Imprimir

El gobierno Petro, emitió el CONPES 4159 de 29 de septiembre de 2025, de “Declaración de importancia estratégica del proyecto de estudios, diseños y construcción de 2 plantas desalinizadoras para la ciudad de Santa Marta, que hace parte del proyecto de inversión incremento del acceso al agua y del saneamiento básico para la sostenibilidad y la equidad territorial a nivel nacional”, en el cual se decidió la adquisición e instalación de dos plantas desalinizadoras para solucionar la crisis existente de abastecimiento. No cabe duda que esa decisión es una demostración de profundo compromiso de solución, que merece una reflexión constructiva, siempre con la intención de contribuir a la toma de las mejores decisiones, para hacerlo más completo, sustentable y apropiado a la región.

En primer lugar, debemos tener presente que Santa Marta hoy se abastece de cuatro ríos “cortos” provenientes del pliegue geólogico de la cuchilla de San Lorenzo, que, aunque forma parte de la Sierra Nevada de Santa Marta, genera un “parte aguas” cuya máxima altura es de alrededor de 435 msnm y de cuya zona occidental se generan cuatro ríos que son el Manzanares, Gaira, Toribio y Córdoba, estos dos últimos compartidos con Ciénaga, que son los que actualmente surten de agua superficial y alimentan los acuíferos de los cuales dependen más de 60 pozos de la ciudad y alrededores, pero han sufrido la pérdida de la cobertura vegetal y cambios de uso acelerados hasta el punto que el Río Gaira hoy no cuenta con la mitad del caudal de hace cincuenta años. El Río Frio nace en la propia Sierra Nevada, es de Ciénaga y lo comparte con el municipio de Zona Bananera, mientras que desde el río Piedras hacia el Norte, corresponden a la vertiente que proviene más directamente desde la sierra y tienen recorridos más largos y son progresivamente más lejanos de Santa Marta: el Mendihuaca, el Guachaca, el Buritaca, el Don Diego y el Palomino, este último delimitando el Magdalena y la Guajira.

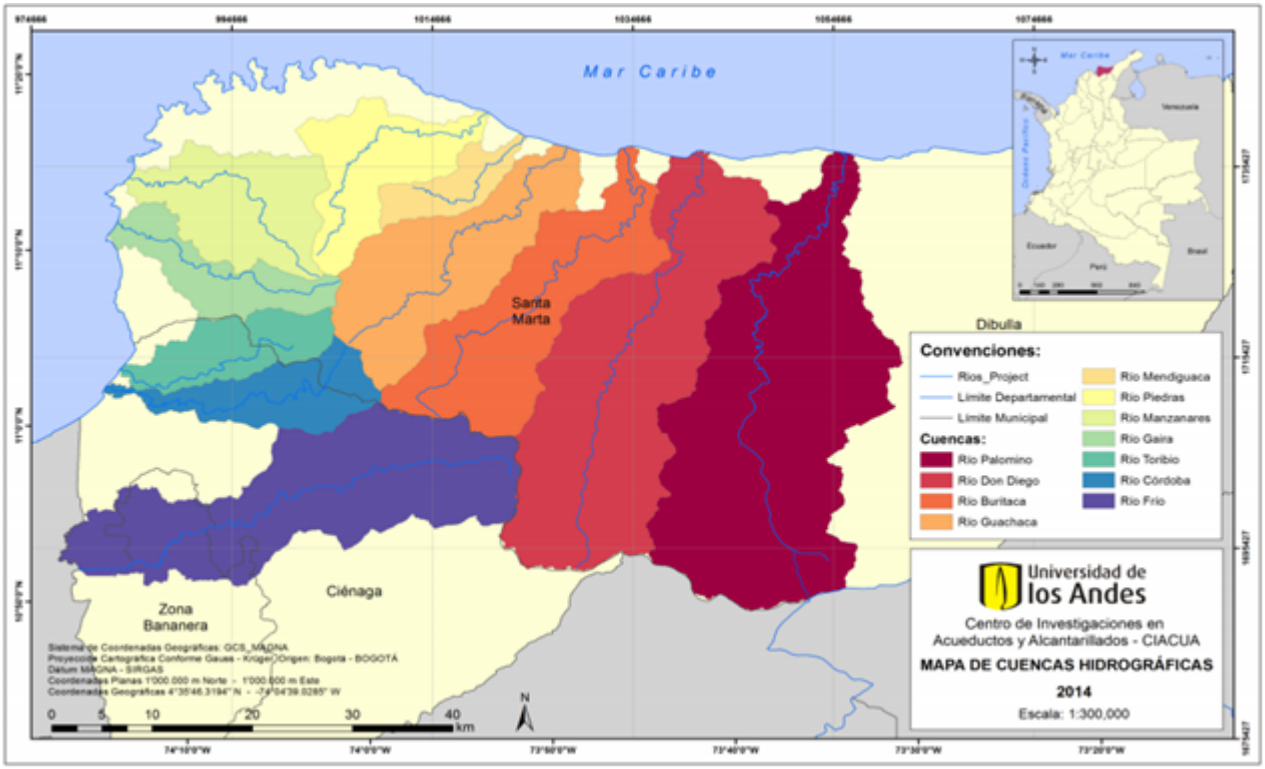


Figura 2.9 Cuencas hidrográficas delimitadas para el área geográfica en estudio

Es importante tener muy presente que los acuíferos como las cuencas de los ríos “cortos” presentan dos grandes problemas actualmente: El primero es que los acuíferos se están contaminando permanentemente por la infiltración de las aguas residuales de la ciudad, debido a que los alcantarillados son muy viejos y se han desquebrajado poco a poco por el peso vehicular y los asentamientos propios del desbalance hídrico, y también han sufrido de la intrusión de la cuña salina por la extracción voluminosa para el abastecimiento de agua de la ciudad. En el caso de las cuencas, han sufrido deforestación, cambios de usos del suelo y ahora el cambio climático empieza a manifestarse. Por estas razones, el suministro se convierte en cada vez más crítico y también el manejo de las aguas residuales, pues la insuficiencia de las redes y su estado generan la queja creciente de los ciudadanos de que “navegan en excrementos”.

