

Apéndice A. Estudio Hidrológico Preliminar de Viabilidad para Abastecimiento – Cuenca del Alto Lebrija

Introducción

Este anexo conforma un análisis hidrológico preliminar con el fin de evaluar la viabilidad de la cuenca del río Alto Lebrija como fuente de abastecimiento para la construcción de un nuevo acueducto. Este estudio se basa en la consolidación y análisis de información recolectada en los documentos técnicos existentes para dicha cuenca, sin ejecutar nuevas mediciones de campo.

Entre los objetivos de este estudio están:

- Determinar la oferta hídrica disponible en la cuenca.
- Evaluar la demanda hídrica actual y posibles conflictos por el uso del agua.
- Analizar la calidad del agua y posibles riesgos de contaminación.
- Emitir una conclusión de viabilidad preliminar para el proyecto.

Caracterización General de la Cuenca

La cuenca del río Alto Lebrija, ubicada principalmente en el departamento de Santander, es de gran importancia para el desarrollo socioeconómico de la región, ya que esta abastece a municipios como Bucaramanga y su área metropolitana. La cuenca en cuestión se encuentra regulada por la CDMB y cuenta con un POMCA que sirve como principal instrumento de planificación.

Análisis de la Oferta Hídrica

Con base en este análisis, es que se determinará si se cuenta con suficiente agua para la construcción de un nuevo acueducto.

Oferta Hídrica Total

De acuerdo con la Evaluación Regional del Agua, la cuenca del Alto Lebrija tiene la siguiente oferta hídrica en un año:

Tabla 1. Oferta hídrica total m³/s (Año normal).

Datos Generales Microcuenca			Oferta Hídrica Total m3/s (Año Normal)												
Microcuenca	Código Microcuenca	Área (Km2)	Q ener	Q feb	Q mar	Q abr	Q may	Q jun	Q jul	Q ago	Q sep	Q oct	Q nov	Q dic	Total
Lebrija Alto Directos	2319-01-01-01	123,90	0,815	2,657	4,142	6,181	5,963	3,003	1,539	3,215	5,140	9,255	6,053	1,424	49,388
Quebrada La Angula	2319-01-01-02	187,52	0,141	0,431	0,447	0,416	0,502	0,297	0,188	0,289	0,307	0,884	0,593	0,231	4,726
Quebrada Lajas	2319-01-01-03	44,52	0,507	1,771	2,941	4,513	4,254	2,194	1,075	2,293	3,818	6,465	4,187	0,851	34,868
Quebrada aburrida	2319-01-01-04	32,09	0,024	0,074	0,077	0,071	0,086	0,051	0,032	0,049	0,052	0,151	0,101	0,039	0,809
Quebrada La Honda	2319-01-01-05	50,45	0,038	0,116	0,120	0,112	0,135	0,080	0,051	0,078	0,082	0,238	0,160	0,062	1,271
Río de Oro Bajo	2319-01-02-01	91,73	0,224	1,134	1,191	0,893	1,347	1,004	0,434	0,824	1,037	1,945	1,194	0,200	11,426
Río de Oro Medio	2319-01-02-02	166,38	0,122	0,702	0,738	0,531	0,836	0,644	0,262	0,516	0,666	1,162	0,699	0,080	6,958
Río de Oro Alto	2319-01-02-03	145,44	0,039	0,273	0,288	0,195	0,326	0,263	0,098	0,204	0,272	0,430	0,251	0,008	2,648
Rio Hato	2319-01-02-04	50,81	0,038	0,117	0,121	0,113	0,136	0,080	0,051	0,078	0,083	0,240	0,161	0,062	1,280
Rio Frio	2319-01-02-05	118,38	0,032	0,222	0,234	0,159	0,266	0,214	0,080	0,166	0,221	0,350	0,204	0,007	2,155
Rio Tona	2319-01-03-01	194,79	0,006	0,032	0,103	0,388	0,406	0,296	0,234	0,295	0,388	0,479	0,227	0,010	2,865
Rio Charta	2319-01-03-02	76,60	0,018	0,028	0,146	0,331	0,239	0,074	0,029	0,107	0,245	0,379	0,260	0,051	1,906
Rio Vetas	2319-01-03-03	157,04	0,037	0,057	0,299	0,678	0,489	0,152	0,059	0,219	0,502	0,776	0,534	0,105	3,908
Río Suratá Alto	2319-01-03-04	137,50	0,070	0,107	0,561	1,272	0,917	0,285	0,110	0,411	0,942	1,456	1,001	0,197	7,330
Río Suratá Bajo	2319-01-03-05	125,34	0,189	0,455	1,109	2,269	1,898	0,853	0,499	1,006	1,780	2,905	1,885	0,413	15,260
Río Negro Bajo	2319-01-04-01	47,989	0,060	0,091	0,480	1,087	0,784	0,243	0,094	0,351	0,806	1,244	0,856	0,169	6,266
Quebrada Santacruz	2319-01-04-02	171,09	0,041	0,062	0,326	0,739	0,533	0,165	0,064	0,239	0,547	0,846	0,582	0,115	4,258
Quebrada Samaca	2319-01-04-03	32,69	0,008	0,012	0,062	0,141	0,102	0,032	0,012	0,046	0,105	0,162	0,111	0,022	0,814
Río Salamaga	2319-01-05-01	136,51	0,035	0,055	0,338	0,867	0,740	0,237	0,100	0,365	0,731	1,083	0,721	0,129	5,400
Quebrada Silgara	2319-01-05-02	81,53	0,003	0,005	0,078	0,277	0,315	0,105	0,049	0,174	0,294	0,408	0,257	0,037	2,003

