Bouley A. (Ridoutt, 27 October 2012)

Se toma pues el valor de huella hídrica gris más grande encontrado para los valores de carga contaminante reportada por el ENA 2018, donde se consideran únicamente los contaminantes DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales), NT (Nitrógeno Total) y PT (Fósforo Total), para realizar el cálculo bajo la ecuación final presentada para HHG, se descarta el valor dado para el contaminante PT, esto debido a que es un nutriente y mantiene consideraciones diferentes al momento de realizar su cálculo, además de eso porque el

valor calculado sobrepasa exorbitantemente la demanda hídrica total a nivel nacional reportada en el ENA 2018, dicho valor de huella hídrica con PT es aproximadamente 10 veces más grande que la Demanda del ENA 2018.

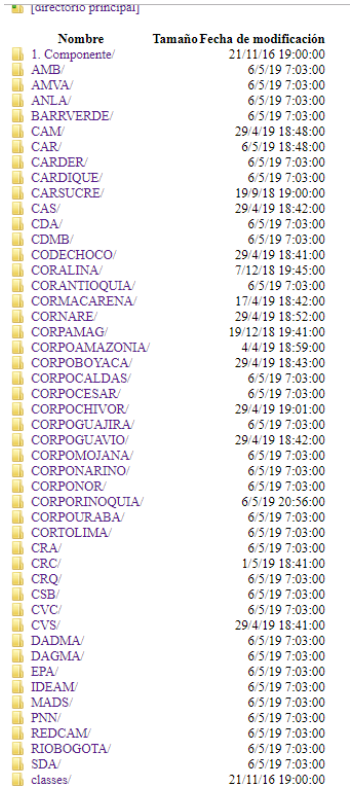
Así pues, se asume que el valor de HHG a nivel nacional sería de 19495.143 Mm^3, siendo el valor total calculado para la carga contaminante total de Colombia de SST, éste valor se asume es capaz de diluir el resto de cargas contaminantes y cabe resaltar que éste es un valor de volumen teórico, es decir es agua virtual, es el agua que sería necesaria para diluir todos los contaminantes vertidos y que la concentración final es justamente el LMP.

3.5. Protocolo de Estimación de HHG a partir del SIRH

3.5.1. Paso 1

Extracción de los datos del SIRH (Sistema de Información del Recurso Hídrico) por corporación.

Figura 39. Interfaz de Exportables SIRH


[directorio principal]

Nombre	Tamaño	Fecha de modificación
1. Componente/		21/11/16 19:00:00
AMB/		6/5/19 7:03:00
AMVA/		6/5/19 7:03:00
ANLA/		6/5/19 7:03:00
BARRVERDE/		6/5/19 7:03:00
CAM/		29/4/19 18:48:00
CAR/		6/5/19 18:48:00
CARDER/		6/5/19 7:03:00
CARDIQUE/		6/5/19 7:03:00
CARSUCRE/		19/9/18 19:00:00
CAS/		29/4/19 18:42:00
CDA/		6/5/19 7:03:00
CDMB/		6/5/19 7:03:00
CODECHOCO/		29/4/19 18:41:00
CORALINA/		7/12/18 19:45:00
CORANTIOQUIA/		6/5/19 7:03:00
CORMACARENA/		17/4/19 18:42:00
CORNARE/		29/4/19 18:52:00
CORPAMAG/		19/12/18 19:41:00
CORPOAMAZONIA/		4/4/19 18:59:00
CORPOBOYACA/		29/4/19 18:43:00
CORPOCALDAS/		6/5/19 7:03:00
CORPOCESAR/		6/5/19 7:03:00
CORPOCHIVOR/		29/4/19 19:01:00
CORPOGUAJIRA/		6/5/19 7:03:00
CORPOGUAVIO/		29/4/19 18:42:00
CORPOMOJANA/		6/5/19 7:03:00
CORPONARINO/		6/5/19 7:03:00
CORPONOR/		6/5/19 7:03:00
CORPORINOQUIA/		6/5/19 20:56:00
CORPOURABA/		6/5/19 7:03:00
CORTOLIMA/		6/5/19 7:03:00
CRA/		6/5/19 7:03:00
CRC/		1/5/19 18:41:00
CRQ/		6/5/19 7:03:00
CSB/		6/5/19 7:03:00
CVC/		6/5/19 7:03:00
CVS/		29/4/19 18:41:00
DADMA/		6/5/19 7:03:00
DAGMA/		6/5/19 7:03:00
EPA/		6/5/19 7:03:00
IDEAM/		6/5/19 7:03:00
MADS/		6/5/19 7:03:00
PNN/		6/5/19 7:03:00
REDCAM/		6/5/19 7:03:00
RIOBOGOTA/		6/5/19 7:03:00
SDA/		6/5/19 7:03:00
classes/		21/11/16 19:00:00