Desde el 2023, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la SSPD y la Alcaldía del distrito de Santa Marta vienen desarrollando una estrategia de inversiones a corto, mediano y largo

plazo, para brindar soluciones de agua y saneamiento al distrito. Esta estrategia contempla obras que integran un denominado plan de choque de corto plazo, que si bien no son la solución definitiva al problema de desabastecimiento de agua apta para el consumo humano, se requieren de manera prioritaria para mejorar la funcionalidad del sistema de acueducto. Dentro de tales obras se destacan: (i) la optimización contingente de pozos de agua subterránea y la formulación del plan de gestión por demanda que permitirá controlar las pérdidas técnicas y comerciales de agua potable existentes en la ciudad; (ii) la estructuración del proyecto de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) El Curval, que pretende aumentar la oferta hídrica en 400 litros por segundo (l/s); y (iii) la estructuración de los proyectos por parte del Fondo Empresarial de la SSPD, que comprenden la línea de conducción El Roble para aumentar la oferta hídrica en otros 400 l/s, así como la optimización de la PTAP Mamatoco que busca aumentar su capacidad (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2025). Sin embargo, estas obras se enfocan en la optimización del sistema existente, pero no logran reducir el riesgo de desabastecimiento hídrico del distrito. El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el distrito de Santa Marta también suscribieron el Convenio de Uso de Recursos 0500 de 2025, para adelantar los estudios y diseños del Plan maestro de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial del distrito de Santa Marta. Por ello el Conpes reciente contribuye a una visión integral de soluciones, que deben comprender tanto la recuperación del sistema existente no sólo en cuanto a las obras físicas, como también de las cuatro cuencas aferentes y de los acuíferos.

En la visión a mediano y largo plazo, existen por lo menos cuatro planteamientos de solución a la escasez del agua de santa marta en los últimos años:

A) El abastecimiento con los cuatro ríos cortos provenientes de la vertiente occidental de la cuchilla de San Lorenzo, que son : Rio Gaira, Rio Toribío, Rio Manzanares y Río Córdoba, con sus respectivas zonas de acuíferos, sobre lo cual se requerirían tres estrategias fuertes: la recuperación de por lo menos 16 mil hectáreas de cobertura vegetal, un programa agresivo de ahorro y uso eficiente de agua en toda la ciudad y sus programas de expansión y la recuperación de los acuíferos, propiciando su recarga con aguas lluvias y “curando” el alcantarillado con fuertes programas de reemplazo o incluso de adopción de tecnologías

alternativas e innovadoras como el ASAS; alcantarillado sin arrastre de sólidos, que más adelante explicamos. En esta alternativa lo más importante es la recuperación de la cobertura vegetal de las cuatro cuencas mencionadas, pues existe una profunda relación vertical entre las lluvias y esta. Adicionalmente, el consumo actual de agua por habitante, de 144 litros por persona día, podría disminuirse a 100, que es una medida internacional adecuada y sobre lo cual también insistiremos posteriormente.

B) La consideración de ríos más largos, que provienen de la formación mayor de la Sierra Nevada de Santa Marta y del pliegue oriental de la cuchilla de San Lorenzo, hacia el norte, comenzando por el Río Piedras, -del cual hoy se extrae agua para Santa Marta también-, el Piedras, el Mendihuaca, el Guachaca, el Buritáca, y más a largo plazo el Don Diego y Palomino , que recorren mucho más distancia y pisos térmicos desde lo más alto de la sierra y por ello son más voluminosos y continuos durante todo el año.

Sin embargo, estos ríos de la vertiente oriental de la cuchilla de San Lorenzo y de la propia Sierra Nevada de Santa Marta, presentan tres variables a tener en cuenta: la primera es la distancia hasta Santa Marta, que es significativamente más larga y que, dependiendo de la ruta escogida de conducción, pueden significar dificultades constructivas. Por ejemplo si se escoge que vaya la tubería paralela a la carretera Santa Marta-Riohacha, la interferencia constructiva con el tráfico terrestre y el costo de construcción y bombeo determinan su factibilidad; la segunda es la existencia del relieve orográfico precisamente por la cuchilla de San Lorenzo, lo cual requeriría un bombeo de por lo menos 20 a 40 kilómetros hasta superar la altura de 435 metros, pues desde ese punto descendería por gravedad a la planta de Bonga, la cual ha tenido ampliaciones recientes. De todos modos, se podría recuperar o generar algo de electricidad aprovechando dicha caída, con una minicentral hidroeléctrica similar a la instalada por el acueducto de Bogotá en la tubería Chingaza-La Calera. Otra opción de conducción de esta alternativa sería la de captar las aguas de cada río más arriba, de tal manera que la tubería de conducción siempre fuera en descenso, pero enfrenta el desacuerdo con los indígenas, que han cuidado la sierra milenariamente, pues cruzaría tierras que pertenecen a la “línea negra”, que es el perímetro que reclaman los indígenas y que llega en muchos sitios hasta el borde con el mar. Debemos recordar que “los hermanos

mayores” defienden la integridad física de la sierra con toda su voluntad y porque, además la ruta de la tubería se podría convertir en una de entrada de colonización indeseada.

C) el uso de tecnologías de avanzada como la desalinización de aguas de mar por osmosis inversa, que han sido aplicadas especialmente en países del medio oriente, en los cuales el abastecimiento superficial de agua “dulce” es muy escaso o nulo. El sistema es costoso en su operación pues, aunque ha aumentado la eficiencia de los procesos y ha descendido un 30% de consumo energético en los últimos 10 años, todavía podría consumir más de tres veces energía para tratar el agua que sistemas convencionales, dependiendo del nivel de contaminación con la cual llegue el agua a la planta de tratamiento, aunque esto está evolucionando gracias a la disponibilidad de energías solar y eólica que están descendiendo de precio. La osmosis inversa tiene la ventaja de localización a la orilla del mar ahorrando grandes costos de conducción a distancia, por lo cual su costo de operación debe contrastarse con la necesidad de bombeo de otras opciones, así como la disrupción paisajística y logística menor en su construcción.

D) la combinación de las anteriores opciones. El ejercicio de evaluación de alternativas, elaborado por la Universidad de Los Andes (2014)[1], es soportado en un modelo multi-objetivo de toma de decisiones con quince variables de calificación, y que plantea 7 alternativas, que incluyen el Río Magdalena y la Desalinización. Si bien el ejercicio es conceptualmente coherente, es débil metodológicamente y no explica ni justifica suficientemente algunas de las calificaciones y afirmaciones y presenta fuertes carencias e inconsistencias, pues no llega a ser un análisis de beneficio—costo en el que cada una de las opciones presente los costos de capital iniciales y los costos de operación completos.