Teniendo en cuenta la información anterior, al totalizar la oferta hídrica anual total de las microcuencas, obtenemos que la Cuenca Alto Lebrija tiene una oferta hídrica anual de 165.539 m³/s, al dividirlo en 12 meses, obtenemos una Oferta Hídrica Total (mensual promedio) de 13.79 m³/s.

Caudal Ecológico

En aras de mantener la salud de los ecosistemas fluviales, obligatorio por ley establecido en el Decreto 3930 del 2010, es obligatorio dejar un caudal mínimo en el río, utilizando el método del 25% de la oferta hídrica, siendo así:

$$Q_e = 0.25 * OHT = 13.79 * 0.25 = 3.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Oferta Hídrica Disponible

Esta oferta es la capacidad disponible que tendrá la cuenca para su uso, que se calcula restando el caudal ecológico de la oferta total, por lo que:

$$OHD = OHT - Q_e = 13.79 \text{ m}^3/\text{s} - 3.45 \text{ m}^3/\text{s} = 10.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

Análisis de la Demanda Hídrica Actual

Se requiere tener conocimiento de la cantidad de agua que ya está siendo usada por la cuenca, siendo así:

Demanda Hídrica Total: La ERA indica que la demanda hídrica anual distribuida por microcuencas se encuentra consignada en la tabla 2.

El total del estudio arroja 270.707.673,69 m³/año. Para poder comparar este valor con la oferta (en m³/s), se convierte, arrojando:

$$Demanda \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = 270.707.673,69 \text{ m}^3 / (365 \text{ d} * 24 \text{ h} * 3600 \text{ s}) = 8.58 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 2. Demanda Cuenca Alto Lebrija

Microcuenca Nivel III	Código Microcuenca Nivel III	Área (Km2)	Consumo humano / doméstico	Otros Usos	Demanda Hídrica Total (m ³ /año)
Lebrija Alto Directos	2319-01-01-01	123,90	188.110,98	2.079.370,31	2.267.481,29
Quebrada La Angula	2319-01-01-02	187,52	1.592.284,18	4.907.268,24	6.499.552,41
Quebrada Lajas	2319-01-01-03	44,52	104.398,79	185.704,15	290.102,94
Quebrada aburrido	2319-01-01-04	32,09	205.387,35	2.906.636,85	3.112.024,20
Quebrada La Honda	2319-01-01-05	50,45	134.080,98	1.071.435,60	1.205.516,58
Río de Oro Bajo	2319-01-02-01	91,73	196.534,87	449.598,03	646.132,90
Río de Oro Medio	2319-01-02-02	166,38	1.503.964,45	4.710.598,55	6.214.563,00
Río de Oro Alto	2319-01-02-03	145,44	20.560.372,02	9.224.287,57	29.784.659,59
Rio Hato	2319-01-02-04	50,81	9.798.719,59	5.441.587,26	15.240.306,85
Rio Frio	2319-01-02-05	118,38	20.925.698,92	4.268.320,81	25.194.019,73
Rio Tona	2319-01-03-01	194,79	37.855.697,34	2.020.944,19	39.876.641,53
Rio Charta	2319-01-03-02	76,60	219.079,84	2.906.636,85	3.125.716,69
Rio Vetas	2319-01-03-03	157,04	397.247,64	8.008.515,17	8.405.762,80
Río Surata Alto	2319-01-03-04	137,50	356.403,73	1.175.958,52	1.532.362,24
Río Surata Bajo	2319-01-03-05	125,34	38.038.518,22	86.067.450,28	124.105.968,50
Río Negro Bajo	2319-01-04-01	47,99	1.276.269,49	82.275,85	1.358.545,34
Quebrada Santacruz	2319-01-04-02	171,09	56.684,07	271.498,47	328.182,54
Quebrada Samaca	2319-01-04-03	32,69	93.381,88	339.888,70	433.270,58
Río Salamaga	2319-01-05-01	136,51	81.827,09	830.294,00	912.121,09
Quebrada Silgara	2319-01-05-02	81,53	4.066,88	170.675,99	174.742,87
Total		2.172,30	133.588.728,31	137.118.945,39	270.707.673,67