Fuente: SIRH, *tomado el 6 de mayo de 2019.*

3.5.2. Paso 2

Ubicación de los vertimientos sobre tramos o cauces que actuarán como cuerpos de agua receptores, a partir de las coordenadas reportadas para el punto de vertimiento en SIRH. Georreferenciación sobre mapa hidrográfico.

3.5.3. Paso 3

Extraer datos de concentración natural a partir de las muestras de monitoreos registrados sobre tramos en SIRH y georreferenciando dicha concentración natural sobre el nacimiento del cauce. Se tomará un valor constante para tramos iniciales y para tramos que se unan se realizará un balance de masa de concentraciones para determinar una concentración afín a los dos cauces que se unen, para el caso en que un tramo se divida en ramales se mantendrá la misma concentración del tramo original.

3.5.4. Paso 4

Identificar el tipo de vertimiento y estimar la carga contaminante, considerando los datos de caudal vertido, tiempo de descarga y frecuencia mensual de descarga, las ecuaciones a seguir son:

$$\boldsymbol{W = Q\left[\frac{L}{s}\right] * C\left[\frac{mg\ Contaminante}{L}\right] * \left(3600\,\frac{s}{h}\right)}$$

$$\boldsymbol{L\left[\frac{ton}{año}\right] = W\left[\frac{mg}{h}\right] * \left(t_{desc}\,\frac{h}{día}\right) * \left(f_r\,\frac{días}{mes}\right) * \left(12\,\frac{mes}{año}\right) * \left(\frac{1ton}{1x10^9\,mg}\right)}$$

Donde **Q** es el caudal vertido reportado en los permisos de vertimiento, y la concentración **C** será la reportada en la caracterización inicial del vertimiento y se estimará una carga contaminante para cada especie química **W**, y el resultado estará dado en mg/s, de manera que será necesario realizar un transformación de unidades donde se considerará la cantidad de segundos en una hora, la cantidad de horas al día $\mathbf{t_{desc}}$ (esto dependerá del tiempo de descarga reportado en SIRH), seguido del número de días al mes $\mathbf{f_r}$ (será la

frecuencia de días mensuales reportada en SIRH), la cantidad de meses al año en que ocurre la descarga y finalmente cuántos mg hay en una tonelada.

3.5.5. Paso 5

Se debe ajustar el LMP bien sea con normativa nacional por contaminante en caso de que exista el valor o a partir de estándares internacionales, aquellos contaminantes excesivamente raros no serán tomados en cuenta, principalmente se considerarán los contaminantes DQO (Demanda Química de Oxígeno), DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y SST (Sólidos Suspendidos Totales) siendo éstos los que cualitativamente requieren de mayor tratamiento en general para países como Colombia. Éste LMP será extraído para cada sector económico o por tipo de vertimiento, y en caso de que no se encuentre un valor en normativa local, nacional o internacional, ni en estudios o referencias bibliográficas para un tipo de descarga en particular se tomará el LMP de otro sector económico según se halle el más similar.

3.5.6. Paso 6

Para un vertimiento en particular puntual o difuso, calcular la Huella Hídrica Gris con la ecuación para vertimiento puntual o difuso respectivamente, según sea el caso, escoger el mayor valor calculado para todos los contaminantes y,

3.5.7. Paso 7

Finalmente realizar la sumatoria de la HHG para vertimientos particulares con el fin de hallar la Huella Hídrica Gris Total a nivel sector (cuenca, subzona, zona, área hidrográfica, municipio, departamento, fuente o nación).

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Es de apreciar cómo algunos porcentajes de inconsistencias disminuyeron para el mes de marzo, durante el lapso del reporte de enero a marzo hubo cargues de información, por ello los datos totales para fuentes, concesiones, captaciones, usos y vertimientos, así como puntos de vertimiento fueron mayores para éste último, teniendo un pico de errores en el mes de febrero, mes para el cual se adelantó un cargue masivo de información y que conllevó a errores importantes; a pesar del aumento de información, el porcentaje de inconsistencias fue menor para marzo y fue descendiendo en los siguientes meses (abril, mayo y junio), de manera que ese cargue de información se hizo en su mayoría exitosamente y además hubo correcciones frente a las inconsistencias presentadas desde enero y febrero; sin embargo, se siguen presentando altos porcentaje de inconsistencias reflejándose así pues, la necesidad de reportar esto a las autoridades ambientales y una capacitación sobre ese cargue y corrección de datos.