Nos parece importante en este momento retomar este ejercicio y los demás esfuerzos en los últimos años, para señalar algunas propuestas y recomendaciones, reconociendo el gran esfuerzo que acaba de hacer el gobierno central pero que en nuestra opinión deberían tenerse en cuenta de manera articulada, coordinada y simultanea en este momento. Las plantas desalinizadoras son parte de la solución, sin lugar a dudas, de manera afortunada, pues abren otro esquema de respuesta innovadora, que no depende de las corrientes ni

acuíferos existentes, y por tanto contribuye a la sustentabilidad y confiabilidad del sistema, pero no por ello debemos desechar y dejar de lado la urgencia estratégica de ver como un conjunto complejo la sustentabilidad hídrica de Santa Marta, pues en buena parte la respuesta más acertada debe ser una combinación óptima de fuentes hídricas, que recoja lo mejor de cada una de ellas.

El estudio de la Universidad de Los Andes[2]identifica siete alternativas con base en el entendimiento de los posibles aportes de 11 ríos: Los ríos Gaira, Manzanares, Piedras y Mendihuaca, provenientes del nudo o cuchilla de San Lorenzo, así como los provenientes del propio Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta, que son el Rio Frio, el Toribio y el Córdoba (al sur y compartidos con otros municipios como Ciénaga y Zona Bananera), el Guachaca, Buritaca, Don Diego y Palomino, cuentan con suficiente recurso hídrico, aunque con grandes disminuciones de caudal durante los primeros meses del año; igualmente toma en cuenta el agua de mar a través de la Desalinización con Osmosis inversa y la captación en el río Magdalena, imitando a Barranquilla y Cartagena[3]. El estudio asume la captación en la parte baja de los ríos, lo cual implica la incorporación de bombeos del agua de todos los ríos provenientes del pico colón, al tener que superar el alto de Rodríguez, en la cuchilla de San Lorenzo.

Tabla 1. Alternativas de Suministro de Agua para Santa Marta

A1	Guachaca, Buritaca y Don Diego
A2	Río Magdalena solamente
A3	Toribio, Córdoba, Guachaca y Buritaca
A4	Planta Desalinizadora y Río Magdalena
A5	Planta Desalinizadora y Ríos Toribio y Córdoba
A6	Piedras, Guachaca, Buritaca y Toribio
A7	Córdoba, Toribio, Magdalena

Fuente: estudio Universidad de Los Andes, 2016

Como se aprecia, en tres de ellas aparece el Río Magdalena como opción de suministro, ya sea como única fuente (A2), o combinada con una planta de desalinización (A4), o con dos ríos provenientes de la Cuchilla de San Lorenzo (A7). Es importante anotar que el Río Magdalena se justificaría ampliamente si se concibe como la fuente de un proyecto regional que beneficie a todos los municipios desde su orilla oriental hasta Santa Marta, como pueden ser desde Palermo, Puebloviejo, Tasajera, Sitio Nuevo e incluso Ciénaga; sin embargo, en un error conceptual de gran inequidad, se planteó que la tubería se trazaría por el mar, para evitar los "robos" de agua, desconociendo las necesidades de todos estos municipios.

En las diferentes reuniones que se han efectuado acerca de estas alternativas surge la preocupación de porque no usar los ríos más cercanos, como el mendihuaca en adelante hasta el Palomino y el Don Diego, que además, aun con su deterioro de sus cuencas, presentan caudales promedio importantes, caudales críticos[4], menos contaminación y distancia que la fuente del río magdalena. La opción A1 se basa en ríos provenientes únicamente de la sierra del denominado Pico Colón, mientras que la A3 es una combinación de dos ríos (Córdoba y Toribio) del Nudo de San Lorenzo y dos de la Sierra[5]; las opciones A4 y A5 incorporan una planta desalinizadora que se asocia o a la fuente del río magdalena o a dos de los ríos de longitud corta, que son el Toribio y el Córdoba. Finalmente, la opción A6 se compone de dos ríos de la cuchilla de San Lorenzo y dos del macizo de la sierra. La tabla 1 presenta los resultados del ejercicio ejecutado por los Andes, en 2014, mientras que la tabla 2 presenta datos descriptivos tanto de cada uno de los ríos considerados, como de las calificaciones recibidas y comentarios nuestros acerca de las mismas.

Tabla 2. Resultados de la Evaluación Multicriterio de Alternativas de Suministro de Agua para Santa Marta



Fuente: estudio Universidad de Los Andes, 2014

La tabla 2 permite apreciar que la alternativa de mayor puntaje es la A7 con 71 puntos, seguida por la A2 y la A5 con 55 puntos cada una, y posteriormente la A1, con 53 puntos. Es evidente que la A7 en dicho ejercicio tiene un puntaje de 16 puntos arriba frente a las siguientes. La Alternativa A7 consta del aprovechamiento los ríos Córdoba y Toribio en el inmediato futuro y del Río Magdalena en un futuro un poco más mediato. Le siguen las alternativas A5 y A2 que son respectivamente el aprovechamiento de los ríos Córdoba y Toribio con una planta desalinizadora de agua del mar, y el río magdalena únicamente.

La tabla 3 ilustra sobre la calificación detallada de los 16 parámetros usados por Los Andes en 2014, con sus correspondientes pesos relativos asignados por el equipo de la Universidad.

Es bueno aclarar que este ejercicio adolece de bastantes limitaciones y sesgos propios de un ejercicio académico breve, pero sirven de introducción a la discusión de fondo, que es la de brindar, al menor costo y riesgo, a la ciudad de Santa Marta urbana fuentes confiables y seguras de agua potable. La combinación de fuentes que están sujetas a constricciones diferentes es importante: no todas las fuentes pueden estar sujetas al cambio climático y la deforestación y contaminación directamente; casarse con una sola opción no es recomendable.