Balance Hídrico General

Con los datos obtenidos, procedemos a realizar el siguiente balance:

Tabla 3. *Balance Hídrico General*

Componente	Valor (m ³ /s)	Fuente / Cálculo
Oferta Hídrica Total (OHT)	13,79	Obtenido de tabla de caudales mensuales
Caudal Ecológico (25% Oferta, Qe)	3,45	13,79*0,25
Oferta Hídrica Disponible (OHD)	10,34	OHT-Qe
Demanda Hídrica Actual (DHA)	8,58	Obtenido de tabla de demanda anual convertida a m ³ /s
Balance Hídrico	1,76	OHD - DHA

Una vez satisfecha la demanda de todos los usuarios actuales y reservar el agua necesaria para los ecosistemas, se obtiene un sobrante teórico de 1.76 m³/s. Aunque este balance es positivo, el margen es muy reducido.

Análisis de Estrés Hídrico (Índice de Uso de Agua – IUA)

Este indicador ofrece una perspectiva importante sobre la salud de la cuenca.

$$IUA (\%) = \frac{DHA}{DHT} * 100 = \left(\frac{8.58m^3/s}{13.79m^3/s} \right) * 100 = 62.2\%$$

Obteniendo un Índice del Uso de Agua de 62,2%, lo cual es extremadamente alto, y se llega a clasificar como crítico, significando que más del 60% del agua producida por la cuenca ya se encuentra comprometida para uso humano, generando poca resiliencia ante eventos como sequías o un posible aumento de la demanda.

Por lo anterior, como estrategia para viabilizar la construcción de este acueducto, se procede a identificar una microcuenca que, demuestre tener un estrés hídrico bajo, por lo que se procede a hacer el anterior análisis con la microcuenca Quebrada Lajas, que es geográficamente viable por la cercanía a la zona objetivo.

Realizando los ejercicios anteriores de la Cuenca Alto Lebríja, aplicada a la microcuenca Quebrada Lajas, obtenemos el siguiente balance hídrico general:

Componente	Valor (m3/s)	Fuente / Cálculo
Oferta Hídrica Total (OHT)	2,91	Obtenido de tabla de caudales mensuales (34.868m3/s*año / 12)
Caudal Ecológico (25% Oferta, Qe)	0,73	2,91*0,25
Oferta Hídrica Disponible (OHD)	2,18	OHT-Qe
Demanda Hídrica Actual (DHA)	0,01	Obtenido de tabla de demanda anual convertida a m3/s (290,102.94 m³ / (365 días * 24 horas * 3600 segundos))
Balance Hídrico	2.17	OHD - DHA

Este balance hídrico, nos arroja un sobrante teórico de $2.17m^3/s$, por lo que se procede a calcular el Índice de Uso de Agua (IUA)

$$IUA (\%) = \frac{DHA}{DHT} * 100 = \left(\frac{0.0092m^3/s}{2.17m^3/s} \right) * 100 = 0.32\%$$

Este nuevo resultado es extremadamente favorable, teniendo en cuenta que la demanda actual de esta microcuenca representa menos del 1% de la oferta total del agua, indicando que la microcuenca Quebrada Lajas no presenta ningún tipo de estrés hídrico y es viable para la selección de fuente de abastecimiento para un nuevo acueducto.

Análisis de la Calidad del Agua y Posibles Riesgos

A su vez, es requerido analizar la calidad del agua cruda de esta microcuenca, por lo que, según el POMCA y el reporte de alertas de la ANLA, se obtiene la siguiente información:

Fuentes de Contaminación: Se identifican las siguientes presiones significativas sobre la calidad del agua, así:

Vertimientos de aguas residuales

Actividades agropecuarias

Actividades mineras y de hidrocarburos

Erosión y sedimentos

Teniendo en cuenta lo anterior, se requerirá un sistema de tratamiento de agua potable, dado que una desinfección no será suficiente.

Conclusiones y Determinación de Viabilidad Preliminar

Con base en el análisis anterior realizado con base en la documentación existente, es preciso concluir lo siguiente:

La microcuenca seleccionada no presenta un estrés hídrico de ningún tipo, por lo que es viable su uso como fuente de abastecimiento para un nuevo acueducto, que, con el

caudal disponible, es posible abastecer la población objetivo, que en este caso es de 1500 habitantes aproximadamente.

La calidad del agua cruda se ve comprometida por las múltiples fuentes de contaminación establecidas, por lo que, para que la calidad del agua sea óptima y esté de acuerdo con los parámetros legales para su consumo, se deberá realizar importantes inversiones en una planta de tratamiento de agua potable, en aras de cumplir con la Resolución 2115 del 22 de junio de 2007.