El porcentaje de inconsistencias para fuentes disminuyó de 6.01% a 4.7% pasando por 15.4% en febrero sobre el total de datos reportados para la evolución de enero a marzo, el porcentaje para concesiones se mantuvo en la misma proporción de 10.1% pasando por 23.4% en febrero, de manera similar los datos de captaciones mantuvieron el mismo valor para ambos reportes de 3.6% y de 3.5% para mayo, los permisos de vertimientos disminuyeron su porcentaje de inconsistencias de un 20.6% a un 13% de enero a marzo y finalmente para mayo un % de 12.2%, los puntos de monitoreo disminuyeron este porcentaje de 2.7% a un 2.6% de enero a marzo y de 1.6% para mayo, y finalmente las muestras disminuyeron de enero a marzo también su porcentaje de inconsistencias de 47% a 38.4% y para mayo se registra un valor de 4.74%.

Se evidencia que algunas Autoridades no están al día en el cargue de información en la fecha de extracción de datos, es más, para el mes de enero y marzo hay 5 de estas que mantiene la misma fecha de último cargue; el equipo SIRH ya ha informado y solicitado a estas que se pongan al día.

Para el caso de CAM, se tienen varios inconvenientes debido a que a ellos en el sistema no se les actualiza, sin embargo ellos si han estado subiendo información al día, información que es necesaria consultar desde su usuario del nodo y como se sabe bien, desde el

visualizador de SIRH no es posible realizar una extracción de datos, siendo necesario extraerlos manualmente, de manera que es posible visualizar su información total de fuentes, captaciones, concesiones, usos, permisos de vertimiento y sus puntos de vertimiento, así como las inconsistencias que presenta cada uno, pero no es posible verificar su información detallada, es decir, si se quisiera conocer cuáles son todos sus usuarios y el caudal por usos, separándose la información como los exportables permiten, y en algunos casos es posible tener la información visual pero la extracción manual de datos es tediosa y poco eficiente, de manera que es necesario trabajar con los datos del último cargue para la cuantificación de la demanda.

En la Figura 2 y la Tabla 16 se pueden observar los datos de estimación de demanda realizada mediante la información que reporta SIRH, al cabo del mes de enero y comparada con el valor del ENA 2010, teniendo un valor de 88.40% de similitud, con una diferencia de 11.60%, presentando un valor de 31714.92 Mm^3 (millones de metros cúbicos) y la estimación en el ENA 2010 fue de 35875.9 Mm^3, se evidencia pues que los datos reportados al SIRH por parte de autoridades ambientales permitió realizar una comparación con el valor predicho para el ENA 2010, resaltando aun así que el valor estimado sigue estando muy por debajo de la demanda hídrica reportada para el ENA 2010, siendo que estos valores son estimados para el año 2019.

En la Figura 3 y la Tabla 17 se pueden observar los datos de estimación de demanda estimada mediante la información que reporta SIRH, al cabo del mes de Abril y comparada con el valor del ENA 2010, teniendo un valor de 90.13% de similitud, con una diferencia de 9.87%, presentando un valor de 32336.17 Mm^3 (Millones de metros cúbicos) y la estimación en el ENA 2010 fue de 35875.9 Mm^3, se evidencia pues que los datos reportados al SIRH por parte de autoridades ambientales permitió realizar una comparación satisfactoria con el valor predicho para el ENA 2010, sin embargo, el valor estimado sigue estando ligeramente por debajo de la demanda hídrica reportada para el ENA 2010, siendo que estos valores son estimados para el año 2019, lo cual refuerza la necesidad de insistir a las autoridades para el cargue de la información suficiente en calidad y cantidad.

Como se vio en la Figura 4 y la Tabla 18, la demanda estimada mediante la información que reporta SIRH, al cabo del mes de Enero y comparada con la estimada en el ENA 2014, tiene un 88.13% de similitud, presentando un valor de 31714.92 Mm^3 (Millones de metros cúbicos) y la estimación en el ENA 2014 fue de 35987.1 Mm^3, mostrando que el avance en

cargue de información por parte de las autoridades ambientales permite realizar una comparación, si bien la información no es aún viable para ser la principal en la estimación, si bien podría ser un punto de partida y de comparación en futuros Estudios Nacionales del Agua.