Tabla 3. Resultados de la calificación de Alternativas de Provisión de Agua para Santa Marta

Parámetro	Pesos globales	Pesos locales	ATRIBUTOS			Alternativas						
						Guachaca, Buritaca y Don Diego	Río Magdalena solamente	Toribio, Córdoba, Guachaca y Buritaca	Planta Desalinizadora y Río Magdalena	Planta Desalinizadora y Ríos Toribio y Córdoba	Piedras, Guachaca, Buritaca y Toribio	Córdoba, Toribio, Magdalena
1	10	10	Rapidez (Tiempo de entrada)			3	4	2	2	2	3	2
2	8	8	Rapidez (Tiempo a punto de equilibrio)			5	6	3	4	2	7	4
3	12	12	Confiabilidad			1,85	2	1,37	2	2	1,25	2
4	10	6	Costo Construcción (COP)	PTAP		$77.592.577.128,69	$72.039.278.371,14	$80.658.061.198,66	$116.278.407.869,51	$150.746.930.149,62	$97.108.876.839,80	$62.569.845.279,75
		4		Instalación TB		$24.025.537.043,49	$20.738.130.732,25	$15.728.224.610,36	$28.002.021.089,59	$794.114.466,92	$16.112.607.636,46	$20.501.642.483,75
				Total		$101.618.114.172,18	$92.777.409.103,39	$96.386.285.809,02	$144.280.428.959,10	$151.541.044.616,54	$113.221.484.476,26	$83.071.487.763,50
5	4	4	Factibilidad: Problemática indígena			si	si	si	si	si	si	si
6	4	4	Factibilidad: Sitios sagrados			si	no	si	no	si	si	no
7	4	4	Factibilidad: Parques Nacionales			si	si	si	si	si	si	si
8	8	2	Facilidad Operación	# PTAP'S		3	3	4	10	10	4	3
		6		# Estaciones de Bombeo		13	6	12	10	10	15	6
				Total		16	9	16	8	6	19	9
9	6	6	Expansiones futuras			Fácil	Fácil	Medio	Fácil	Medio	Medio	Fácil
10	5	1	Minimizar Impacto Ambiental	Longitud Trazados (km)		166	140,4509246	124	211	7	128	148
				% Caudal Removido	Río	Guachaca - Buritaca - Don Diego	Magdalena	Toribio - Córdoba - Guachaca - Buritaca	Magdalena	Toribio - Córdoba	Piedras - Guachaca - Buritaca - Toribio	Córdoba - Toribio - Magdalena
		1			Temporada Promedio	14%	0,045%	59%	0,055%	50%	64%	50%
		3			Temporada Seca	80%	0,045%	100%	0,055%	100%	100%	100%
11	6	6	Maximizar beneficio social			no	si	no	no	no	si	si
12	3	3	Vulnerabilidad a cambio climático			Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
13	4	2	Vulnerabilidad	Presión Max (m.c.a.)		239	184	240	190	70	240	182
		2		Líneas de Conducción		4	2	5	3	2	6	6
14	4	4	Pérdidas de agua en aducción (km de TB en área poblada)			0	11,92	0	17,88	0	0	11,918
15	6	6	Costo m3/tratado (USD$)			$0.401	$0.1541	$0.1401	$0.6000	$0.6000	$0.1401	$0.1541
16	6	6	Potencia requerida en aducción (COP$)			$55.788	$66.303	$29.948	$25.610	$2.280	$50.289	$27.890

Fuente: Universidad de Los Andes, Evaluación de alternativas de abastecimiento de agua

para Santa Marta, 2014.

Los criterios y parámetros de comparación entre las diferentes alternativas fueron los siguientes, sobre los cuales se hacen comentarios a cada uno en este numeral; igualmente, se plantean o proponen otros dos criterios complementarios o sustitutivos:

- Rapidez en tiempo de construcción respecto a las obras e instalación física de equipos y tuberías. Los evaluadores de Los Andes otorgan 10 puntos de 100 a este parámetro y el mayor valor a la alternativa del Río Magdalena con un puntaje de 4. Esto es relativo dependiendo tanto del tamaño de las obras como de las tecnologías usadas. Una obra de mayor extensión, que cruza por diferentes territorios de distintas características (marino, cenagoso, urbano, etc., puede presentar complicaciones no suficientemente contempladas); adicionalmente, la construcción por fases permite mayor planificación y menos imprevistos, en la medida en la cual se prevén con más tiempo todos los elementos. Sorprende por ello que la opción de Rio Magdalena sea la de menor valor en este informe, pues posteriormente se han escuchado magnitudes mucho mayores para la misma[6] y además cuenta con la posibilidad de convertirse en un acueducto regional si se integran los demás municipios; sin embargo, en el corto plazo, no es la mejor opción y Santa Marta requiere soluciones inmediatas.
- Rapidez en tiempo de equilibrio. Los Andes otorga 6 de 8 puntos posibles a lograr un punto de equilibrio, y 7 a la opción A6, que es Piedras, Guachaca, Buritaca y Toribio, en reconocimiento tácito que el escalamiento por etapas desde diferentes fuentes puede ser una mejor estrategia. Sin embargo, el bombeo del agua para cruzar la cuchilla de San Lorenzo y la afectación de la ruta de la tubería son críticos.
- Confiabilidad del sistema referente a su capacidad de operar sin contratiempos por defectos de equipos o sistema físico; igualmente, dependiendo de la complejidad del sistema, con bombeos que requieren energía o tratamiento de aguas de diferentes niveles de contaminación pesa. Lo ideal sería un sistema por gravedad, de la mejor condición de agua sin tratar posible. Sin embargo, también pesa mucho el comportamiento de cada fuente tanto durante el año, como en función del cambio y variabilidad climáticos. Es importante tener en cuenta los mínimos mensuales reales en los años de menor caudal, para diseñar

caudales ecológicos/ambientales. De ahí la importancia de conocer mejor cada una de las fuentes posibles. Los Andes otorga valores muy bajos a todas las opciones, siendo la opción más alta la A2, de río Magdalena solamente (2/12). No consideramos clara la razón por la cual se asignan estos valores tan bajos dado que es una combinación de factores.