Para el 2014 según el ENA 2018 se tuvo (Ver Figura 5, Figura 6, Tabla 19 y Tabla 20) un valor de Demanda Hídrica Total Nacional de 35582.0 Mm^3, resaltando un porcentaje de similitud de 89.13% entre la estimación de demanda del SIRH y este último, con una diferencia de 10.87% para el mes de Enero; para el mes de Abril se tuvo pues un porcentaje de similitud de 90.88% y con una diferencia de 9.12%. Las nuevas metodologías usadas en el ENA 2018, para volver a estimar el valor en el ENA 2014 muestran un valor más bajo de éste, de manera que puede suponerse que para el ENA 2014 se incurrió en una sobreestimación que fue corregida con las metodologías usadas para el ENA 2018.

El valor de Demanda hídrica para el ENA 2018 es de 37308.3 Mm^3, de manera que el valor estimado con la información reportada en SIRH sigue manteniendo un valor muy subestimado tanto para enero como para abril de 2019. El porcentaje de similitud de la demanda hídrica nacional estimada con SIRH para enero frente al valor estimado para el ENA 2018 es de 85%, teniendo una diferencia del 15%; para abril el valor estimado con SIRH frente al del ENA 2018 presenta una similitud de 86.67% y una diferencia del 13.33%. (Ver Figura 7,Figura 8, Tabla 21 y Tabla 22).

Los valores presentados (Ver Figura 9 y Figura 10) evidencian resultados prometedores del Sistema SIRH frente a la estimación de demanda hídrica nacional, ya que, aunque su valor se mantiene por debajo de los valores estimados para los Estudios Nacionales del Agua del 2010, 2014 y 2018, sí que su similitud se mantiene en un rango del 85% - 90% para el cálculo con datos reportados en el mes de Enero de 2019 y en un rango del 87% - 91% para Abril de 2019, vislumbrando la posibilidad, después de una evaluación rigurosa, de realizar una estimación de demanda usando el SIRH para futuros Estudios Nacionales del Agua, que si bien no se constituirá como el valor definitivo sí que servirá como valor comparativo y punto de partida a la hora de realizar la estimación con las metodologías usualmente adoptadas en la realización de los Estudios.

Como pudo observarse en la Tabla 23, Tabla 24, Figura 11 y la Figura 12, la mayoría de la demanda se encuentra ubicada en la autoridad ambiental CAM (Corporación Autónoma

Regional del Alto Magdalena) con 4575.34 Mm^3 anuales como demanda para Enero y Abril, dicho valor corresponde a la suma de caudales concesionados dentro de la jurisdicción de CAM, al igual que el resto de valores para las corporaciones o autoridades ambientales detalladas anteriormente; la suma de la demanda hídrica total por autoridad ambiental nos retorna el valor de 31714.92 Mm^3 para Enero y el de 32336.17 Mm^3 para Abril como demanda hídrica total nacional reportada en SIRH.

La corporación con mayor demanda estimada concuerda con el análisis presentado por Juan Pablo Rodríguez Acosta en Enero del 2018 en su informe final de pasantía en la subdirección de Hidrología, teniendo a CAM como la corporación o autoridad ambiental de mayor demanda con un valor para entonces de 2849.90 Mm3, éste valor es menor al estimado para Enero y Abril de 2019, es evidente que al pasar el tiempo la demanda hídrica será superior, en particular para CAM dicha demanda aumentó de 2018 a 2019, y se quedó en el mismo valor de enero a Abril; para otras corporaciones o no se reportó el valor para 2019 o simplemente hay algunas concesiones que ya no están vigentes, captaciones o usos que ya no se encuentran en estado útil de manera que la proporción se mantiene; cabe resaltar que para CAM el valor de caudal en litros por segundo para Enero de 2018 fue de 90369.81 L/s y para Enero y Abril de 2019 el valor que se tiene es de 145082.97 L/s, registrando así un aumento de 54713.16 L/s, en un lapso de 1 año.

De lo anterior podría argumentarse que la demanda estimada para enero de 2018, mantenía valores incompletos o información incompleta por parte de la corporación que no se mantenía al día en la información de caudal concesionado y por ende de demanda hídrica.