- Costo Construcción, referentes a todos los ítems tanto en su valor de compra de bienes y servicios como de implantación en el terreno. Asociado a la anterior consideración de confiabilidad, la simplicidad del sistema garantiza también la disminución de costos; igualmente, los precios usados deben provenir de un número y características más representativas para el caso a estudiar[7]. Sorprenden los costos asignados a la PTAP de Río Magdalena, dado que debe encargarse también de la remoción de sólidos sedimentables y suspendidos, además de sustancias químicas contaminantes que exceden los muestreos convencionales, dado que vienen de una fuente muy contaminada.
- Problemática indígena y Sitios Sagrados, referente principalmente a los accesos al mar dentro de la “línea negra” y a los acuerdos con las comunidades indígenas acerca del acceso a las fuentes de agua en la sierra. La consulta y participación desde el inicio del proyecto, de las comunidades indígenas, en el marco de un proyecto de mutuo beneficio y convivencia, con connotaciones simbólicas, podría resultar en condiciones óptimas para todos. En la evaluación de Los Andes se descartó tácitamente las posibilidades de la SNSM, pues no se contaba con nuevos instrumentos que abren nuevas perspectivas[8] y se dio una ventaja comparativa importante a todas las que estuvieran asociadas con el Río Magdalena, sin considerar las comunidades y sus posibles decisiones.
- Parques Nacionales el estudio de Los Andes encuentra factibles las autorizaciones de PN para todas las opciones. Es importante tener presente sin embargo que la Vía Parque Isla de Salamanca, tendría que soportar en un trayecto muy importante esta línea, con posibles riesgos de perforación para conexiones fraudulentas. En el caso de los Parques Tayrona y Sierra Nevada de Santa Marta, también se asumió en el estudio de Los Andes que la línea iría posiblemente por la carretera y dependiendo de los acuerdos con comunidades indígenas y PNN podría cruzar en algunos sitios por áreas especiales. La inclusión desde el principio, de PNN en el grupo de factibilidad y diseño permitiría encontrar las mejores soluciones entre todos[9], facilitando la consideración de las diferentes opciones, incluida la de trazados que favorezcan la conducción por gravedad, minimizando la necesidad de bombeos. Sin embargo,

cualquier afectación del sistema de parques y resguardos requiere gran capacidad de dialogo y concertación.

- Facilidad de operación relacionado con la tubería y las estaciones de bombeo, así como con las PTAP. La complejidad tanto espacial como tecnológica de todos los elementos del sistema de abastecimiento y tratamiento se considera también, en función del aumento de estaciones de bombeo estimadas, que van desde 6 para la alternativa A5 que es desalinización con ríos Toribio y Córdoba, hasta 19 con la alternativa A6 que comprende los ríos Piedras, Guachaca, Buritaca y Toribio. La opción del Río Magdalena contiene 9 estaciones. Como ya se mencionó, la máxima simplicidad de diseño, sería aprovechando condiciones como la gravedad para evitar bombeos y la calidad intrínseca del recurso, que ahorra costos y riesgos en el tratamiento. El bombeo juega un papel importante, que en el caso del estudio de Los Andes favoreció la topografía plana desde el río magdalena, sin considerar siquiera la posibilidad de conducir el agua por gravedad y la menor distancia de las plantas desalinizadoras a su destino final. El peso de este rubro fue de 8/100.
- Expansiones futuras. Referentes a la posibilidad de crecimiento de los sistemas escogidos en función del aumento demográfico. Si bien, Los Andes presentan un ejercicio por fases, en el cual se involucran diferentes ríos y plantas de tratamiento, la decisión implícita acerca de las ventajas supuestas del río magdalena pesó bastante en la decisión. Con un peso de 6/100, identifica como fácil la mayoría con excepción de los que se relaciona con los ríos Toribio; Córdoba y Piedras, que presentan caudales medios muy pequeños en los tres primeros meses del año especialmente, sin considerar la posibilidad de la restauración de sus cuencas y del acuífero.
- Minimización de impactos negativos referentes tanto a la construcción como a la operación de los sistemas comparados; se consideran la longitud de las tuberías requeridas (por las vías) , que van desde 7 kilómetros para la alternativa de desalinización y los ríos Córdoba y Toribio (A7) hasta 211 kilómetros al río Magdalena y desalinización(A4) (¿!) , Finalmente se refiere a “caudal removido”, en temporada promedio y en temporada seca; al revisar los valores asignados, sorprende que los de temporada seca lleguen a 100% en cuatro alternativas, que incluyen los ríos Guachaca , Buritaca, mientras que la de que comprende estos dos más el Don Diego llega a 80% cuando los registros históricos, aun en los promedios mensuales más bajos interanuales demuestran que estos tres ríos en su peor momento

transportan caudales cercanos a 5 m/s o superior. No se encuentra una discusión sobre el tema, pues, por ejemplo, la desalinización es una opción crecientemente interesante, pero se debe contemplar la disposición de la sal generada; Además, el puntaje asignado a esta variable crucial es muy bajo, pues es 5/100. Es evidente que todos los ríos que nacen en la estrella de San Lorenzo no sirven sino en el corto plazo, si no se activa una dinámica de recuperación muy activa, mientras se estudian y construyen soluciones de más largo aliento, entre las cuales la suma de los ríos que provienen del pico Simón Bolívar tienen el caudal suficiente para soportar en las épocas más secas el volumen de 2 m/s que se requiere para garantizar el abastecimiento de Santa Marta.

- Maximización de beneficio Social. de la misma manera, se busca que los sistemas tengan beneficios colaterales y la relación costo-beneficio sea la mejor. Con una asignación de 6/100, que se considera baja, el estudio de Los Andes identifica solo tres de las siete alternativas como aportantes: la del río Magdalena (A2), y la A6 (Piedras, Buritaca, Guachaca y Toribio), y A7, Córdoba, con Toribio y Magdalena, sin sustentar nada. En la nueva perspectiva, que incluye los indígenas, esta valoración además de pesar más en la decisión, tendría mucho sentido, no tanto por el abastecimiento del agua como por los beneficios del reconocimiento de su labor de protección del recurso, de captura de gases de efecto invernadero y protección de la biodiversidad. igualmente, la recuperación de las cuencas de los “ríos Corto” de la cuchilla de San Lorenzo podría significar un gran vector de fortalecimiento de la sociedad civil en un entorno en el cual nuevamente la presencia de paramilitares complica la vida normal.
- Vulnerabilidad al cambio climático una variable con mucha fuerza creciente es la consideración de los efectos del cambio climático posibles sobre el proyecto, en una visión prospectiva. Es muy importante tener en cuenta la sensibilidad de las diferentes fuentes en función de su localización y de los efectos de la deforestación y cambio climático, así como de la posible regeneración y control de los factores deteriorantes. La vulnerabilidad operativa se refiere a los diferentes aspectos de fallas y riesgos de parada de los sistemas por diferentes factores lícitos e ilícitos y sus posibles consecuencias. la longitud de las tuberías de conducción y los territorios que cruzan, con diferentes tipos de asentamientos y de ordenamiento, así como el grado de control real que se pueda tener.[10] No aparece una discusión más detallada al respecto, asignando un peso bajo, de 3/100, aunque se colige que

los ríos que nacen en la estrella de San Lorenzo tienen alta vulnerabilidad, mientras que los que nacen en el pico Simón Bolívar media a baja y el río Magdalena, por su caudal no presenta riesgo. La presión de las líneas de conducción asociada posiblemente también a la topografía que recorren, que va desde 70 a 240 m.c.a. (sic), es más alta en alternativas que vienen del costado norte. Se asigna 4/100 a este factor. Todas las opciones de agua superficial continental estarán cada vez más sujetas al cambio climático y por ello se torna imperativa la intervención de restauración y regeneración de la cobertura vegetal y sus servicios ecosistémicos.