El Área Hidrográfica de mayor demanda es el Magdalena Cauca como puede apreciarse en la Figura 18, Figura 19, Tabla 30 y en la Tabla 31 con un porcentaje mayoritario de participación de 71% con un valor de 22516.04 Mm^3 anuales para Enero y un porcentaje de 71.51% con un valor de 23122.45 Mm^3 anuales para Abril, seguido por el área hidrográfica del Orinoco con un porcentaje de participación sobre la demanda hídrica nacional de 24.13% con un valor de 7652.76 Mm^3 anuales para Enero y un porcentaje de 23.71% con un valor de 7666.39 Mm^3 anuales para Abril, entre estas dos área se constituye un 95% aproximadamente de toda la demanda hídrica nacional. Se evidencia un crecimiento en cantidad para éstas dos de enero a abril, pero hubo una disminución en la proporción para Orinoco que redujo su porcentaje de participación, pero aumentó su valor.

Se evidencia pues que (Ver Figura 17 y Tabla 29), el tipo de Fuente de mayor demanda a nivel nacional, es decir aquel tipo de fuente al que más se acude para el suministro serían los Ríos con una demanda anual de 21221.96 Mm^3 (65.63% de la demanda nacional), seguidos de aguas subterráneas con una demanda total de 4478 Mm^3 (13.85% de la demanda nacional) (se suman las categorías de aguas subterráneas con y sin tilde), seguido además de las Quebradas como tercera fuente de mayor demanda en el país con un valor de 4104.4 Mm^3 (12.7% de la demanda nacional), en conjunto éstos tres tipos de fuentes abarcan poco más del 92% de la demanda hídrica total nacional.

Se puede observar en la Tabla 34, la Tabla 32 y la Figura 20 que, la zona hidrográfica de mayor demanda según los datos reportados al SIRH en Enero es el META con un valor de 7238.064 Mm^3 anuales, le sigue la zona hidrográfica del Alto Magdalena con 4944.276 Mm^3, se resalta el valor mínimo que corresponde a la zona hidrográfica del Putumayo con 0.003 Mm^3 anuales como demanda hídrica. Adicional a esto para la información consolidada hasta Abril se aprecia en la Tabla 33 y en la Tabla 35 que, la zona hidrográfica de mayor demanda es el META con un valor de 7251.301 Mm^3 anuales, le sigue la zona hidrográfica del Alto Magdalena con 5489.92 Mm^3, se resalta nuevamente el valor mínimo de demanda la zona hidrográfica del Putumayo con 0.003 Mm^3 anuales.

Como se pudo observar en la Tabla 38 y la Tabla 40, se tiene una demanda de cuerpos lénticos total anual de 337.97 Mm^3 y dicho valor representa un 1.1% del valor de demanda hídrica total estimado a partir de SIRH, además, representa un 0.94% de la demanda hídrica total del ENA 2010, un 0.95% del ENA 2014 y un 0.91% del ENA 2018.

Se puede pues, concluir que la demanda de cuerpos lénticos en Colombia anualmente representa un 1% aproximadamente del total de la demanda hídrica que sostiene el país.

Puede observarse que el tipo de fuente de mayor demanda son los Embalses, teniendo un porcentaje de aporte mayoritario del 67.23% sobre el total de la demanda hídrica de cuerpos lénticos a nivel nacional, el valor de demanda para Embalses es de 227.21 Mm^3 al año, seguido del tipo Ciénaga con un valor de 74.904 Mm^3 y un porcentaje de aporte de 22.16%, ésta valor es debido a su gran extensión en área (ENA 2014). (Ver Tabla 46 y Figura 26)

La zona Hidrográfica de mayor demanda es la del Bajo Magdalena con una demanda de 178.14 Mm^3 al año tanto para enero como para abril, ésta zona abarca el departamento del Atlántico que, como ya se vio, tiene la mayor demanda en una clasificación departamental;

ésta está seguida del Alto Magdalena con una demanda de 51.39 Mm^3 al año. (Ver Figura 32, Figura 33, Tabla 52 y Tabla 53)

5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

El cálculo de la demanda hídrica nacional se hizo con base en las concesiones reportadas en SIRH, sin embargo, hay que mencionar que como bien se evidencio no todas las autoridades reportan la información. Al comparar la demanda hídrica nacional estimada en el ENA 2010 y la estimada por el autor con datos reportados por las corporaciones en SIRH, se encontró una diferencia entre ambos estimativos cercana a l 12% para el mes de enero; no obstante, este valor tendió a la baja con la estimación realizada con datos reportados al mes de abril en que la diferencia únicamente fue de 9,87%. De igual manera, al comparar la demanda hídrica obtenida nacional a partir de datos SIRH y ENA 2014 se refleja una similitud cercana al 88%; no obstante, tal demanda se encuentra por debajo de la reportada en el ENA 2014. Lo anterior indica la importancia de que las autoridades ambientales realicen un cargue óptimo de la información al sistema en cantidad y calidad, con mirar a que tales datos puedan servir de insumo para futuros Estudios Nacionales de Agua.

Los datos reportados por las diversas corporaciones a SIRH reflejan resultados prometedores frente a la posibilidad de servir de insumo para la estimación de la demanda hídrica nacional de Estudios Nacionales de Agua, ya que aunque los cálculos realizados por el autor se encuentran por debajo del valor de demanda hídrica reportados en los diversos Estudios Nacionales de Agua (2010,2014 y 2018), si deja entrever una similitud que se mantiene en un rango del 85% - 90% para el cálculo con datos reportados en el mes de Enero de 2019 y en un rango del 87% - 91% para Abril de 2019, vislumbrando la posibilidad, después de una evaluación rigurosa, de realizar una estimación de demanda usando el SIRH para futuros Estudios Nacionales del Agua, que si bien no se constituirá como el valor definitivo sí que servirá como valor comparativo y punto de partida a la hora de realizar la estimación con las metodologías usualmente adoptadas en la realización de los Estudios.

Adicional a esto, el porcentaje de inconsistencias frente a la información reportada por las autoridades ambientales fue descendiendo, esto gracias a los reportes y a los avisos generados a éstas por parte del equipo SIRH que cobijaba al pasante para la corrección y el cargue coherente de la información, desembocando en la veracidad de la información y verificando que aquella que se encuentra consolidada hasta este punto es de calidad y que sirve como insumo para diversos estudios concernientes al recurso hídrico.

El abordaje de Huella Hídrica Gris en Colombia constituye un esfuerzo en el que se deben aunar conocimientos y experiencias de diferentes entidades nacionales; a partir de SIRH en su estado actual no es posible obtener suficiente información cuantitativa que permita un cálculo de este indicador, especialmente por la ausencia de cargas contaminantes que se vierten a los ríos y diversos cuerpos de agua. Adicionalmente, implica conocer con exactitud las dinámicas de entradas y salidas de cargas contaminantes de los cuerpos hídricos en aras de obtener un balance de masas de los mimos. De igual modo, el país carece de estaciones de monitoreo de parámetros de calidad del agua en los nacimientos de los diferentes cuerpos de agua, que generalmente son en zonas de alta montaña; por ello, y en vista de la falta de esta información se opta por asumir que la concentración natural es nula.

La estimación a nivel local o para niveles inferiores al nacional, fue estudiada y no se logró recolectar todos los insumos suficientes, las variables que el SIRH mantiene son potencialmente aplicables, pero debido a que las corporaciones no reportan toda la información que solicitan, la aplicabilidad a nivel departamento, municipio, área, zona y subzona hidrográfica se queda corta, si bien es posible realizar algunos cálculos correspondientes a algunos vertimientos, no es posible estimar un valor completo para éstos niveles, y el valor calculado sería parcial para éstos.

6. CONCLUSIONES

La información consignada en el SIRH mantiene un nivel de confiabilidad moderado, teniendo aún muchas inconsistencias en la información reportada, que le agrega un valor de desconfianza pequeño a los datos tratados para realizar el cálculo de la demanda total, si bien algunos porcentajes de inconsistencia para algunos datos es alarmante aún, los valores confiables permiten realizar las estimaciones y con resultados sobresalientes.

En primera instancia, se tiene que la información reportada en SIRH para Enero del 2019 es un buen punto de partida para estimar la demanda en futuros Estudios Nacionales del Agua (ENA's), teniendo un valor que ronda del 85% al 90% de similitud con los valores estimados en los ENA 2010, ENA 2014 y ENA 2018, además el continuo reporte a las autoridades ambientales permite mantener valores actualizados de caudal demandado y caudal vertido, así como diversas etiquetas que permiten filtrar la información de manera correcta para suplir las necesidades de información por divisiones políticas, áreas, zonas y sub-zonas hidrográficas. La información reportada en SIRH para Abril del 2019 es un buen punto de partida para estimar la demanda en futuros Estudios Nacionales del Agua (ENA's), teniendo un valor que ronda del 85% al 91% de similitud con los valores estimados en los ENA 2010, ENA 2014 y ENA 2018, además el continuo reporte a las autoridades ambientales permite mantener valores actualizados de caudal demandado y caudal vertido, así como diversas etiquetas que permiten filtrar la información de manera correcta para suplir las necesidades de información por divisiones políticas, áreas, zonas y subzonas hidrográficas.