- Pérdidas de agua en sistema conducción referente a las tuberías y sistemas de impulsión del agua que atraviesan zonas pobladas, sostiene que las alternativas que consideran el río magdalena serían las que tendría este problema, para lo cual habría que considerar que esta solución también comprendiera las poblaciones a su paso; sin embargo, esto requeriría compararla con opciones independientes para cada municipio, como serían los casos de Sitio Nuevo, Pueblo Viejo y Ciénaga, lo cual sería también una opción que ha debido considerarse explícitamente, aunque está implícita de alguna manera en el estudio. Sin embargo, en el mediano plazo, debe considerarse un acueducto regional desde el Magdalena o también sendas plantas desalinizadoras aprovechando la posibilidad de instalación de energías renovables. El problema de “robos” de agua o combustible es un problema en muchos sitios en el país y requiere por tanto una estrategia más incluyente, firme y efectiva, que tiene que darse de todos modos.
- Costo de Agua tratada incluye la comparación de costos de tratamiento del agua proveniente del río Magdalena con la proveniente de las distintas corrientes desde la SNSM. La diferencia tan pequeña entre el tratamiento de las aguas provenientes del río magdalena y el de las aguas superficiales de la sierra o de las subterráneas sorprende y requiere revisión, puesto que hay sustancias que no se detectan con los exámenes convencionales de calidad del agua. En principio, una medida de seguridad y prevención sanitaria privilegiaría sustantivamente el agua proveniente de la SNSM. Es obvio que el costo de tratamiento del agua marina, por osmosis inversa es muy costosa, del orden de 3 a 4 veces la convencional, por el consumo energético, que podría ser disminuido con energías renovables, cuyo costo está disminuyendo cada vez más; en ese caso la experiencia de Santa Marta servirá mucho al país para entender más estos sistemas.

- Potencia en Aducción. Se estimó en el estudio de los Andes aparentemente los costos por m3 de bombeo, asignando u peso de 6/100 a este rubro, que parece demasiado bajo pues el consumo energético del bombeo desde los sitios de captación superficial y de conducción a través de tuberías para cada una de las opciones determinará altamente las tarifas; es evidente que el bombeo desde el río Magdalena es el más alto seguido por los requeridos para traer el líquido desde Guachaca, Buritaca y Don Diego y descendiendo en función de la distancia más cercana. Es importante revisar la opción de captación de aguas de los ríos de la SNSM en cotas cercanas a los 800 metros de altura, pues , como ya se expresó, dos factores inciden significativamente : 1) la posibilidad de usar la gravedad para la conducción, identificando sitios de captación hacia arriba en las cuencas, que ofrezcan suficiente caudal (sin incumplir normas de "caudal ambiental/ecológico"), tengan mínimo impacto ambiental y aceptación de las comunidades, minimizando costos de bombeo; 2) ofrezcan menos riesgos de conexiones y desviaciones ilícitas, que afectarían la presión de bombeo, que se generan en función de la longitud y cruce por diferentes zonas territoriales. Sin embargo, esta variable está atada a la aceptación cultural y más importante aún, a las expectativas de crecimiento poblacional real de Santa Marta.

Tabla 4. Caudales mínimos Mensuales interanuales y Minimo Histórico 2000-2014

Tabla 4. Caudales mínimos Mensuales interanuales y Mínimo Histórico 2000-2014

Río	Caudal Medio Mensual m/s	Caudal Mensual Enero	Caudal Mensual Febrero	Caudal mensual Marzo	Caudal Mensual Mínimo Histórico	Caudal Ecológico 10% CMMH
Palomino	13,3	6,0	5,0	4,5	4,5	0,45
Don Diego	18,7	7,9	4,9	8,6	4,9	0,49
Buriticá	59,5	6,5	5,1	6,3	5,1	0,51
Guachaca	11,7	4,2	3,7	2,0	2,0	0,20
Piedras	2,2	0,4	0,7	0,5	0,4	0,04
Gaira	5,4	0,32	0,19	0,18	0,18	0,018
Manzanares	0,57				0,15	0,015

Fuente: elaboración propia con base a IDEAM

Fuente: elaboración propia con base a IDEAM

Es evidente que los ríos Palomino, Don Diego y Buriticá, apoyados posiblemente por el Guachaca, podrían abastecer los 1,5 m3/S que requiere adicionalmente Santa Marta, bajo un

plan de ahorro y uso eficiente de agua, que incentive a todos los habitantes de la ciudad a aportar su disciplina y sentido cívico, con un programa asociado de control de pérdidas y fugas.

SUGERENCIAS Y PROPUESTAS

Se presentan las siguientes sugerencias y propuestas, con miras a acelerar la toma de decisiones y la ejecución del proyecto de garantizar el agua segura, confiable, sustentable para Santa Marta, en apoyo a los esfuerzos actuales, tanto de incorporación de nuevas tecnologías como la de plantas desalinizadoras, que en 2020 consideramos a fondo, hasta los del diseño y plan maestro en curso:

- GRUPO DE TRABAJO INTERDISCIPLINARIO E INTERETNICO
  Se propone la constitución de un grupo de trabajo (“task Force”) interinstitucional, abierto a expertos invitados, que actualice, mejore y profundice dicho estudio, incorpore otras alternativas como la recuperación de los ríos del costado occidental de la cuchilla de San Lorenzo y en un mediano plazo la posible conducción desde los ríos del flanco norte de la sierra en el departamento, lo cual requiere el dialogo con las comunidades indígenas y PNN. Este comité o grupo de trabajo, se reuniría frecuentemente con una agenda acordada de avance, para garantizar la identificación y valoración de todas las alternativas de manera más profunda, sino también, avanzar en la posible concertación de ellas, con especial énfasis en la posibilidad de incluir a las comunidades indígenas como proveedoras del recurso hídrico, de tal manera que sea una opción real. Sugiero invitar como miembros permanentes a personas que han sido estudiosas y muy activas en las cuencas mencionadas, como es el caso de la bióloga Bibiana Salamanca, directora de la fundación BACHAQUEROS, quien además de haber sido la presidenta de los consejos de cuenca de los cuatro ríos cortos, ha logrado liderar el establecimiento de más de 120 viveros hermanos, en los cuales se siembran gran variedad de árboles nativos, repoblando las cuencas con demostraciones radicalmente positivas de la relación entre la cobertura vegetal y el regreso del agua; igualmente deberían estar los ingenieros Roberto Montiel y su hija Steffy Montiel, quien fue reconocida recientemente con tesis meritoria en su maestría en Delft precisamente por su

trabajo sobre la importancia de la relación entre la cultura y la cuenca para hacerla sustentable; sin lugar a dudas las comunidades indígenas deben ser miembros de primera línea. Todos estarían dispuestos de manera inmediata. La apuesta debe ser la de lograr abastecer con estas cuatro cuencas y los sistemas de Osmosis inversa propuestos, una población que parecería que se estabiliza en el tiempo como lo muestran las proyecciones de población. Para ello debemos reconocer que el reto no es sólo tecnológico, sino cultural, institucional, empresarial y económico.



fuente: City Facts. https://es.city-facts.com/santa-marta-magdalena/population

Este grupo interinstitucional, con participación de la sociedad civil en todas sus dimensiones, se ocuparía de incluir otras variables o parámetros en la evaluación de alternativas

- Potencial de generación de mayor valor agregado social e intercultural
  En el caso de uso de las fuentes de la sierra nevada de Santa Marta, la inclusión de las comunidades indígenas y de PNN, así como las comunidades campesinas organizadas, como

proveedores y protectores del agua, además de reconocer su aporte cultural e institucional, genera recursos económicos importantes para estas comunidades y las instituciones, tanto directos, a través de las tarifas, como indirectos a través de PSA, impuestos al carbono. Otras opciones no presentarían este beneficio.

- Recarga y saneamiento de Acuiferos. La actualización del inventario de existencia y demanda de las aguas subterráneas es fundamental, así como la ubicación y protección de los sitios de recarga y sobre todo la conducción de las aguas lluvias para ese fin es fundamental. Es urgente la actualización de dichos estudios y el control permanente del uso de pozos y también la auditoría social de los contratos y costos de estas tareas, que parecen ser muy elevados en este momento; en cualquier alternativa se debe considerar la protección de los sitios de recarga, para lo cual la alternativa que se propone incluir, es la de trascender un acuerdo con las comunidades indígenas y PNN e incorporar a toda la sociedad en esta tarea.
- Potencial de mayor sostenibilidad ambiental y ecológica la vulnerabilidad de la calidad y de la cantidad del agua es fundamental en el análisis. En cuanto a la calidad, el control de los posibles agentes y fuentes de contaminación en el caso de la sierra nevada estaría en manos de Corpamag y los distintos entes de control, así como de las comunidades indígenas y parques nacionales, mientras que en el caso de fuentes como la del rio Magdalena dependen de muchas entidades territoriales y sectoriales, además de un gran número de actores privados. en el aspecto cuantitativo. Adicionalmente, el comportamiento histórico de los mínimos mensuales en los meses más críticos del año requiere de un manejo de cuencas, con programas de regeneración de ecosistemas y control de usos del suelo eficaces. La importancia mundial de la SNSM requiere del mayor cuidado, y potenciar el protagonismo de los indígenas y de PNN resultarían en mejor situación para la biodiversidad y para la dignidad cultural. En nuestro caso la gestión, o mejor la gesta de recuperar los ríos cortos, sus cuencas y los acuíferos relacionados con estos se convierte en una tarea estratégica con connotaciones de cambio cultural, como lo demuestra eficazmente y de manera discreta y persistente la experiencia de la fundación BACHAQUEROS. Es urgente y fundamental la instrumentación de las cuencas de la SNSM, Sierra Nevada de Santa Marta, con estaciones de medición adecuadas, que permitan contar con mejor información para la modelación y toma de decisiones en el marco del cambio climático; se propone preparar un proyecto de CTi de

emergencia al respecto, pues los datos existentes son pobres y tomados en su mayoría a nivel de la carretera[11].
Es muy importante la valoración más detallada de los ríos estratégicos del departamento del Magdalena, con frente hacia el norte (desde Palomino hacia el oriente, tales como Don Diego, Buritaca y Guachaca) provenientes del Pico Cristóbal Colón, considerando la posible captación y conducción[12] desde cotas altas para minimizar y/o evitar bombeos[13], pues este es uno de los costos principales de las opciones consideradas.

Igualmente, la medición de caudal y evaluación de las necesidades de mantenimiento de cobertura vegetal de Mendiguaca, Piedras, Manzanares, Gaira, Toribio, Córdoba, de la cuchilla de San Lorenzo, que tienen frente hacia el occidente. Igualmente de los ríos Riofrio, Sevilla, Tucurinca, Aracataca, Fundación[14], provenientes de la sierra hacia el sur de Santa Marta.

Estrategia y Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua

Ahora, mas que nunca, debemos asumir el diseño e implementación una estrategia y programa de ahorro y uso eficiente de agua domiciliaria e institucional/empresarial que sea ejemplo a nivel nacional; extensivo a las actividades agroindustriales[15]; ESSMAR debería tener esto como tarea prioritaria y convertirse en laboratorio experimental de todas las tecnologías existentes y promisorias de ahorro y uso eficiente del agua.

Modelo innovativo de Gobernanza del Agua

Finalmente, se propone explorar un modelo de gobernanza innovador, que incorpore las comunidades campesinas, los indígenas y Parques Nacionales como Socios, proveedores del recurso hídrico, que reciben beneficios económicos de la “venta en bloque” y posiblemente de la generación de energía eléctrica con turbinas instaladas al final de la tubería, aprovechando la fuerza del agua en descenso. La idea central de todos los anteriores puntos es pensar “fuera de la caja” por invitación de las instituciones que están avanzando en esta dirección.

La reciente premiación de los Nobel en economía, nos recordó la importancia de la "destrucción creativa" en el sentido que sin innovación no hay posibilidad de avance, de evolución, pues las nuevas opciones reemplazan, hacen obsoletas las viejas tecnologías o estrategias. En nuestro caso de Santa Marta, tenemos la paradoja afortunada de poder combinar una tecnología de ruptura, como es la desalinización, con su costo importante de energía y la producción de salmuera, con la de la restauración de cuencas que merecen una segunda oportunidad sobre la tierra. Apoyamos todos los esfuerzos presentes en esa dirección.

Reflexión final

El Estudio de la Universidad de Los Andes, presenta algunas falencias, , entre ellas la falta de un ejercicio integral de costos, que permita llegar a una estimación de TIR; tasa social interna de retorno; sin embargo, un ejercicio semicuantitativo de estimación aproximada de las ventajas de una opción sobre otra, teniendo solo elementos de costos de capital inicial, puede resultar en lo siguiente:

alternativa	Rios fuente	Costo Inicial	Costo Trat. U$/ M3	Costo Aducción (COP)	Costo Total operación/ m3	Costo Operación relativo	Costo Inicial relativo	Simulación Beneficio relativo
A1	Guachaca -Buritaca- Don Diego	101.618.114.172,18	0,1401	55.788.= / U$15,9	U$ 16,04	0,821	1,1065	0,673
A2	Magdalena	92.777.409.103,39	0,1541	66.303.= / U$ 18,9	U$19,54	1,00	1,0000	0,500
A3	Toribio,Cordoba Guachaca Buritaca	96.386.285.809,02	0,1401	29.948.= /U$ 8,6	U$8,75	0,447	1,0388	1,023

Teniendo los valores de la tabla de arriba, consistentes en asumir el costo de la alternativa

A2 , río Magdalena, como 1.00, y convertir las demás alternativas en proporción a dicha alternativa, tanto en sus costos iniciales como de operación, se puede correr un análisis de beneficio-costo relativo, que resultaría en lo siguiente:

ALTERNATIVA	TIR social
A1: Guachaca-Buritaca Don Diego	60%
A2: Río Magdalena	49%
A3: Toribio-Córdoba- Guachaca-Buritaca	98%

Notas: se asumió un beneficio de 1,5

Notas: se asumió un beneficio de 1,5

Es decir, que la alternativa de Río Magdalena rinde un retorno social menor que las alternativas de Guachaca-Buritaca-Don Diego y a su vez, esta alternativa rinde menos retorno social que la de Toribio-Córdoba-Guachaca-Buritaca. Por lo tanto, a priori, se sugiere adoptar esta última opción, mientras se profundiza el conocimiento de campo sobre todos los ríos.

En síntesis, se considera pertinente actualizar el ejercicio, recogiendo tanto la percepción de un equipo interdisciplinario más amplio, la revisión de los criterios y parámetros escogidos, la valoración asignada a cada uno de ellos, la revisión de los costos asumidos, e incorporando los cambios que se han presentado desde 2014 a hoy en asuntos tales como el Pago por Servicios Ambientales, las posiciones y planteamientos de los indígenas y de Corpamag; la evolución de los actores y de la cobertura, usos del suelo y actividades productivas en la SNSM.

---

[1] Aparentemente el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial se ha basado en este estudio para hacer otros con la misma suposición: que el Río Magdalena es la mejor opción para incluir los municipios de SitioNuevo, PuebloViejo y Ciénaga, minimizando la condición ecológica de la zona, que alberga la via parque isla salamanca, que es zona Ramsar y que

sufre de un gran deterioro por las diferentes acciones humanas como la construcción de carreteras sin las debidas consideraciones de flujo de agua entre el río y la ciénaga y entre esta y el mar; todo ello adicionado con la entrada de aguas contaminadas y con alto contenido de sedimentos desde el río magdalena. Se trata de no inducir y fomentar el crecimiento de los asentamientos ya ubicados en dicha zona.

[2] Este informe analizó el informe 2A, específico sobre las alternativas; no se contó con los demás informes.

[3] Es importante resaltar que estas dos ciudades no cuentan con montañas importantes como la sierra Nevada de Santa Marta. Las tres tienen acceso al mar.

[4] Caudal crítico sería el caudal mínimo mensual registrado históricamente en el año de menor caudal, durantes los meses de más bajo caudal que son el primer cuatrimestre de cada año.

[5] Es interesante observar que varios ríos son de longitud corta pues provienen del nudo o mejor, Cuchilla de San Lorenzo, que es un pliegue suigeneris de la sierra, que da frente hacia el occidente, mientras que el resto de los ríos apuntan hacia el flanco norte de la sierra y son de mayor longitud.

[6] Incluso se menciona una cifra de alrededor de 2.3 billones de pesos, frente a una quinta parte o menos de las opciones desde la SNSM (versión por confirmar).

[7] La Universidad de los Andes usa sólo tres referentes, dos de los cuales parecen no ser apropiados para este caso.

[8] Mismas consideraciones que nota 7 anterior.

[9] Un caso paradójico es el actual, de rehabilitación de los Caños Hondo, Martinica, Renegado y Condazo, que llegan al borde del Santuario de Fauna y Flora de Ciénaga Grande de Santa Marta, que tiene varias zonas de manglar en mal estado, pero que no se consultó

con anterioridad para coordinar la “irrigación” de los mismos; si bien es cierto que las CAR no requieren licencia ambiental para este tipo de obras de restauración de condiciones “normales” de funcionamiento de los ecosistemas a su cargo, tambien es cierto que la “inyección” de 100 m3/s de agua ,con sedimentos y contaminación, necesaria y beneficiosa para los manglares y la ciénaga misma, requieren de diseños adicionales de captación y distribución dentro del santuario mismo, para garantizar los mejores resultados.

[10] El cruce de tuberías con agua presenta el riesgo de inducir asentamientos o actividades ilegales que se conectan fraudulentamente a la red.

[11] La dificultad de instalación de instrumentos de medición obedeció a la presencia de grupos armados ilegales principalmente, según el director seccional del IDEAM.

[12] Se descartan embalses, para minimizar el impacto ambiental y cultural, considerando sólo bocatomas con sus estructuras básicas necesarias.

[13] La microcentral hidroeléctrica de Santa Ana de la empresa de acueducto de Bogotá, aprovecha el agua de la tubería que viene de Chingaza, sin embalse, gracias a la propia presión por la caída. Es decir, que además de agua, se genera energía de manera “limpia”.

[14] Algunos de estos ríos tienen mejor instrumentación.

[15] La cooperación holandesa está respaldando un programa de uso eficiente en la actividad palmera, que podría extenderse a la actividad bananera, aunque existen algunas experiencias.

Carlos Fonseca Zarate

Foto tomada de: https://www.santamarta.gov.co/