Dentro de la demanda hídrica total a nivel nacional se tiene que, el mayor uso que se le da al recurso hídrico es el agrícola con un 34% con respecto a los demás usos, la autoridad ambiental y el departamento de mayor demanda hídrica a nivel nacional fueron CAM y Antioquia respectivamente. Además, el área, zona y subzona de mayor porcentaje de participación en la demanda hídrica total fueron respectivamente Magdalena – Cauca, Meta y Río Porce.

La demanda total de cuerpos lénticos corresponde al 1% aproximadamente de la demanda hídrica total a nivel nacional, estimada con SIRH y los valores consignados en los ENA. El mayor uso que se le da al recurso en este tipo de cuerpos es al agrícola, manteniendo una similitud a nivel nacional; además de esto, se tiene que la mayor demanda por tipo de fuente

fue para el embalse, siendo que éste cuerpo léntico de origen artificial fue diseñado para tal fin. La mayor demanda por autoridad ambiental le corresponde a la CRA y el departamento de mayor demanda hídrica de estos cuerpos lénticos fue el Atlántico. El área y zona hidrográfica de mayor demanda fueron Magdalena-Cauda y el Bajo Magdalena respectivamente, así como la subzona hidrográfica Canal del Dique margen derecho fue la que mayor porcentaje de participación mantuvo.

La estimación inicial fue un buen valor de partida para la estimación de la Huella Hídrica Gris a nivel nacional, sin embargo, no fue posible establecer una comparación debido a la falta de información reportada en SIRH que permitiera realizar una estimación gruesa de HHG en Colombia, el valor de todas maneras, sirve como un punto de comparación para el momento en que la información sea suficiente y e pueda realizar el cálculo nacional.

El SIRH mantiene una variedad significativa de información y de variables que pueden usarse en la estimación o abordaje del concepto de Huella Hídrica Gris, sin embargo la dificultad más grande a batir es el de la falta de información en el sentido de que, cada Autoridad reporta información a su ritmo y a su criterio, y es posible que haya información que no recolectan o dejan de subir al sistema de manera que aunque el SIRH ofrece la posibilidad en el ingreso de múltiples variables, si las autoridades no reportan la información completa es imposible realizar una estimación satisfactoria y los productos quedarán a sin terminar mostrando sólo resultados parciales o locales en el mejor de los casos.

De manera que, se recomienda, dado el estado actual de la información reportada en SIRH, optar por el uso o integración de otras fuentes de información que permitan triangular o complementar información base para la estimación de la Huella Hídrica Gris a nivel nacional, justificado en el alto potencial de aplicabilidad de la información de SIRH para este concepto.

La concentración natural sigue siendo un concepto y un valor o atributo a fuentes o cauces superficiales que mantiene un grado de complejidad inmanejable para los analistas del concepto de huella hídrica incluyendo al autor, sin embargo la propuesta realizada en el presente trabajo si bien encuentra problemas a la hora de la representabilidad de la variable real dado que necesita asumir un valor constante siendo éste el reportado en el monitoreo del nacimiento del cuerpo de agua, sí que permite realizar un cálculo de huella hídrica que si representa un indicador real de contaminación hídrica.

El mapa de concentraciones naturales, compilando geográficamente los puntos con atributos como lo son los parámetros medidos, representa una herramienta que debe ser ampliada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM con el fin de tener a la mano y corregir información de éste parámetro de compleja determinación conforme se actualicen y verifiquen dichos valores o atributos con el paso del tiempo, y que, sirva de fuente de información para futuros Estudios Nacionales del Agua (ENA).

El SIRH mantiene una alta aplicabilidad en cuanto a determinación de Huella Hídrica Gris para fuentes puntuales de contaminación hídrica; sin embargo, dada la necesidad de información necesaria como datos de aplicación de nutrientes sobre terreno, para sectores agrícolas o fuentes difusas que éste Sistema no registra dado que su alcance no mantiene ese objetivo, las fuentes difusas fueron descartadas de la estimación en el ejercicio aplicativo y se recomienda abordar éstas fuentes mediante otras metodologías o con información complementaria a la reportada en SIRH y bajo las recomendaciones estipuladas por Hoesktra en (N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra, Diciembre 2013).

El concepto de huella hídrica gris mantiene una complejidad que sobrepasa los recursos de información y tecnología destinada a su estimación, sin embargo es posible mediante la integralidad de SIRH y otras fuentes de información realizar un cálculo a nivel nacional de esta en un nivel 1 de acuerdo a las metodologías planteadas por la WFN y que será un valor representativo para otorgar un indicador que permita evaluar la contaminación hídrica y tomar medidas al respecto, apoyando la gestión del recurso hídrico en Colombia.

7. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentará un listado de recomendaciones y propuestas de mejora al Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH, de manera que, éstas propuestas se conviertan en un punto de partida para evaluar la posibilidad de mejora del sistema y que, en un lapso de corto a mediano plazo SIRH se convierta en una herramienta de información que sirva de soporte para varios proyecto o estudios.

- Actualizar el sistema implementando un software base o plataforma de mejor calidad y que permita la mejora continua, de manera que el Sistema esté a la vanguardia de las tecnologías de la información y presentación de ésta.

- La vinculación entre variables, el Sistema actualmente cuenta con unos ID para algunas variables, y que relacionan entre sí a otras variables, sin embargo, no permite visualizar bien dado que si uno quisiera ir hacia la muestra en la cual se reporta la medición es necesario tener presente todo el ID para ver la muestra y ésta a su vez asociada a un punto de monitoreo, es necesario crear hipervínculos que permitan la visualización de mejor manera a la hora de la consulta de la información.

- Generar la posibilidad de exportar información del Sistema para todo el público, ya que, actualmente es necesario entrar con el usuario administrativo para poder extraer dichos datos, ya que la información sólo se muestra, pero no se puede manejar siendo un usuario o persona del común interesado en manejar los datos.

- Mantener diversos formatos de exportación de información dado que el manejo en Excel no permite el construir formas de presentación óptimas y en cambio, se evidencian visualizaciones saturadas de información de poca importancia en algunos casos, que no van más allá de cumplir una función de registro.

- Diversificar las opciones de cargue de información dado que actualmente el Sistema presenta errores con los dos modelos de cargue de información, generando retrasos y problemas que es necesario llevar hasta mantenimiento para solucionar.

- Generar bases de datos geográficos automáticamente una vez se ha realizado el cargue de información, donde toda la información subida sea georreferenciada de inmediato y permita la visualización respectiva.

- Creación de un sistema de validación de múltiples etapas para asegurar la confiabilidad de los datos reportados, ya sean del recurso hídrico propiamente o datos geográficos en caso de implementar la herramienta geográfica.

- Implementar la integración del Sistema con otros sistemas de información de autoridades ambientales, entidades públicas o privadas para consolidar una herramienta de información más robusta y que facilite la validación y el apoyo en la gestión no sólo del recurso hídrico sino de todos aquellos recursos de los que se encargan la administración nacional.

8. BIBLIOGRAFÍA

Anne-Marie Boulay, C. B.-B. (September 2011). *Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health.* Montréal & París: American Chemical Society Publications.

Arjen Hoekstra, P. H. (2002). *Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.* Netherlands: Value of Water Research Report Series No. 11. UNESCO-IHE.

Arjen Y. Hoekstra, A. K. (2008). *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources.* UK: Wiley-Blackwell.

Arjen Y. Hoekstra, A. K. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual.* London & Washintong, DC: Water Footprint Network.

IDEAM. (2014). *Implementación del Sistema de Información de Recurso Hídrico SIRH en Colombia.* Bogotá, Colombia: Ideam: 82 págs.

IDEAM. (2016). *Observatorio del Agua y Registro de Usuarios del Recurso Hídrico: Manual de Usuario.* Bogotá, Colombia: Ideam.

IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018.* Bogotá, Colombia: Ideam: 452 pp.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (7 de Marzo de 2015). *Resolución 0631.* Colombia.

N.A. Franke, H. Boyacioglu, A.Y. Hoekstra. (Diciembre 2013). *GREY WATER FOOTPRINT ACCOUNTING - TIER 1 SUPPORTING GUIDELINES.* UNESCO-IHE Institute for Water Education .

Ridoutt, A. K.-B.-M. (27 October 2012). *Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment.* Springerlink.com.

Uribe, D. A. (2012). *Una mirada a la Agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica.* Colombia: WWF Colombia.

WFN, W. F. (s.f.). *Manual para la Evaluación de la Huella Hídrica - Huella de Ciudades.* Obtenido de https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf