

ANALISIS AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA, SUS
ACTORES PRINCIPALES Y LA AFECTACIÓN EN EL SUMINISTRO DE AGUA
POTABLE PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI.
¿QUE ACCIÓN TOMAR?

GUSTAVO EDUARDO MORENO ANGULO

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
JUNIO DE 2014

ANALISIS AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA, SUS
ACTORES PRINCIPALES Y LA AFECTACIÓN EN EL SUMINISTRO DE AGUA
POTABLE PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI.
¿QUE ACCIÓN TOMAR?

GUSTAVO EDUARDO MORENO ANGULO

Trabajo de grado para optar el título de Maestría en Ingeniería Industrial con
énfasis en Calidad y Medio Ambiente

Director

ANDRÉS LÓPEZ ASTUDILLO

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI,
JUNIO DE 2014

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a los funcionarios de acueducto de Emcali y de hidrología de la Corporación CVC, que facilitaron la información para poder realizar este proyecto de grado.

Igualmente a los Docentes de la Universidad ICESI, particularmente a Andrés López Astudillo que desde la época de la Especialización en Gerencia del Medio Ambiente, hemos tenido muchas discusiones sobre temas ambientales y de sostenibilidad ambiental para el Valle del Cauca.

Al Docente Fernando Antonio Arenas por sus explicaciones para comprender el Pensamiento Sistémico.

Al Docente Leonardo Rivera por introducirme a la difícil disciplina de Investigación de Operaciones como a Carlos Alberto Cuesta, quien con su paciencia me ayudo a entender los principios de la Estadística y el uso de Minitab.

Finalmente a mi esposa María Clara Buenaventura por apoyar estos años de estudio.

CONTENIDO

	Pág.
i. GLOSARIO	10
ii. RESUMEN	12
1. INTRODUCCIÓN	15
2. CONTEXTO DEL CASO DE ESTUDIO	20
3. OBJETIVO DEL PROYECTO	24
3.1 Objetivo general	24
3.2 Objetivos específicos	24
4. ALCANZE DEL PROYECTO	25
5. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	26
6. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA Y DE LOS ACTORES PRINCIPALES EN EL TERRITORIO QUE AFECTAN EL CIERRE DE LAS BOCATOMAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE PUERTO MALLARINO	28
6.1 Sistema de servicio de acueducto y alcantarillado (A)	28
6.2 Sistema de biodiversidad y servicio ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca (B)	28
7. DESCRIPCIÓN DE LOS EVENTOS, LAS VARIABLES ESTRATÉGICAS Y LOS ACTORES RELACIONADOS CON EL ANALISIS EXPLORATORIO DE LA SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO DE LA CIUDAD DE CALI.	36

8. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS Y EFECTOS QUE CONSTITUYEN LA PROBLEMÁTICA QUE GENERA LA SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO PARA LA CIUDAD DE CALI	47
8.1 Aspectos técnicos	52
8.2 Índices de contaminación	56
8.3 Plan maestro de alcantarillado	59
8.4 Cuenca del río Palo	63
8.5 El agua como recurso competitivo	67
9. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DEL JUEGO DE LOS ACTORES QUE ACTUAN SOBRE LA CUENCA ALTA DEL RIO CAUCA.	71
9.1 Juego de Actores	71
9.2 Identificación de los retos estratégicos y los objetivos asociados en lo ambiental y desarrollo sostenible	78
9.3 Comentarios	85
10. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS SOBRE TIEMPOS DE PARADAS POR ALTA CARGA CONTAMINANTE Y ALTA TURBIEDAD	92
11. ANALISIS DE RESULTADOS	98
12. ESCENARIOS EXPLORATORIOS	109
12.1 Posibles Efectos del Cambio Climático para la Cuenca Alta del río Cauca	120
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
14. BIBLIOGRAFIA	139
16. ANEXOS	141

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Componentes y Actores.	40
Tabla 2. Síntesis de los eventos desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012	43
Tabla 3. Síntesis de los eventos por Alta turbiedad desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.	44
Tabla 4. Síntesis de los eventos por Alta turbiedad desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.	46
Tabla 5. Caudal Medio Multianual río Palo	66
Tabla 6. Características fisicoquímicas y microbiológicas del río Palo	66
Tabla 7. El Juego de Actores en el abastecimiento de agua para la ciudad de Cali	72
Tabla 8. Identificación de los Retos Estratégicos y los Objetivos Asociados en lo Ambiental y Desarrollo Sostenible	83
Tabla 9. MAO. Matriz de las posiciones de los actores	84
Tabla 10. Resumen tiempos de cierre de las bocatomas de la planta de Puerto Mallarino en el periodo 2000 – 2012	92
Tabla 11. Resumen de los eventos por alta carga contaminante	93
Tabla 12. Resumen de los eventos por alta turbiedad	95
Tabla 13. Resumen Eventos por alta carga contaminante y alta turbiedad 2000 - 2012	97

	Pág.
Tabla 14. Índice Departamental de competitividad	114
Tabla 15. Escenarios propuestos para la cuenca alta del rio cauca	117
Tabla 16. Cronograma del PSMV	133
Tabla 17. Cronograma del PSMV continuación	134
Tabla 18. Presupuesto del PSMV	135
Tabla 19. Presupuesto Sistema de Drenaje	135

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Tiempo de cierre por año por alta carga contaminante	94
Grafica 2. Tiempo de cierre anualizado por alta turbiedad	96
Grafica 3. Tiempo de cierre por alta turbiedad 2000-2012	98
Grafica 4. Tiempo de cierre por alta carga contaminante 2000-2012	99
Grafica 5. Grafico de cajas caudal ríos Cauca y Palo por cierre de bocatoma	100
Grafico 6. Grafico de cajas caudal ríos Cauca y Palo por eventos de alta Carga contaminante	101
Grafico 7. Precipitación en el sur y alta contaminación del rio Cauca	102
Grafico 8. Grafico de cajas caudales ríos Cauca y Palo sin eventos	103
Grafico 9. Caudal del Rio Cauca a la altura de la Estación de Juanchito	105
Grafico 10. Niveles y volúmenes de reserva en el embalse Salvajina para garantizar un caudal diario mínimo en Juanchito el 95% del tiempo	107
Grafico 11. Áreas en periodo de invierno	121
Grafico 12. Áreas en periodo de verano	121

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama Sistémico para el estudio de cierre de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino	28
Figura 2. Ciclo hidrológico completo del agua completo e incompleto	33
Figura 3. Ciclo hidrológico incompleto del agua	34
Figura 4. Eventos de parada por Alta Turbiedad en Planta Puerto Mallarino	37
Figura 5. Eventos de parada por Alta Carga Orgánica en Planta Puerto Mallarino	38
Figura 6. Vista aérea localización canal Sur, bocatomas Planta Puerto Mallarino, río Palo y Cauca	39
Figura 7. Presentación Grafica de Causa y Efecto del problema	41
Figura 8. Condición de transición del río Cauca – DBO5	56
Figura 9. Variación de la calidad del agua del río Cauca	57
Figura 10. Conexiones erradas	58
Figura 11. Canales de aguas lluvias y ríos de la ciudad	59
Figura 12. Calidad del agua del río Cañaveralejo en su recorrido	61
Figura 13. Calidad del agua del río Meléndez en su recorrido	62
Figura 14. Cuenca del río Palo	65
Figura 15. Condiciones del suelo en la zona plana del valle del cauca	87

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Síntesis de los eventos desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.	141
Anexo B. Síntesis de los eventos por Alta Turbiedad desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.	152
Anexo C. Síntesis de los eventos por Alta Contaminación desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.	155
Anexo D. Series de tablas de eventos anualizados.	166

i. GLOSARIO

Albedo: Es una medida utilizada por los astrónomos para describir la cantidad de luz solar reflejada por la superficie de un planeta.

Acuífero: Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas.

Aguas Subterráneas: Las subálveas y las ocultas debajo de la superficie del suelo o del fondo marino que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares.

Contaminación difusa: Es aquella que no se identifica con un vertimiento puntual y que por consiguiente hace más difícil su seguimiento, estando asociada principalmente con usos agropecuarios, residuos sólidos y escurrimiento superficial.

Contaminación puntual: Se refiere a los vertimientos provenientes principalmente de residuos sólidos, residuos industriales y urbanos y minería.

Cuenca hidrográfica: Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como unidad funcional.

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase:

rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Resiliencia: Capacidad de los ecosistemas para absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características naturales de estructura y funcionalidad, es decir, regresar a un estado similar al original una vez que la perturbación ha terminado.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

ii. RESUMEN

Desde el año 2000, es notorio como el suministro de agua potable para la ciudad de Santiago de Cali, viene sufriendo por el cierre de las Bocatomas de la Planta de Tratamiento de Puerto Mallarino en razón de la alta turbiedad y la alta contaminación del río Cauca al sur de la ciudad, siendo la primera por el deterioro de la cuencas alta del río Cauca y la segunda principalmente por la carga contaminante que llega al canal Sur por vertimientos de aguas servidas a los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, como las conexiones erradas que llegan a los canales de aguas lluvias (Canal de Ferrocarril), que conforman el sistema de drenaje Sur que llegan al canal Sur y este al río Cauca aguas arriba de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino.

Este deterioro de la cuenca alta del río Cauca y de las cuencas de sus ríos tributarios al sur de la ciudad de Santiago de Cali, se traduce que entre el año 2000 al 2012, el número de eventos de suspensión de suministro de agua potable por alta carga orgánica en la Planta de Puerto Mallarino, suman 475 suspensiones de la planta, que van en promedio de duración de 54 minutos a tres horas y quince minutos¹, dejando un millón 600 habitantes sin servicio de agua potable.

Para la comprensión de estos eventos se abordó primero desde diagrama de causa-efecto, para después desarrollar una estructura sistémica que nos permitiera visualizar conexiones invisibles que se están dando en la cuenca alta del río Cauca, y las consecuencias ambientales de las acciones que los diferentes actores producen al actuar sobre el territorio.

¹ EMCALI. La empresa cuenta con la planta de San Antonio que se abastece del río Cali y la planta de la

Esta visualización sistémica del territorio distingue dos (2) sistemas uno natural conformado por la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ofrece la cuenca alta del río Cauca y un segundo sistema cultural-tecnológico, conformada por la actividad humana sobre el territorio, como son los centros urbano, sus actividades económicas y las obras de infraestructura como por ejemplo el embalse de Salvajina y el sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Cali.

El trabajo de grado busca a partir de la construcción de un diagrama de sistemas suaves, que nos permita visualizar y relacionar los dos grandes sistemas que componen el suministro de agua potable para el la ciudad de Cali y el corredor Industrial Cali – Yumbo: el sistema de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de la cuenca Alta del río Cauca al sur de la ciudad de Santiago de Cali y el Sistema de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad Santiago de Cali. A partir de los datos suministrados por los funcionarios de EMCALI² y de la Corporación CVC³ se escogió para el diagrama de sistema propuesto los ríos PALO, CAUCA, LILI, MELENDEZ y CAÑAVERALEJO, EL CANAL SUR y el EMBALSE SALVAJINA y a partir de los datos que se tienen sobre el caudal diario de estas fuentes que dio la oficina de hidrología de la Corporación CVC versus los datos de cierre de la bocatoma de la planta de tratamiento del río Cauca Puerto Mallarino entregados por EMCALI.

De la valoración estadística y las herramientas de evaluación cuantitativa y cualitativa se determino una relación directa entre el alto niveles de lluvia en la cuenca del río Palo, río Lili, Meléndez y Cañaveralejo, los canales recolectores de lluvia de la parte sur de la ciudad de Cali (Canal de Ferrocarril) que terminan en el canal Sur, y los niveles de turbiedad y los cierres de las bocatomas de la Plantas de Puerto Mallarino. A partir del análisis de la problemática descrita en el

² JIMÉNEZ, Alfredo Urbano. Ing., Gerencia de Acueducto de EMCALI,

³ RAMÍREZ, Oscar. Ing., Grupo de Hidrología de la Corporación CVC.

Documento CONPES 3624 PROGRAMA PARA EL SANEAMIENTO, MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA⁴, y del árbol de causas y efectos elaborado para la región, se escogieron de dicho entorno, a los actores involucrados en el análisis sistémico del problema del cierre de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino. Se señala por cada actor su responsabilizas legal e institucional, se identifica sus retos estratégicos y los objetivos asociados, se señala para cada actor sus objetivos y donde están las convergencias y divergencias entre ellos. Finalmente se recomienda para cada actor las acciones presentes y futuras para revertir el deterioro de la cuenca alta del río Cauca y el cumplimiento riguroso del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 2007 – 20016 por parte de EMCALI ESP y la Autoridad ambiental de la ciudad DAGMA.

⁴ Departamento Nacional de Planeación – DNP, Bogotá D.C., 20 de Noviembre de 2009, pagina 21

1. INTRODUCCIÓN

El agua será el centro de los conflictos sociales del siglo XXI

Ismail Serageldin

Vicepresidente del Banco Mundial

En miras de entender el porqué de los cierres de las bocatomas de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino que surte de agua potable al 80% de la población de la ciudad de Santiago de Cali en los últimos trece años (2000 a 2012), este proyecto de grado aborda la conexión que existe entre un uso y ocupación del territorio, la cual deteriora la dinámica de los servicios ecosistémicos que este ofrece, que en nuestro caso es el agua y su calidad, en razón de la deforestación y la contaminación tanto puntual como difusa de los ríos de la cuenca alta del río Cauca en un entorno de cambio climático y el suministro de agua potable por parte de la Planta de tratamiento de Puerto Mallarino para sostener la matriz urbana y productiva de la ciudad de Cali.

Disciplinas intelectuales como la de Pensamiento Sistémico, la cual nos señala que detrás de los eventos se esconden patrones que obedecen a la estructura del sistema, muchas de ellas ocultas a la mirada del neófito, que abordarlas requiere de nuevas disciplinas como las teorías de la complejidad, de la visión sistémica de la Vida como lo menciona Fritjof Capra⁵, *“se trata de un desarrollo conceptual de la vanguardia de la ciencia,(...) que se mueve hacia la formulación de una teoría de los sistemas vivos por medio del desarrollo de una nueva teoría matemática llama dinámicas de sistemas no lineales, (...) se trata de un desarrollo de la*

⁵ CAPRA, Fritjof. Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y Biológicas de una nueva visión del mundo. Editorial Anagrama, S.A., 2003. Pág., 20 y siguientes.

ecología profunda de los ochenta, lo que representa un verdadero punto de inflexión conceptual”.

Otra herramienta empleada en este trabajo de tesis es la Estadística, donde a partir de los métodos cuantitativos y cualitativos permitió comprender como por ejemplo como se ha venido comportando los caudales diarios (mts³/seg) de los ríos Palo y Cauca entre los años 2000 y 2012, lo cual deajo conocer su variabilidad y su tendencia a través del tiempo. Desde la mirada cualitativa de estas variables, se construyeron Diagramas de Cajas y Bigotes, lo cual ofreció información visual y resumida de las variables estudiadas cuantitativamente y con base en los cuartiles y observar los valores atípicos de los caudales en los trece (13) años de abarca la información analizada⁶, ayudando a visualizar lo que esta ocurriendo en la cuenca alta del río Cauca y de su rio principal el Cauca.

Finalmente mediante el método de escenarios se identificaron las variables estratégicas, se escogieron los actores principales, se identificaron los objetivos asociados, se elaboro la matriz de las posiciones de los actores por objetivos y se presento unos escenarios posibles teniendo presente las tendencias fuertes y las nuevas tendencias emergentes.

Esta cuenca alta del rio Cauca forma parte de un gran sistema Tierra, que como nos comenta Carl Sagan⁷, “desde que por primera vez la humanidad pudo observa al planeta Tierra desde el espacio exterior con su fondo oscuro compartiendo la experiencia de Alexei Leonov, el 18 de marzo de 1965, al salir de la capsula espacial *Voskbot* 2 y dar un “paseo espacial”, lo que vio fue una inmensa esfera azul, rodeada de un delicado arco azul en el horizonte: es la delgada atmosfera de la Tierra, vista tangencialmente”.

⁶ CUESTA Muñoz Carlos Alberto. Extracto de la presentación en PPT “Probabilidad y Estadística”. 2012

⁷ SAGAN , Carl. Un Punto Azul Pálido. Una Visión del Futuro Humano en el Espacio. Editorial Planeta. S. A. 2003 Pág. 218.

Es esta atmosfera la que esta siendo alterada por los residuos industriales, los gases de efecto invernaderos y las sustancias que atacan la capa protectora de ozono, lo cual representa un peligro para nosotros mismos”.

Autores pioneros como Raquel Carson⁸, afirma en su libro “*La Primavera Silenciosa*” que data de 1960 que “la industria química apoyada en los desarrollos de la química orgánica a logrado producir miles de nuevas moléculas muchas de ellas utilizadas por el sector agrícola y agroindustrial, productos químicos que se diseminan por los sembrados o por los bosques o por los jardines, se alojan durante largo tiempo en las cosechas y penetran en los organismos vivos, pasando de uno a otro en una cadena de envenenamiento y de muerte”.

Otro autor como Ulrich Beck⁹, plantea ya en Bamberg, en mayo de 1986, que “como consecuencia de la transformación técnico- industrial y de la globalización, la naturaleza ha quedado incluida en el sistema industrial. Al mismo tiempo, se ha convertido en el presupuesto insuperable del modo de vida en el sistema industrial. La dependencia respecto del consumo y del mercado vuelve a significar ahora de una nueva manera la dependencia respecto de la «naturaleza», y esta dependencia inmanente del sistema de mercado respecto de la «naturaleza» se convierte en y con el sistema de mercado en la ley del modo de vida propio de la civilización industrial. Contra las amenazas de la naturaleza exterior hemos aprendido a construir cabañas y a acumular conocimientos. Por el contrario, estamos entregados casi sin protección a las amenazas industriales de la segunda naturaleza incluida en el sistema industrial. Los peligros se convierten en polizones del consumo norma. Viajan con el viento y con el agua, están presentes en todo y atraviesan con lo más necesario para la vida (el aire, el alimento, la ropa, los muebles) todas las zonas protegidas de la modernidad, que están controladas tan estrictamente”.

⁸ CARSON, Rachel L. *La Primavera Silenciosa*. Pág. 19. Crítica, S.L.,

⁹ BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A., 1998
Pág. 8.

“En el proceso de modernización quedan liberadas cada vez más fuerzas destructivas y esto en una medida ante la cual la inteligencia humana que perpleja. Argumentado sistemáticamente desde el punto de vista de la historia social, en continuidad de los procesos de modernización más tarde o más temprano comienza a solaparse las situaciones y conflictos sociales de una sociedad *repartidora de riqueza* con las de una sociedad *repartidora de riesgos*”.

Y más recientemente los profesores John Bellamy Foster, Brett Clark y Richard York¹⁰ en su libro “ *La Grieta Ecológica*” plantean que “el Planeta esta ahora dominado por una tecnología potente pero alienada de la humanidad – alienada de ambos la naturaleza y de el mismo: y desde aquí finalmente, la destrucción de todo a su alrededor. Y no se trata solamente de la sostenibilidad de la sociedad humana, sino la diversidad de la vida en el Planeta”.

“Es común ver hoy en día esta grieta ecológica simplemente en términos de cambio climático y no como un problema de nuestro modo de producción, pero para el centro de Resiliencia de Stockholmo que ha desarrollado un análisis de *nueve limites planetarios* que son cruciales para mantener el Sistema-Tierra medioambiental donde la humanidad pueda existir con seguridad, es un problema del modelo económico, donde cambio climático es uno de ellos, los otros son la *acidificación de los mares, la perdida de la capa de ozono, los ciclos de nitrógeno y fosforo, el uso del agua, cambio en el uso del suelo, la perdida de la biodiversidad, la carga de la atmosfera con aerosoles y la contaminación química*”.

“Tres de estos procesos ya alcanzaron y cruzaron los limites planetarios: cambio climático, el ciclo de nitrógeno y la perdida de biodiversidad. Cada uno de ellos se ha constituido en una *grieta extrema* en el sistema planetario”.

¹⁰ FOSTER., John Bellamy The Ecological Rift., et al. Monthly Review Press. 2010. Pág. 14.

Es desde estas miradas que abordamos el estudio del deterioro ambiental de la cuenca alta del río Cauca y la afectación en el suministro de agua potable para la ciudad de Santiago de Cali, el comportamiento de los actores, en el sugerir desde una prospectiva exploratoria cual será la tendencia para los próximos años en el suministro de agua desde la Planta de Puerto Mallarino.

2. CONTEXTO DEL CASO DE ESTUDIO

Las civilizaciones a lo largo de la historia se han desarrollado siempre cerca de una fuente de agua. Es el agua el elemento básico para la construcción de una civilización particularmente una civilización tecnológica que requiere grandes cantidades de energía eléctrica y comida. De allí que no haya desarrollo humano sin conexión con el agua. Pocas tierras están exentas de la presencia del agua, y aquellas regiones áridas donde el agua no es visible pueden tener corrientes subterráneas o ríos efímeros.

Theodor Schwenk¹¹, director del Instituto localizado en Herrischried (Austria) menciona que “la relación de la humanidad con el agua ha cambiado completamente durante los últimos siglos. En la antigüedad, se celebraban ceremonias religiosas al agua, pues los hombres sentían que en ella se encontraban entidades espirituales a las cuales solamente se podían acercar con gran reverencia. Las Divinidades del agua – *los dioses del agua* – con frecuencia aparecían en la mitología. El agua es la “materia-vida” de nuestra tierra. Por doquier haya vida, se encuentra agua. No es extraño entonces que el sacramento del bautismo se proceda delante de la pila bautismal y sea el agua el elemento que simboliza lo intermediario entre el mundo espiritual – el ser recién encarnado y el mundo terrestre. Cuando se pone al niño literal y figurativamente en contacto con esta sustancia “*santificada*”, él puede vivenciar a través de esta agua bautismal, que en la tierra no sólo existe materia muerta, sino sustancia viva. El agua la experimentamos como el disolvente universal por excelencia, que no solidifica con facilidad sino que permanece abierto a las influencias externas, sin forma, listo para acoger la forma del recipiente que lo acoja. Ha medido que el hombre aprendió más sobre el aspecto físico del agua y usarlo en aplicaciones

¹¹ SCHWENK, Theodor. Sensitive Chaos. Rudolf Steiner Press. London, 1965. pág., 9.

técnicas y comerciales dirigidas exclusivamente a obtener lucro, lo alejo de la esfera de la vida y con ello su conocimiento sobre el alma y el espíritu de este elemento se desvaneció”.

“La humanidad no solamente ha perdido el contacto con la naturaleza espiritual del agua, sino que ahora corre el riesgo de perder su sustancia física. La desaparición de miles de arroyos alrededor del mundo es un síntoma de este proceso, causando un drama gigantesco a gran parte de la población mundial. Un prerrequisito para una acción práctica efectiva, es el de redescubrir en una forma moderna la olvidada *naturaleza espiritual* de estos elementos cuya naturaleza es el fluir”.

Este valle geográfico único del departamento del Valle del Cauca tiene el privilegio de ser un valle ecuatorial (Paralelo 3°N – 4,60° N) situado a 1.000 metros sobre el nivel del mar, es además cruzado de sur a norte por el río Cauca, que naciendo en el Macizo Colombiano cerca del páramo de Sotará, termina en el Brazo de la Loba en el río Magdalena después de recorrer 1.204 kilómetros. Es a sus orillas que se encuentra la ciudad de Santiago de Cali y los acueductos Puerto Mallarino y Cauca que con una oferta mínima promedio por parte del río Cauca de 140 m³/seg, puede atender la demanda de agua para la ciudad. El consumo doméstico de la ciudad es de 14.8 m³/seg, el de la industrial de 1.10m³/seg y el agrícola 2.40m³/seg.

En su recorrido por el departamento del Cauca pasa por los municipios de Popayán, Santander de Quilichao y Puerto Tejada lo cual incide en el deterioro ambiental del río. Esta zona cuenta con la presencia de tres ingenios azucareros, fabricas de producción de Papel, fabrica de alimentos y bebidas y un numero importante de factorías livianas atraídos por las bondades de la ley 218 de 1994 o Ley Páez. Otra actividad que perjudica al río Cauca es la actividad minera, como

el oro, carbón y bauxita en los municipios de Suárez y Buenos Aires contaminando los ríos que llegan al río Cauca¹².

Cuando el río Cauca llega al Valle del Cauca, recibe la carga orgánica del municipio del Jamundí y las aguas contaminadas que se vierte por el canal Sur, por las conexiones erradas y los vertimientos de aguas residuales a los ríos Lili, Meléndez, Cañaveralejo mas los canales de aguas lluvias del canal ferrocarril que terminan en el colector CVC – SUR, que pasando por el lado izquierdo del basurero de Navarro, termina en el río Cauca, cuatro (4) kilómetros antes de las bocatomas de la planta de Puerto Mallarino, le generan niveles de contaminación que oscilan entre 14 ton/día de DBO en verano y 125 ton/día de DBO al inicio del invierno, es uno de los problemas más graves que afronta la ciudad¹³.

Lo anterior asociada a la destrucción de las cuencas de sus ríos tributarios al sur del municipio de Santiago de Cali, particularmente la cuenca del río Palo, obligan a detener el proceso de tratamiento de las aguas del río Cauca y el suministro de agua potable a gran parte de la ciudad de Cali y con ello afectando entre otros al corredor industrial Cali - Yumbo. Desde el año 2000 se viene reportando un incremento de los eventos de turbiedad y disminución de oxígeno disuelto contenido en las aguas del río Cauca a la altura de las bocatomas de la plantas de tratamiento Puerto Mallarino y Río Cauca.

El agua del río Cauca no puede ser tratada por las planta de tratamiento Puerto Mallarino y Río Cauca, si viene con un nivel de oxígeno inferior a tres miligramos por litro. Tampoco si su nivel de turbiedad supera las tres mil partículas por metro cúbico de agua. Lo que se ha registrado en los últimos años es que estos eventos de turbiedad y falta de oxígeno del agua del río Cauca se presenta cada vez con mayor frecuencia y mayor duración.

¹² Conpes 3624 de 2009. Pág., 7

¹³ DAGMA. Hacia una Ciudad Región con Sustentabilidad Ambiental. Lineamientos para la construcción de una política ambiental municipal. Septiembre de 2009. Pág. 36

Lo anterior parece que se acentuara en los próximos años, pues de acuerdo al diagnóstico operativo del territorio departamental¹⁴ para el Plan de Ordenamiento Territorial departamental, se viene presentando “que las zonas de productividad agrícola, pecuaria, industrial y forestal que consumen bienes y servicios ambientales están ocasionando en muchos casos su desbalance lo que pone en riesgo su permanencia en el tiempo y la productividad de los suelos. Adicionalmente su crecimiento sin respetar una matriz ecológica básica de escala regional acentúa problemáticas relacionadas con las amenazas por inundación.

¹⁴ Diagnóstico Integral y Sistémico para el Ordenamiento Territorial Departamental elaborado por la Universidad de San Buenaventura de Cali para la Gobernación del Valle del Cauca, mediante Convenio Especial de Cooperación Técnica y Académica N° 0899 de 2013, presentado el 19 de Mayo de 2014. Pagina 701 – 706.

3. OBJETIVO DEL PROYECTO

3.1 Objetivo General

Desde un análisis ambiental de la cuenca alta del río Cauca, construir un dinámica de causalidades y actores que constituyen los sistemas que influyen sobre el deterioro o mejora de dicha cuenca y sus servicios ecosistémicos y la calidad del agua del río Cauca y de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, estableciendo su relación con los cierres de la bocatoma del sistema de potabilización de agua de la Planta de Acueducto de Puerto Mallarino de EMCALI.

3.2 Objetivos específicos

- A. Descripción de los aspectos ambientales de la cuenca alta del río Cauca y de los actores principales en el territorio que afectan el cierre de las bocatomas de la planta de tratamiento de Puerto Mallarino.
- B. Descripción de los eventos, las variables estratégicas y los actores relacionados con el análisis exploratorio de la suspensión del suministro de agua potable por cierre de la planta de tratamiento de Puerto Mallarino de la ciudad de Cali.
- C. Descripción de las causas y efectos que constituyen la problemática que genera la suspensión del suministro de agua potable para la ciudad de Cali.
- D. Presentación y Análisis del juego de los actores que participan en el territorio de la cuenca alta del río Cauca.
- E. Presentación de los datos sobre tiempos de parada por alta carga contaminante y alta turbiedad de la planta de tratamiento de Puerto Mallarino de la ciudad de Cali.
- F. Presentar el análisis de los resultados.
- G. Presentar los escenarios exploratorios.
- H. Conclusión y recomendaciones.

4. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto esta circunscrito a la cuenca alta del río Cauca, al estudio de deterioro de la misma, al comportamiento de los caudales de los ríos Palo, Cauca, a la calidad de las aguas de los ríos Meléndez y Cañaveralejo que terminan en el canal Sur y a la Planta de tratamiento de agua potable de Puerto Mallarino de la ciudad de Santiago de Cali.

El proyecto busca a partir de siete (7) variables estratégicas y de dos (2) situaciones ambientales (caudales y precipitaciones) conocer como se afecta la cuenca alta del río Cauca los ríos Cauca, Palo, Meléndez y Cañaveralejo, como el manejo del embalse Salvajina y relacionarlos con el cierre de las bocatomas de la Planta de potabilización del rio Cauca Puerto Mallarino.

A partir de la correlación de los datos de (caudales) para los ríos Palo y Cauca y (precipitaciones) en la parte sur de los ríos Meléndez y Cañaveralejo, presentar como se comportan los seis (6) actores principales que inciden sobre el territorio y en el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Cali.

Se explora algunas de las tendencias de la relación dinámica entre los actores y el sistemas de biodiversidad y servicios ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca y el de la ciudad de Santiago de Cali y su sistema de servicios de acueducto y alcantarillado.

5. METODOLOGIA DEL PROYECTO

Entender la dinámica de estructuras complejas que intervienen en un proceso como es el abastecimientos de agua para una ciudad como Santiago de Cali, es conocer el estado ambiental del territorio estudiar e los ciclos de causa y efecto que constituyen los sistemas que intervienen y soportan el suministro de agua en un territorio. Es conocer por ejemplo los caudales medios diarios de los ríos Palo¹⁵, como del río Cauca¹⁶, puesto que el primero juega un rol muy importante por ser la cuenca del rio Palo por su extensión de 1521 Km², que incluye los ríos Güengüe, Paila y Jámbalo, la mayor aportante tanto de agua al río Cauca como de sedimentos, entre el embalse de Salvajina y la Planta de Puerto Mallarino.

A. Presentación del marco de referencia donde este la reseña histórica sobre el desarrollo de la infraestructura para el suministro de agua potable para la ciudad de Santiago de Cali.

B. Presentación de los datos sobre tiempos de paradas por alta carga contaminante y alta turbiedad. Primero se busco la información base de los cierres de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino entre los años 2000 al 2012, por parte de EMCALI, para conocer como se estaba comportando los cierres de las bocatomas, sus frecuencias y duración, por alta contaminación o por alta turbiedad.

¹⁵ La estación Hidrométrica base utilizada, esta situada sobre el río Palo, Municipio de Puerto Tejada de la Corporación CVC: Cuenca del rio Palo. Coordenada Norte Palo 848,996,698; Coordenada Este Palo 1,072,797.735; Altura Estación 965,28 BM; Caudal máximo histórico = 271,86 m³/ seg el 6 de diciembre de 2011; Caudal Medio histórico = 37,04 m³/ seg.

¹⁶ La estación Hidrométrica Juanchito, Municipio de Candelaria de la Corporación CVC: Coordenada Norte Juanchito 873335,21; Coordenada Este Juanchito 1066958,64; Altura Estación 956,28 BM; Caudal máximo histórico = 1134,50 m³/ seg el 16 de diciembre de 2011; Caudal Medio histórico = 317,06 m³/ seg.

C. Presentación de los elementos relevantes que intervienen en el territorio que afectan el cierre de las bocatomas de la Planta de tratamiento de puerto Mallarino, mediante un diagrama que muestra la estructura del sistemas, la cual representa una visión sistémica de la dinámica y la interrelación entre el sector de servicio de acueducto y agua potable [derecha], con el sector de biodiversidad y servicios ecosistémicos [izquierda], de cuya interacción le permite que a la ciudad de Santiago de Cali le llegue el suministro de agua potable a partir del rio Cauca.

D. Presentación del Juego de Actores, su misión y relación con los otros actores. Identificación de los objetivos asociados a las variable estratégicos. Desarrollo de la Matriz MAO.

E. Análisis de los datos y su descripción estadística mediante el programa Minitab 16.

F. Presentación de Escenarios

6. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA Y DE LOS ACTORES PRINCIPALES EN EL TERRITORIO QUE AFECTAN EL CIERRE DE LAS BOCATOMAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE PUERTO MALLARINO.

Para visualizar el territorio, sus elementos naturales y los actores que intervienen directa o indirectamente en la protección de los servicios ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca quien suministra el agua a la planta de potabilización de Puerto Mallarino de la ciudad de Santiago de Cali, (*ver la figura 1*)¹⁷, la cual esta dividida por la línea O – Ó que separa el Sistema de Servicio de Agua y Alcantarillado de la ciudad de Cali del Sistema de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de la Cuenca Alta del río Cauca.

Diagrama de la Estructura Sistémica para el estudio de cierre de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino

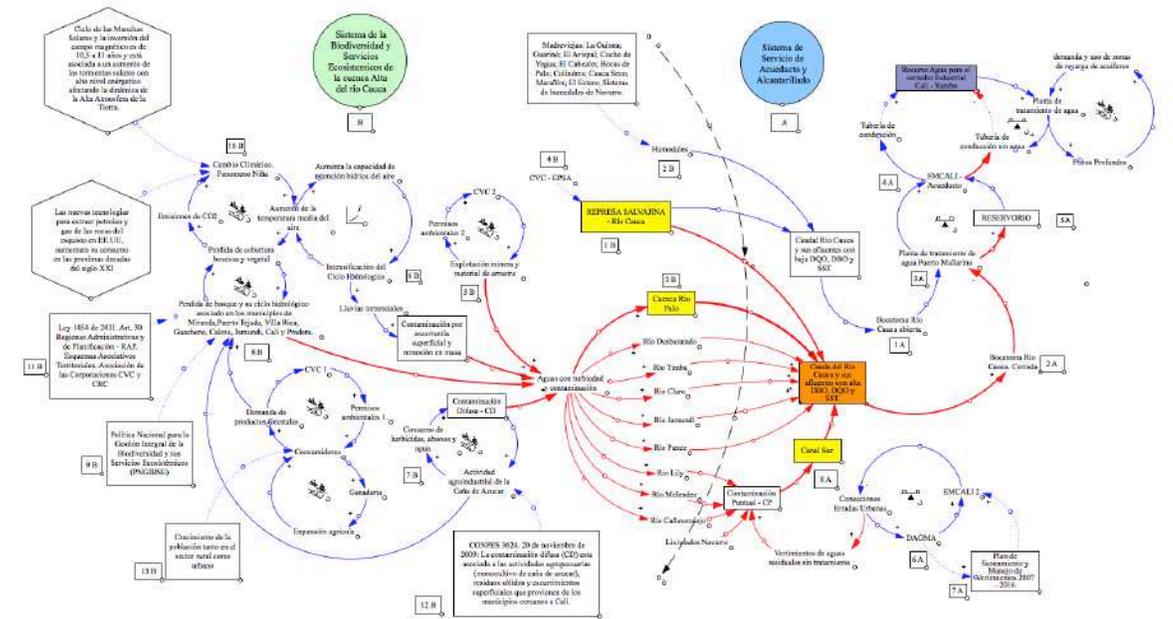


figura N° 1

¹⁷ Autoría del autor

El diagrama representa una visión sistémica de la estructura, la dinámica y la interrelación entre el sector de servicio de acueducto y agua potable [derecha], con el sector de biodiversidad y servicios ecosistémicos [izquierda], de cuya interacción le permite que a la ciudad de Santiago de Cali le llegue el suministro de agua potable a partir del río Cauca.

6.1 Sistema de servicio de acueducto y alcantarillado (A)

- 1 A. - Bocatoma Río Cauca abierta. Punto de entrada de agua para el tratamiento en la planta de Puerto Mallarino.
- 2 A. – Bocatoma Río Cauca cerrada.¹⁸
- 3 A. - Planta de tratamiento de agua Puerto Mallarino, cuenta con una capacidad nominal de 6,6 m³/s, se encuentra ubicada al nororiente de la ciudad de Cali, en el barrio Andrés Sanín, y es la encargada de suplir aproximadamente el 60% de la demanda de agua potable de la ciudad. Pertenece a la zona conocida como "la Red Baja" la cual tiene como fuente de abastecimiento al Río Cauca.
- 4 A. – EMCALI, nace como una empresa del municipio de Santiago de Cali, para ofrecer los servicios de acueducto y alcantarillado, organización de plazas de mercado, mataderos. Creada en 1931, por virtud del acuerdo número 13 del Consejo Municipal de Santiago de Cali. Mediante Acuerdo N° 50 del 1 de diciembre de 1961, pasa a ser el establecimiento público Empresas Municipales de Cali EMCALI.
- 5 A. - El Reservorio, es un embalse con capacidad para 80.0000 metros cúbicos, el cual fue construido por Emcali para superar los inconvenientes que afrontan la ciudad por la obligada suspensión en el abastecimiento de

¹⁸ El cierre de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino se hace cuando por alta turbiedad el oxígeno disuelto (OD) en el río Cauca cae por debajo de 5 parte por millón (ppm o ml/l) o por contaminación.

agua potable cada que se deteriora las condiciones del río Cauca. Durante los últimos 10 meses del 2013 la efectividad del reservorio ha sido puesta a prueba en 28 oportunidades en las que el río Cauca ha presentado alta contaminación y/o alta turbiedad, situación que ha pasado desapercibida para los usuarios. Su capacidad alcanzara para abastecer de agua durante seis horas a los abonados de acueducto que reciben el agua potable de la planta de puerto Mallarino.

- 6 A. - DAGMA, Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente es la autoridad ambiental de la ciudad de Santiago de Cali a quien le compete hacerle seguimiento al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, presentado por la Empresas Municipales de Cali EMCALI ESP.
- 7 A. - Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, ordenado por el artículo 12 del Decreto 3100 de octubre de 2003, del Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MTVDT, es el “conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas de inversiones para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente”.
- 8 A. - El Canal CVC - Sur, se ejecuto en 1962 mediante el cual se intercepto los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. De este modo, se realizó el primer cambio en el cauce del río Cañaveralejo, pues históricamente éste desembocaba en el cauce del río Meléndez, siendo uno de sus principales afluentes en la zona urbana de la ciudad de Cali.

6.2 Sistema de biodiversidad y servicio ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca (B)

- 1 B. – Represa Salvajina, desde su puesta de funcionamiento en septiembre de 1985, la operación de Salvajina ha estado a cargo del Comité de Operación quien mensualmente analiza la situación del sistema eléctrico regional y con base en el nivel del agua del embalse y el pronóstico del caudal afluente se cumple con las reglas de operación que establece las siguientes restricciones:
 - a. Los caudales en Juanchito no superen el caudal máximo regulado en 30 años o sea igual al máximo recomendado de $900 \text{ m}^3/\text{s}$ para el control de las inundaciones.
 - b. Los caudales en Juanchito sean superiores a $170 \text{ m}^3/\text{s}$, limite establecido como mínimo para lograr el alivio de contaminación. Esta restricción obedece a criterios de calidad del agua y a niveles de agua mínimos en el río para garantizar la captación en la planta de tratamiento de Puerto Mallarino de la ciudad de Cali.

- 2 B. – Humedales, son importantes para la regulación hídrica (control de las inundaciones) y la retención de sedimentos tóxicos. Los humedales La Guinea; Guarinó; El Avíspal; Cucho de Yegua; El Cabezón; Colindres; Cauca Seco; Marañón; El Estero y el Sistema de Humedales de navarro.

- 3 B. – Cuenca del Río Palo. Desemboca en la margen derecha del Río Cauca en la abscisa K 100 + 107, aguas debajo de Salvajina. Presenta un caudal medio de $35.9 \text{ m}^3/\text{s}$ en la estación Puerto Tejada. El área tributaria de su cuenca es 1471.01 Km^2 , con una longitud de su cauce principal de 46.21 Km . Este río nace en el Nevado del Huila y atraviesa los municipios de Páez, Toribío, Caloto, Santander de Quilichao y Puerto Tejada. Los tributarios principales son los ríos López, Jámbalo y Paila.

- 4 B. - A la Corporación CVC le corresponde desde que inició su funcionamiento en septiembre de 1985 y luego en asocio con la Empresa de Energía del Pacífico S.A. ESP, (desde 1994, en razón de lo dispuesto en el artículo 113 de la ley 99 de 1993, mediante el cual se reestructura la CVC y se transfiere a un nuevo ente las funciones de generación, transmisión, y distribución de energía eléctrica) la operación del embalse de Salvajina ha estado a cargo del Comité de Operación quien mensualmente analiza la situación del sistema eléctrico regional y con base en el nivel del agua en el embalse y el pronóstico del caudal afluente, finalmente decide adoptar o modificar la recomendación de la regla de operación procurando la regulación de caudales para control de inundaciones y el alivio de la contaminación en el Río Cauca. Dicho procedimiento queda así definido en las Normas de Operación de la Central de Salvajina.
- 5 B. - La extracción de materiales del fondo del río (arenas y gravas finas) en el tramo Salvajina – La Virginia constituye un aspecto importante a considerar en la explotación del río y generador de turbiedad. Durante el recorrido de reconocimiento realizado en Enero de 1998 se identificaron 39 dragas, 4 paladragas y 9 malacates en operación, muchos de ellos sin autorización ni registros de rendimientos. Información de la CVC que data de 1996 mostró que el sector con mayor volumen de extracción fue el de Hormiguero – Juanchito¹⁹.
- 6 B. – La intensificación del ciclo hidrológico²⁰, de acuerdo con la ecuación de Clausius – Clapeyron muestra que la capacidad de retención hídrica del

¹⁹ ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. UNIVALLE. Caracterización del río Cauca y sus tributarios. Tramo Salvajina – La Virginia. Abril de 2001. Capítulo 3. Pág. 3-5.

²⁰ STERN, NICOLAS. El informe Stern. La verdad sobre el Cambio Climático. Ediciones Paidós Ibérica S.A. 2007. Pág. 42.

aire aumenta exponencialmente a medida que lo hace la temperatura. Esto significa que el ciclo hidrológico se intensificará lo que provocará inundaciones y sequía más severas.

- 7 B. – La contaminación difusa, es aquella que no se identifica con un vertimiento puntual y que por consiguiente hace más difícil su seguimiento, estando asociada principalmente con usos agropecuarios, residuos sólidos y escurrimiento superficial.
- 8 B. 1. – El Ciclo hidrológico o ciclo completo del agua (*ver figura 2*) **esta formado por las siguientes fases:**

Ciclo hidrológico completo del agua

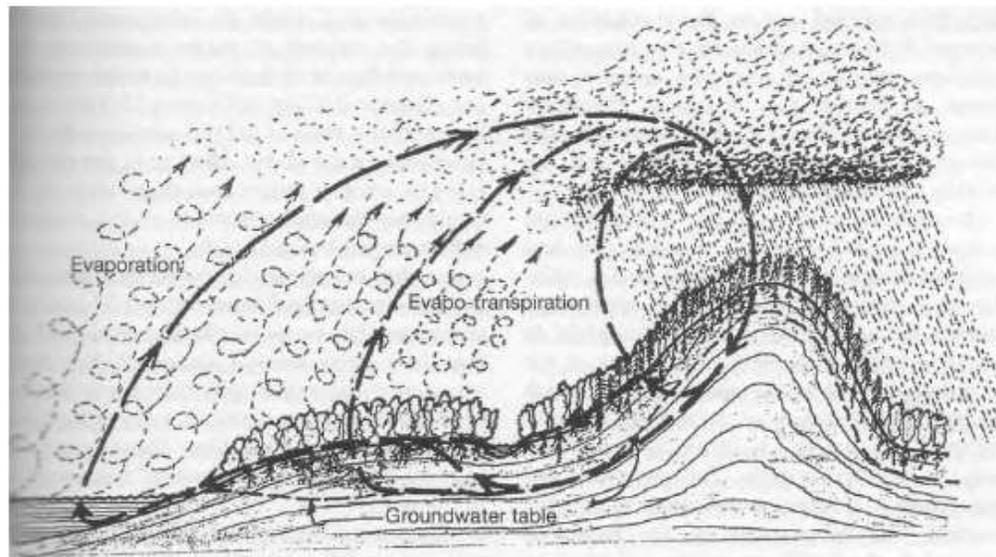


figura N° 2²¹

- Evaporación de los océanos y evapora-transpiración de los bosque;
- Elevación del vapor de agua;
- Enfriamiento y condensación;

²¹ COATS, Callum. Living Energie. 1995. Pág.118-122.

- Formación de nubes;
 - Precipitación como lluvia;
 - Infiltración en el subsuelo bajo una temperatura de gradiente positivo;
 - Recarga de depósitos de agua subterránea y acuíferos;
 - Mantenimiento y regulación de alto nivel freático;
 - Formación del centro – estrato de + 4°C en el agua subterránea;
 - Creación de bacín subterráneos para almacenamiento de agua;
 - Mayor hundimiento en los acuíferos subterráneos debido a su propio peso;
 - Transición a un estado de vapor debido a la temperatura caliente del interior de la tierra;
 - Elevación a la superficie de la tierra, llevando sustancias nutritivas;
 - Enfriamiento del agua y deposito de nutrientes;
 - Evaporación y formación de nubes;
 - Precipitación de la lluvia, y el ciclo se repite.
- 8. B. 2 El Ciclo **incompleto del agua** en razón de la perdida de los **bosques** [Vrg., Bosque **seco** (Helobioma del Valle del Cauca), **la selva Subandina** (Orobioma bajo de los Andes) y **la selva Andina** (Orobioma alto de los Andes)] esta formado por las siguientes fases:

Ciclo hidrológico incompleto del agua

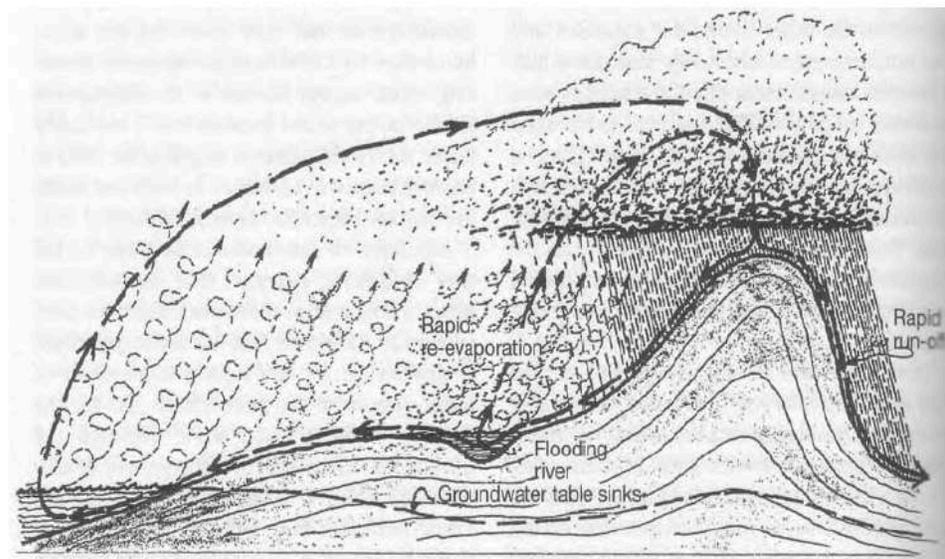


Figura N° 3²²

- Evaporación de los océanos;
- Elevación del vapor de agua;
- Enfriamiento y condensación;
- Formación de nubes;
- Precipitación como lluvia;
- **No hay infiltración en el subsuelo debido a un gradiente temperatura negativo;**
- **Rápido flujo de agua sobre la superficie del suelo;**
- **No hay recarga de depósitos de agua subterránea y acuíferos;**
- **No hay creación de bacín subterráneos para almacenamiento de agua;**
- **Cesación del suministro natural de nutrientes a la vegetación;**
- **Excesiva y rápida evaporación;**
- **Sobre saturación de la atmosfera con vapor de agua;**
- **Rápida precipitación de la lluvia en forma de tormenta.**

²² Ibid.

7. DESCRIPCIÓN DE LOS EVENTOS, LAS VARIABLES ESTRATÉGICAS Y LOS ACTORES RELACIONADOS CON EL ANALISIS EXPLORATORIO DE LA SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO DE LA CIUDAD DE CALI.

El primer cierre de las bocatomas se registro en el 2000, y tardó solo quince minutos, mientras que un eventos en el 2012 llegaron alcanzar una duración de trece horas.

Se tiene registrado entre los años 2000 a 2012, por parte de la Empresas Publicas de Cali – EMCALI, trescientos treinta y cuatro (334) paradas de las plantas de tratamiento que toman agua del río Cauca con una duración acumulada de setecientos noventa y 4 (794) horas, causándole muchos traumatismo a sus habitantes y a la industria local²³.

Hay dos razones por las cuales el río Cauca presenta esta situación. Primero como ya mencionamos antes, el paso por los municipios de Popayán, Santander de Quilichao, Puerto Tejada, Suarez y Buenos Aires, lo cual trae contaminaciones puntuales causadas por las aguas residuales e industriales, la contaminación por minería, la contaminación difusa provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias asociada a la deforestación, que sumadas a las que le llegan desde sus ríos tributarios, los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo a los cuales al pasar por la ciudad de Santiago de Cali, reciben aguas servidas por conexiones herradas, responsables en gran parte por los cierres por alta contaminación. (*ver figura 4*)

²³ EMCALI. Dirección de Agua Potable. Marzo del 2013.

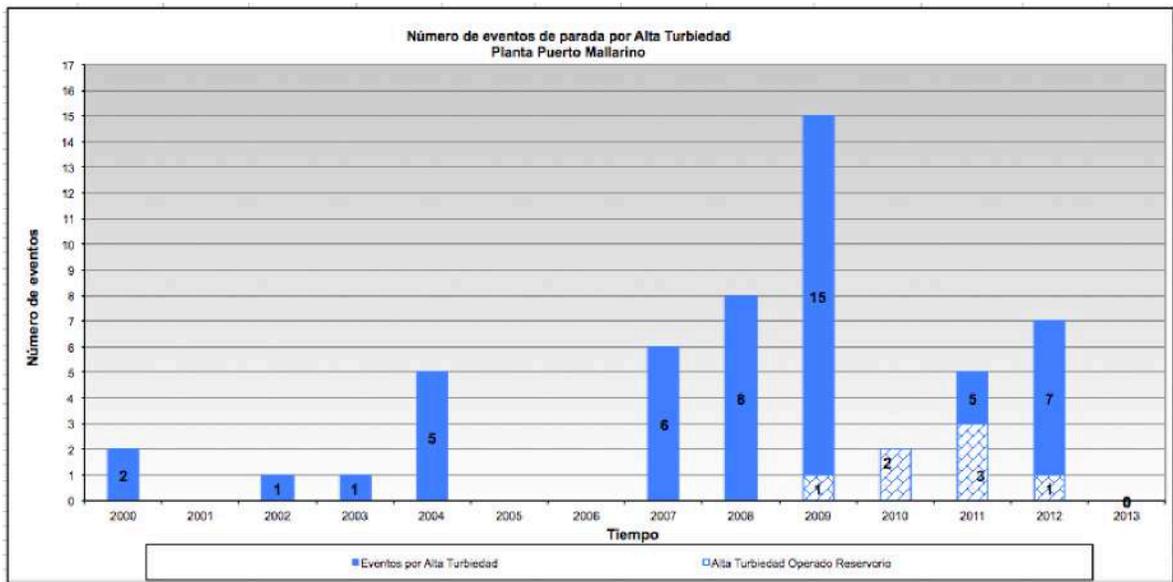


Figura N° 4²⁴

De los ríos cercanos a la ciudad de Santiago de Cali, es la cuenca del río Palo y Desbaratado las que más afecta al río Cauca por alta turbiedad y el mayor responsable de los cierres de las bocatomas de los acueductos Puerto Mallarino por esta causa.

En una dinámica de Cambio Climático la cuenca Alta del río Cauca sufrirá mucho más por el fenómeno de la NIÑA por un aumento creciente de las precipitaciones en esta zona de Colombia en los próximos años de acuerdo a las proyecciones del IDEAM²⁵ y con ello un aumento de turbiedad por erosión y remoción en masa particularmente de la cuenca del río Palo.

Conociendo que el Río Cauca²⁶ y sus afluentes (Cuenca del río Palo y Desbaratado) son uno de los principales receptores de la contaminación originada por aguas residuales aportadas por asentamientos humanos, actividades

²⁴ EMCALI. Dirección de Agua Potable. Marzo del 2013.

²⁵ IDEAM. 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Junio de 2010

²⁶ Documento CONPES 3624. PROGRAMA PARA EL SANEAMIENTO, MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA. Bogotá. D.C., 20 de noviembre de 2009. Página 10.

agropecuarias e industriales, aportes de sedimentos a causa de la deforestación y erosión de los suelos y por explotación y beneficio minero generadas en los municipios de Departamentos de Valle del Cauca y Cauca, que afectan las condiciones físico-químicas de las aguas del río Cauca.

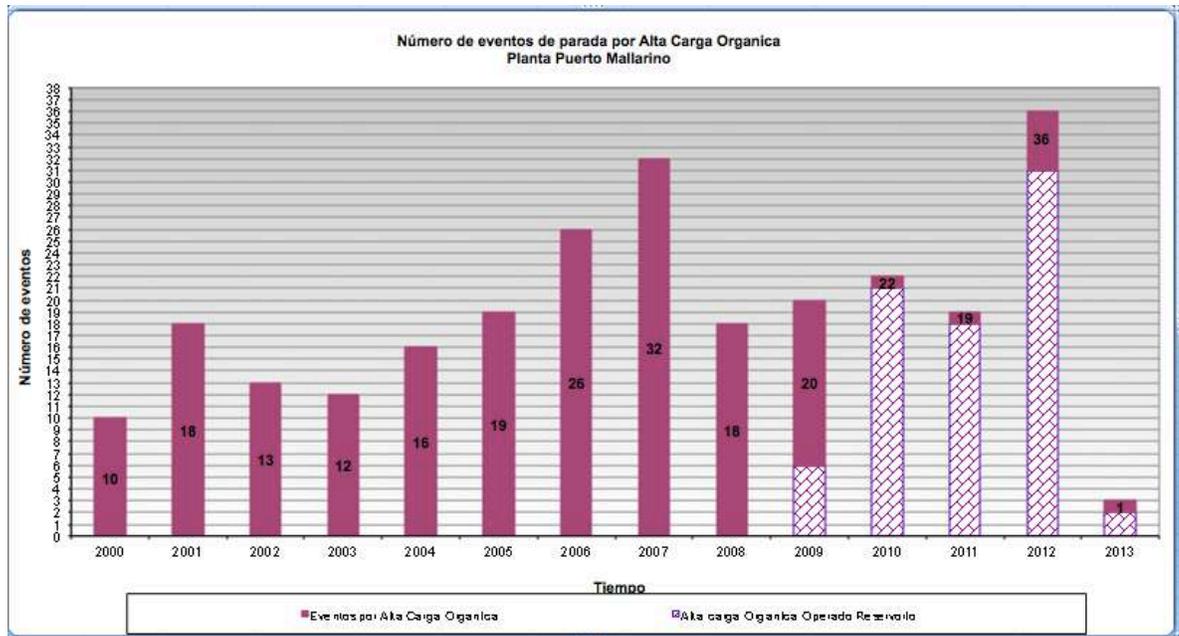


Figura N° 5²⁷

Frente a esta afirmación se busca relacionar el comportamiento del Río Palo y del río Cauca con sus caudales, el manejo del embalse de Salvajina el cual afecta el caudal medio del río Cauca a la altura de la Planta Puerto Mallarino, la contaminación de los ríos Cañaveralejo y Meléndez que sumadas a las lluvias que caen sobre ellos aumentando su caudal, el cual son interceptados por el Canal Sur, que bordea el basuro de Navarro, desembocando aguas arribas de la bocatoma de Puerto Mallarino, causando su cierre. (ver figura 5)

Se busca a partir de los datos obtenidos tanto por EMCALI (cierres de bocatoma, fecha - duración) con los datos de la Corporación CVC (caudales diarios- fecha)

²⁷ EMCALI. Información suministrada por el ING. Alfredo Urbano Director de Agua Potable.

con los datos de precipitación (estación Alto de las Iglesias, cuenca Meléndez) y (estación Las Brisas, cuenca Cañaveralejo). (ver figura 6)

Vista aérea localización canal Sur, bocatomas Planta Puerto Mallarino, río Palo y Cauca



Figura N° 6²⁸

Del documento Conpes 3624, en su Plan de Acción²⁹, los actores Institucionales son la Gobernación del Valle, La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, la empresa de servicios públicos EMCALI, el Departamento Administrativo de Planeación del municipio de Cali y la autoridad ambiental urbana Departamento Administrativo Gestión del Medio Ambiente – DAGMA.

²⁸ CORPORACIÓN CVC. Presentación en PPT. Por que surge el Conpes del río Cauca. Suspensión del servicio de acueducto en Cali por contaminación creciente del rio Cauca. Talleres Interinstitucionales. Mayo – Septiembre de 2009.

²⁹ Plan de Acción. Pág. 28

Tabla N° 1³⁰ Componentes y Actores

Componentes	Actores
1. Manejo ambiental del Río en el departamento de Cauca	Gobernación del Cauca, CRC, Municipios de la Cuenca Alta del Río Cauca, E.S.P, Sector Privado y Gobierno Nacional
2. Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali	Emcali, DAGMA, Municipio, CVC, Alcaldía de Cali, Sector Privado y Gobierno Nacional
3. Manejo ambiental del Río en el departamento de Valle del Cauca	CRC – CVC Municipios, Gobernación de Cauca, Colciencias, MAVDT – MADR, Centros de Investigación, Mesa Interinstitucional.
4. Estudio de contaminación difusa y conflictos de uso del suelo en la Cuenca Alta del Río Cauca	CRC – CVC Municipios, Gobernación de Cauca, Colciencias, MAVDT – MADR, Centros de Investigación, Mesa Interinstitucional.

De esta tabla N° 1 seleccionamos el grupo de actores que son relevantes y potentes en su actuar sobre la cuenca alta del río Cauca, a saber:

A1 - Gobernación del Valle del Cauca.

A2 – Corporación Autónoma Regional del valle del Cauca – CVC.

A3 – Los Alcaldes (Santiago de Cali, Jamundí, Candelaria)

A4 – Empresa Municipales de Cali - EMCALI

A5 – El Departamento Administrativo de Planeación del Municipio de Cali y el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente – DAGMA.

A6 – Sector Azucarero (PROCAÑA & ASOCAÑA)

Para una mejor comprensión de lo descrito se aplicara el **Diagrama de Ishikawa**, también llamado **diagrama de causa-efecto**. Se trata de un diagrama que por su

³⁰ CONPES 3624 de 2009, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág. 28

estructura ha venido a llamarse también: **diagrama de espina de pescado**, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. En el diagrama de espina de pescado se describe las situaciones ambientales que en asocio con los actores tienen como efecto el cierre de las bocatomas de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino. (ver figura 7)³¹.

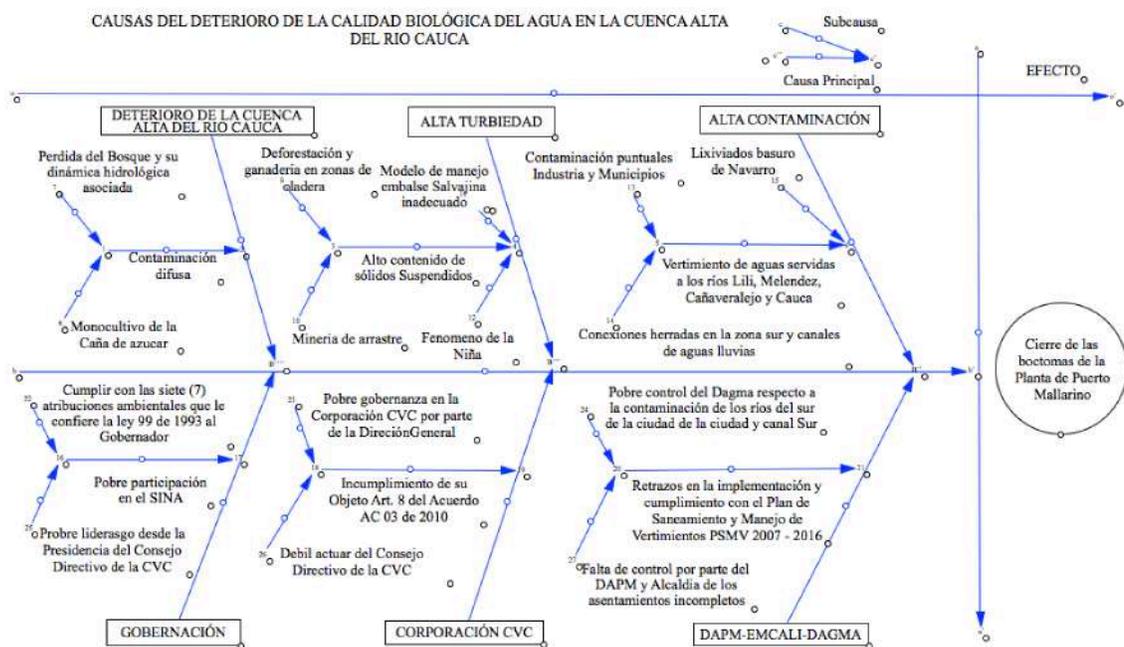


Figura N° 7³²

Se consideraron las siguientes variables estratégicas para el análisis exploratorio:

E1 - Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.

E2 - Sostenibilidad Ambiental de Actividades Productivas Sectoriales.

E3 – Gestión Integral del Recurso Hídrico.

³¹ Del autor

³² Del autor

E4 – Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.

E5 – Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali.

E6 - Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados.

E7 – Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Gestión.

Los actores escogidos para el valle del cauca son parte de los establecidos en el Documento Conpes 3624 de 2009, de la tabla de Actores del Plan de Acción.

Como situaciones ambientales tenemos el deterioro ambiental de la cuenca alta del río Cauca, su alta turbiedad y su alta contaminación. Como causas principales, la contaminación difusa, alto contenido de sólidos suspendidos y vertimientos de aguas servidas a los ríos Lili, Meléndez Cañaveralejo y Cauca.

Como preámbulo para comprender la magnitud del problema de los cierres de las bocatomas de la Planta de potabilización de Puerto Mallarino de acuerdo a los datos suministrados por la Gerencia de Acueducto de EMCALI, se presentan estos datos en la Tabla N° 2, desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre del 2012 y se filtro a las fechas donde se dieron los eventos de contaminación y de Alta turbiedad con los niveles de caudales de los ríos Palo y Cauca, como también las precipitaciones sobre las los ríos Meléndez y Cañaveralejo en las Estaciones Alto de las Iglesias y Cañaveralejo respectivamente. A continuación presentamos quedan los datos filtrados en la tabla para el año 2000.

Tabla N° 2. Síntesis de los eventos desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012. (Ver en los anexos la tabla completa con 334 eventos)

FECHA	RIO CAUCA	RÍO PALO	PRECIPITACIONES AFECTANDO CANAL SUR			INTERRUPCION DE LA BOCATOMA PLANTA PUERTO MALLARINO ABASTECIDA POR EL RIO CAUCA POR EVENTO DE TURBIEDAD					
	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CUENCA MELENDEZ	CUENCA CAÑAVERAL EJO	LAS IGLESIAS + CAÑAVERAL BRISAS	HORA			CAUSA	NUMERO DE PARADAS ANUALES	NUMERO DE PARADAS ACUMULADAS
			ALTO DE LAS IGLESIAS mm	CAÑAVERAL BRISAS mm		INICIA	DURACIÓN	FINALIZA			
31-ene-00	491,23	107,22	7	10	17		1:30		Contaminación río	1	1
15-abr-00	560,03	89,44	6	5	11	12:30	2:00	14:30	contaminación río	2	2
14-jun-00	254,88	33,09	2	0	2	10:00	3:15	13:15	Alta turbiedad	3	3
8-ago-00	207,63	25,13	0	0	0	0:00	3:30	3:30	contaminación río	4	4
9-sep-00	294,80	22,92	11	0	11	1:45	3:45	3:30	contaminación río	5	5
20-sep-00	218,70	23,15	2	0	2	3:35	1:25	5:00	contaminación río	6	6
23-sep-00	154,63	35,97	10	0	10	18:00	1:00	19:00	contaminación río	7	7
25-oct-00	220,61	89,59	16	8	24	19:30	1:20	20:50	Alta turbiedad	8	8
29-oct-00	204,88	51,13	6	0	6	21:00	1:00	22:00	contaminación río	9	9
11-nov-00	245,71	58,34	6	11	17	9:25	1:05	10:30	contaminación río	10	10
19-dic-00	241,62	81,12	40	0	40	14:30	1:20	15:50	contaminación río	11	11
10-feb-01	154,53	19,54	0	0	0	7:50	1:40	9:30	contaminación río	1	12
21-feb-01	186,86	27,34	35	0	35	16:20	0:45	17:05	contaminación río	2	13
11-mar-01	284,74	28,90	0	0	0	5:50	1:20	7:10	contaminación río	3	14
19-mar-01	261,00	29,17	20	0	20	18:10	0:50	19:00	contaminación río	4	15
21-abr-01	185,24	18,15	0	0	0	11:10	1:25	12:35	contaminación río	5	16
29-abr-01	207,18	18,15	1	0	1	8:00	1:20	9:20	contaminación río	6	17
24-may-01	160,98	21,12	14	0	14	18:15	2:25	20:40	contaminación río	7	18

Tabla N° 3. Síntesis de los eventos por Alta turbiedad desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012. (Ver en los anexos la tabla completa con 59 eventos)

FECHA	RIO CAUCA	RÍO PALO	PRECIPITACIONES AFECTANDO CANAL SUR			INTERRUPCIÓN DE LA BOCATOMA PLANTA PUERTO MALLARINO ABASTECIDA POR EL RIO CAUCA POR EVENTO DE TURBIEDAD					
	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CUENCA MELENDEZ	CUENCA CAÑAVERALE JO	ALTO DE LAS IGLESIAS + CAÑAVERAL BRISAS mm	HORA			CAUSA	NUMERO DE PARADAS ANUALES	NUMERO DE PARADAS ACUMULADAS
			ALTO DE LAS IGLESIAS mm	CAÑAVERAL BRISAS mm		INICIA	DURACIÓN	FINALIZA			
14-jun-00	254,88	33,09	2	0	2	10:00	3:15	13:15	Alta turbiedad	1	1
25-oct-00	220,61	89,59	16	8	24	19:30	1:20	20:50	Alta turbiedad	2	2
14-ago-02	133,36	17,89	0	0	0	21:55	1:50	23:45	Alta turbiedad	1	3
15-mar-03	212,33	26,82	28	31	59	17:00	2:00	19:00	Alta turbiedad	1	4
17-ene-04	447,21	53,28	0	0	0	15:30	5:15	20:45	Alta turbiedad	1	5
19-may-04	354,28	40,14	9	13	22	9:00	2:15	11:15	Alta turbiedad	2	6
24-may-04	239,43	25,83	0	0	0	21:35	2:25	23:59	Alta turbiedad	3	7
25-may-04	214,81	21,26	1	0	1	0:00	0:10	0:10	Alta turbiedad	4	8
5-jun-04	197,70	33,13	22	7	29	16:00	2:00	18:00	Alta turbiedad	5	9
6-jun-04	219,58	34,40	0	0	0	23:00	0:45	23:45	Alta turbiedad	6	10
15-nov-07	532,26	53,27	12	17	29	15:40	5:10	20:50	Alta turbiedad	1	11
27-nov-07	294,92	53,46	4	0	4	20:00	1:10	21:10	Alta turbiedad	2	12
28-nov-07	318,05	52,28	6	4	10	16:10	1:50	18:00	Alta turbiedad	3	13
30-nov-07	410,08	199,82	20	5	25	13:20	3:00	16:20	Alta turbiedad	4	14
1-dic-07	565,67	131,90	0	10	10	19:00	5:00	0:00	Alta turbiedad	5	15
2-dic-07	602,75	167,86	0	25	25	0:00	2:25	2:25	Alta turbiedad	6	16
17-dic-07	859,22	148,86	8	4	12	13:20	4:05	17:25	Alta turbiedad	7	17
31-dic-07	593,57	35,25	0	0	0	22:25	1:35	0:00	Alta turbiedad	8	18

Tabla N° 4. Síntesis de los eventos por Alta Contaminación desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012. (Ver en los anexos la tabla completa con 275 eventos)

FECHA	RIO CAUCA	RÍO PALO	PRECIPITACIONES AFECTANDO CANAL SUR			INTERRUPCION DE LA BOCATOMA PLANTA PUERTO MALLARINO ABASTECIDA POR EL RIO CAUCA POR EVENTO DE TURBIEDAD					
	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CAUDAL MEDIO DIARIO (mts3/seg)	CUENCA MELENDEZ	CUENCA CAÑAVERALE JO	FACTO DE LAS IGLESIAS + CAÑAVERAL BRISAS	HORA			CAUSA	NUMERO DE PARADAS ANUALES	NUMERO DE PARADAS ACUMULADAS
			ALTO DE LAS IGLESIAS mm	CAÑAVERAL BRISAS mm		INICIA	DURACIÓN	FINALIZA			
31-ene-00	491,23	107,22	7	10	17		1:30		Contaminación río	1	1
15-abr-00	560,03	89,44	6	5	11	12:30	2:00	14:30	contaminación río	2	2
8-ago-00	207,63	25,13	0	0	0	0:00	3:30	3:30	contaminación río	3	3
9-sep-00	294,80	22,92	11	0	11	1:45	3:45	3:30	contaminación río	4	4
20-sep-00	218,70	23,15	2	0	2	3:35	1:25	5:00	contaminación río	5	5
23-sep-00	154,63	35,97	10	0	10	18:00	1:00	19:00	contaminación río	6	6
29-oct-00	204,88	51,13	6	0	6	21:00	1:00	22:00	contaminación río	7	7
11-nov-00	245,71	58,34	6	11	17	9:25	1:05	10:30	contaminación río	8	8
19-dic-00	241,62	81,12	40	0	40	14:30	1:20	15:50	contaminación río	9	9
10-feb-01	154,53	19,54	0	0	0	7:50	1:40	9:30	contaminación río	1	10
21-feb-01	186,86	27,34	35	0	35	16:20	0:45	17:05	contaminación río	2	11
11-mar-01	284,74	28,90	0	0	0	5:50	1:20	7:10	contaminación río	3	12
19-mar-01	261,00	29,17	20	0	20	18:10	0:50	19:00	contaminación río	4	13
21-abr-01	185,24	18,15	0	0	0	11:10	1:25	12:35	contaminación río	5	14
29-abr-01	207,18	18,15	1	0	1	8:00	1:20	9:20	contaminación río	6	15
24-may-01	160,98	21,12	14	0	14	18:15	2:25	20:40	contaminación río	7	16
4-sep-01	102,55	20,00	1	3	4	14:15	2:50	17:05	contaminación río	8	17
12-sep-01	149,14	13,52	22	8	30	7:20	1:15	9:15	contaminación río	9	18

De las Tablas 2, 3, y 4 se concluye preliminarmente lo siguiente para el periodo 2000 – 2012 estudiado:

- a) Los eventos totales que obligaron cerrar las bocatomas del Planta de potabilización de Puerto Mallarino fueron **334**, en el periodo del 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2012.
- b) Los eventos por *Alta Contaminación* fueron **275** de un total 334.
- c) Los eventos por *Alta Turbiedad* fueron **59** de un total de 334.

Estamos entonces ante una dinámica donde las acciones que se toman por parte de los actores que actúan en el territorio, tienen repercusiones sobre el suministro de agua para la ciudad de Santiago de Cali, donde todos los actos por pequeños que sean tienen interconexiones con el territorio aunque estos sean invisibles para un observador no entrenado para verlas.

Un acto elemental es por ejemplo cumplir y hacer cumplir las disposiciones sobre el manejo de las aguas residuales que dispone el artículo 59 del Plan de Ordenamiento Territorial³³ de la ciudad de Cali, , el cual establece que “el Municipio y/o las empresas prestadoras de servicios públicos en el corto plazo y mediano plazo, realizara los estudios, diseños y obras correspondientes para la canalización y/o tratamiento de los diversos puntos en los cuales se hacen vertimientos de aguas residuales a canales y/o colectores de agua lluvia. Ello implica la realización de las obras requeridas para la separación de aguas lluvias y aguas residuales, en el suelo urbano actual”. Este situación se presenta todavía en el Canal Ferrocarril y en el los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo y le corresponde al Departamento Administrativo de Planeación – DAP y el DAGMA velar que cumpla por parte de EMCALI y los dueños de los inmuebles.

³³ Acuerdo 069 de octubre de 2000, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS Y EFECTOS QUE CONSTITUYEN LA PROBLEMÁTICA QUE GENERA LA SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO PARA LA CIUDAD DE CALI

De acuerdo a la Corporación CVC, en su documento CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL VALLE DEL CAUCA, “el río Cauca presenta deterioro de la calidad fisicoquímica y bacteriológica desde su parte alta en el Departamento del Cauca, por los aportes de las cargas contaminantes que se presentan en su discurrir por el valle geográfico, en el que recibe vertimientos directos y a través de los tributarios provenientes de las descargas generadas en los centro poblados (mas del 89% de la población del departamento del Valle del Cauca se encuentra asentada en la cuenca - tramo Valle del Cauca), de las actividades industriales (consideradas como fuentes puntuales), lo cual se refleja en los índices de contaminación por materia orgánica que en su tramo medio del departamento se clasifican como “ muy altos”, condición que es mas critica en épocas de verano; Además de las fuentes difusas de contaminación representadas por sobrantes de actividades de riego, por aplicación de agroquímicos y vinazas y los aportes de sedimentos a causa de la deforestación y erosión de los suelos, con lo cual se deteriora significativamente la calidad del río Cauca, al arrastrar gran cantidad de sedimentos que afectan el proceso de potabilización del agua”.

Igualmente el documento señala que “El área de bosque ³⁴ actualmente corresponde al 16,5%, cuando el área con vocación forestal es del 52%. En consecuencia los estudios de la CVC concluyen que el déficit de bosque en la

³⁴ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. La información sobre cobertura boscosa esta basada en la información levantada históricamente por el Grupo de Sistemas de información de la CVC, la cual fue entregada como base del estudio de “CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES NATURALES Y ZONIFICACIÓN DE LAS TIERRAS FORESTALES” realizado por la CVC en alianza con la Universidad del Tolima en 36 cuencas hidrográficas del Departamento del Valle del Cauca

cuenca del río Cauca en el Valle del Cauca es de 381.027 hectáreas”.

No sobra señalar que la deforestación en las zonas de laderas en un entorno de Cambio Climático serán desproporcionadamente más dañinas a medida que se incrementa el nivel de calentamiento global. El Calentamiento podría inducir giros repentinos en los regímenes de lluvias de la zona sur del departamento los cuales por el fenómeno de la Niña pueden alcanzar situaciones extremas como fue el caso de la Niña de finales del año 2010 y comienzos del 2011.

Cuando el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, y el Ministerio del Medio Ambiente presentaron la “*Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*” en diciembre de 2001, alertaron que se tenía la certeza que las actividades asociadas al desarrollo económico, tecnológico, social, político y cultural de la humanidad están afectando el ambiente global. Una buena parte de las emisiones de Gases Efecto Invernadero – GEI, particularmente de dióxido de carbono (CO₂) son producto de las actividades humanas. La concentración de estos gases en la atmósfera está generando un calentamiento global y un cambio climático.

Según la opinión de varios expertos internacionales, para la segunda mitad del siglo XXI, habrá un aumento en la temperatura media mundial del aire en su superficie en rangos que fluctúan entre 1,4 °C y 5,8 °C con respecto a los valores observados en siglo XX. Este calentamiento podría afectar los patrones de distribución de la precipitación y otras variables climatológicas. Adicionalmente, la mayor parte de los sistemas naturales, así como muchos sistemas humanos sensibles al factor clima, podrían verse considerablemente alterados debido a que no se adaptarían rápidamente al ritmo de cambio de este factor ambiental. El cambio climático es, por lo tanto, una de las amenazas más serias que atentan contra el bienestar y la salud humana, contra la economía colombiana y muchos de los ecosistemas naturales y finalmente, contra el desarrollo humano sostenible.

De acuerdo al Documentos CONPES 3700³⁵ *Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia* de julio de 2011, en Colombia no se ha entendido el cambio climático como un tema de desarrollo económico y social no se ha integrado dicha problemática dentro de los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios, ni en la gestión gubernamental. Lo anterior trae como consecuencia pérdidas económicas y de competitividad, así como un aumento en la vulnerabilidad del país y una baja capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos.

Las afectaciones causadas por el fenómeno de la Niña y la variabilidad climática que han azotado al país y al Valle del Cauca durante el segundo semestre de 2010 y los primeros meses del 2011 es una señal de los que se viene para los próximos años. La emergencia causada por este fenómeno ha afectado a más de 3,3 millones de personas, 965 vías, 1 millón de hectáreas de cultivos, 2.277 centros educativos, 556.761 estudiantes y 371 centros de salud. Adicionalmente, han muerto 448 personas, 73 se encuentran desaparecidas, 1,4 millones de animales han sido desplazados, 12.908 viviendas han sido destruidas y 441.579 han reportado averías. Los recursos destinados para atender estas y otras consecuencias del invierno han sido preliminarmente estimados en 26 billones de pesos³⁶. A la luz de estos hechos, la creación de un sistema de articulación institucional que defina las necesidades en cuanto a la generación de información para la toma de decisiones y la gestión del riesgo para la prevención y atención de desastres en el contexto del cambio ambiental global resulta prioritaria.

También está sufriendo el departamento la pérdida de los paramos y la selva de niebla de la alta montaña en las dos cordilleras del Valle del Cauca por

³⁵ Departamento Nacional de Planeación – Subdirección de desarrollo Ambiental. 2011. Pagina 5.

³⁶ Documento Conpes 3700 del 14 de Julio de 2011.

actividades económicas en conflicto con el uso del suelo de esos ecosistemas, favoreciendo con ello la pérdida de sus bosque de montaña, la no retención del agua y con ello las inundaciones durante el periodo de lluvias, afectando las reservas como el caudal de las aguas durante la época de verano, comprometiendo las actividades agropecuarias como también el suministro de agua para el consumo humano en todo el departamento, donde algunas comunidades ya viven el estrés hídrico, lo que nos muestra que como sociedad no estamos cumpliendo con el mandato constitucional (C.P. Art 8) que conmina tanto al Estado como a las personas a proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, requisito indispensable para que todas las personas podamos gozar de un ambiente sano en el departamento (C.P. Art 79).

Como bien lo señala el Documento CONPES 3624 de 2009³⁷, *“el Río Cauca y sus afluentes son los principales receptores de la contaminación originada por aguas residuales aportadas por asentamientos humanos, actividades agropecuarias e industriales, aportes de sedimentos a causa de la deforestación y erosión de los suelos y por explotación y beneficio minero generadas en los Departamentos de Valle del Cauca y Cauca”*.

“En este sentido, la problemática ambiental de la cuenca alta del Río Cauca es amplia y compleja, está relacionada con la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por vertimientos industriales y domésticos, la explotación minera, el uso y manejo inadecuado de los suelos de las laderas y de la franja protectora de las fuentes superficiales, la alteración del sistema de humedales lénticos, mala disposición de residuos sólidos, los procesos de infiltración, los niveles de caudal circulante, los niveles freáticos, los niveles, duración y frecuencia de crecidas o avenidas, entre otros fenómenos”.

³⁷ Conpes 3624. Programa para el Saneamiento, Manejo y Recuperación Ambiental de la Cuenca Alta del Río Cauca. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C., 20 de Noviembre de 2009.

De manera específica, para este departamento se encuentran los siguientes sectores aportantes de carga contaminante en la cuenca alta del Río Cauca:

- a. **Aguas Residuales domésticas.** Los centros poblados municipales asentados aguas arriba de la bocatoma, municipios de Cali, Jamundí, Candelaria, Florida en el Departamento del Valle y los municipios de Miranda, Morales, Piendamó, Silvia, Suarez y de Santander de Quilichao en el Departamento del Cauca, vierte sus aguas domésticas e industriales de manera directa al río Cauca o a sus tributarios (Río Palo – Güengüe y la Paila, Desbaratado y Ovejas).

- b. **Actividades Agrícolas y Pecuarias.** Los efluentes agrícolas provienen de la aplicación de diversos productos químicos en los cultivos. En la zona plana predomina el cultivo de caña de azúcar que genera altos impactos sobre los cuerpos de agua resultantes de las altas cantidades aplicadas de fertilizantes, herbicidas, madurantes y pesticidas, aunados a los altos volúmenes de agua usados en el riego y en el lavado de equipos y las descargas de las instalaciones industriales y de oficinas.

Los usos inadecuados y las malas prácticas culturales en las zonas de marcadas pendientes, limitadas para usos agropecuarios, han resultado en amplias áreas afectadas por fenómenos de erosión, que se estiman en el 40 % del área de la cuenca. Según estudios, se calcula un promedio de remoción de 50 ton/ha/año de suelos, fenómeno que puede significar la pérdida de una lámina cercana a un milímetro de tierras productivas en un año, materiales que en su gran parte van a las corrientes superficiales, con el doble impacto de disminución de productividad y contaminación hídrica.

El mayor grado de conflicto por uso del suelo en el Valle del Cauca se registra por la ocupación en cultivos básicamente causado por la utilización de las márgenes de ríos para el establecimiento de cultivos de caña de azúcar,

olvidando que su verdadera vocación es para coberturas forestales que permitan la protección de sus franjas y ganadería las zonas forestales ubicadas en las partes altas de las cuencas.

8.1. Aspectos Técnicos

El pH es un parámetro que afecta los procesos químicos y biológicos al interior del cuerpo de agua y, en consecuencia, cualquier variación brusca en él puede originar graves desequilibrios de la biota acuática.

La temperatura de las aguas superficiales varía de acuerdo con la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la duración del día, la circulación de aire, la nubosidad, el caudal y la profundidad de la fuente. A su vez la temperatura afecta procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el interior del cuerpo de agua y, por tanto, determina las concentraciones de sustancias allí presentes.

La conductividad se refiere a la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica y varía con la concentración de sólidos disueltos, en especial de sales minerales. Los sólidos suspendidos se definen como la cantidad de material retenido después de realizar la filtración de un determinado volumen de una muestra de agua.

La materia orgánica presente en un cuerpo de agua procede generalmente de aguas residuales domésticas e industriales. Su degradación en el agua es realizada por organismos, en reacciones que requieren la presencia de oxígeno.

El oxígeno disuelto (OD) es esencial para la vida acuática e influye en los procesos químicos y biológicos que ocurren en el agua. Se considera que el OD de saturación para el río Cauca en el valle alto es aproximadamente de 7,4 mg/l.

Los parámetros generalmente utilizados para cuantificar la presencia de materia orgánica en el agua son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO). La primera mide la cantidad de materia orgánica degradable bioquímicamente; en condiciones naturales, la concentración de este parámetro en fuentes superficiales presenta valores inferiores a 2,0 mg/l, mientras que en fuentes poluidas la DBO5 puede alcanzar valores de 10,0 mg/l o más (Unesco et al., 1996). La DQO mide el oxígeno requerido para oxidar químicamente la materia orgánica e inorgánica. En condiciones naturales la concentración de este parámetro en fuentes superficiales presenta valores inferiores a 2,0 mg/l, pero en fuentes contaminadas con aguas residuales este parámetro puede alcanzar valores superiores a 200 mg/l (Unesco et al., 1996).

Cada vez es más frecuente que el abastecimiento de agua para la población de la ciudad de Cali como del sector industrial Cali – Yumbo, se ha visto seriamente comprometido por las interrupciones de la operación de las plantas de potabilización que se surten del río Cauca, como consecuencia de las características físicas, químicas y biológicas de su agua, que impiden su adecuado tratamiento a través de los procesos y operaciones unitarias con las cuales fueron diseñadas y construidas las plantas de Rio Cauca y Puerto Mallarino.

Es así como en los últimos años viene apareciendo noticias en el periódico local que nos señalan de estos sucesos: La noticia aparecida en un diario de la ciudad³⁸, titulada “*Servicio de agua se restablece en Cali, tras cuatro horas de suspensión. Las Empresas Municipales de Cali se vieron obligadas a suspender las operaciones en las plantas de tratamiento Puerto Mallarino y Río Cauca por falta de oxígeno en el río Cauca*”, es una de tantas noticias producidas en los últimos años que señalan la dificultad que tienen las plantas de tratamiento de agua del ríos Cauca, Puerto Mallarino y Rio Cauca, por la calidad de las aguas de nuestro río mayor, en razón

³⁸ EL PAÍS. Miércoles, Marzo 13, 2013.

a sus bajos niveles de oxígeno, lo cual impiden el tratamiento del agua.

“Esos niveles reducidos, explicó EMCALI, se originaron como consecuencia de las lluvias que cayeron en la ciudad y la región en las últimas horas”.

En otra noticia³⁹ titulada “*Servicio de agua se restablece en Cali, tras cuatro horas de suspensión*” anuncia que: “*el servicio de acueducto en el norte, sur y oriente de Cali fue restablecido por completo hacia las 7:00 p.m. de este miércoles después de que permaneciera suspendido por cuatro horas debido a la falta de oxígeno en el río Cauca*”.

“Así lo confirmó el director de agua potable de EMCALI, Alfredo Urbano, quien indicó que desde las 2:30 p.m. se reiniciaron las actividades en las plantas de tratamiento y para las 4:00 p.m. en un 95% de los barrios ya se podía contar con el líquido”.

“Desde las 12 del medio día se reinició el servicio de agua en las Plantas de Puerto Mallarino y Rio Cauca. Siendo las 7:30 p.m. de este miércoles el servicio se restableció completamente en la ciudad”, dijo Urbano”.

“La entidad aseguró que las operaciones en Puerto Mallarino y Río Cauca fueron suspendidas, ya que el río Cauca presentaba bajos niveles de oxígeno que impedían el tratamiento del agua”.

“Esos niveles reducidos, explicó EMCALI, se originaron como consecuencia de las lluvias que cayeron en la ciudad y la región en las últimas horas”.

Esta situación es en razón al cuidado que se debe tener con los equipos de tratamiento de agua de las plantas Puerto Mallarino y Rio Cauca. La agua del río Cauca no puede ser tratada si viene con un nivel de oxígeno inferior a tres

³⁹ EL PAÍS, Miércoles Marzo, 13, 2013. Servicio de agua se restablece en Cali, tras cuatro horas de suspensión.

miligramos por litro, ni tampoco si su nivel de turbiedad supera las tres mil partículas por metro cúbico de agua. Para entender esta situación es necesario conocer que viene sucediendo en la cuenca del río Cauca y sus ríos tributarios (ver figura 2.) y sus cargas en DBO, DQO y SST⁴⁰, antes de llegar a la bocatoma de las plantas Puerto Mallarino y Rio Cauca que se encuentra antes del Paso del Comercio.

La pregunta es porque aumenta la demanda química de oxígeno?

De acuerdo al documento “El Río Cauca en su Valle Alto”, el primer tramo entre la represa *Salvajina* y el Puente *El Hormiguero*, (ver figura 8) se dan las mejores condiciones en cuanto a los niveles de oxígeno disuelto (OD), registrando unos niveles bajos a la salida del embalse Salvajina, en razón al aumento de la materia orgánica disuelta en el embalse, la cual genera un incremento en la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) y por ende, en una disminución en los niveles de oxígeno disuelto (OD). Luego el río Cauca se recupera pasando por la estación Antes Ovejas (donde señala la flecha continua) para luego descender su contenido de oxígeno disuelto, primero con una pendiente suave para luego hacerlo de manera brusca a medida que se acerca a estación Navarro y canal Sur (ver flecha punteada).

⁴⁰ La demanda biológica de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurrido cinco (5) días de reacción (DBO_5) y se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mgO_2/l). La demanda química de oxígeno (DQO), es un parámetro que mide la cantidad de sustancia susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay disueltos o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO_2/l).

Los sólidos suspendidos totales (SST) o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se define como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante.

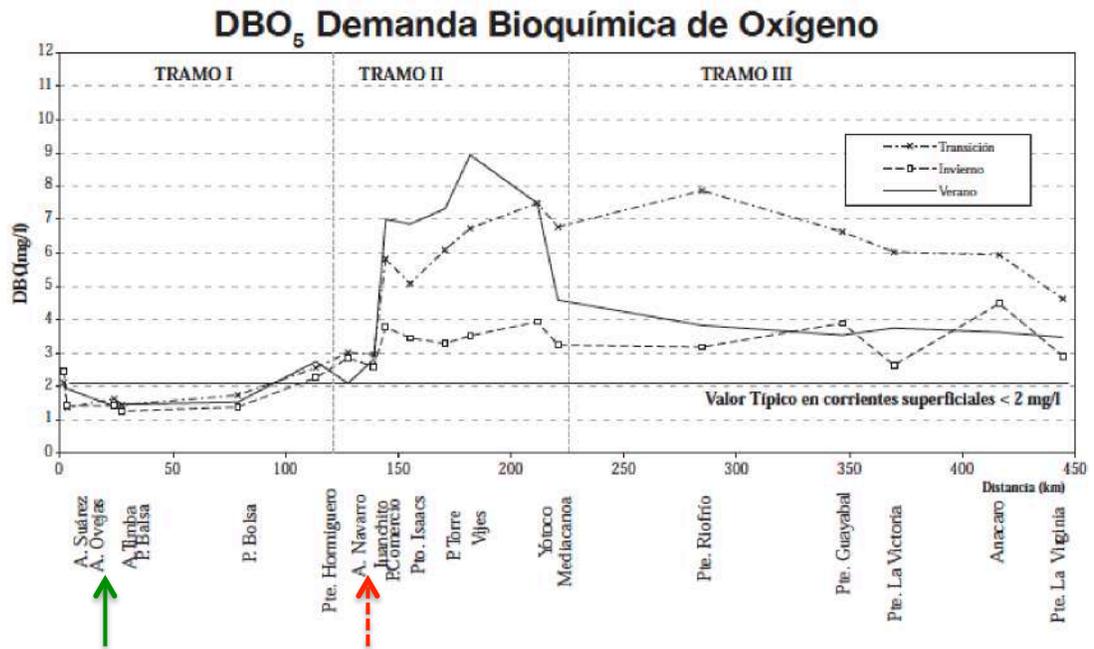


Figura 8⁴¹.

8.2 Índices de contaminación

El índice de contaminación por materia orgánica (*ICOMO*) nos muestra que el río Cauca presenta problemas de contaminación principalmente por presencia de materia orgánica y material suspendido. En la *figura 9* se observa que a partir de la represa Salvajina se presenta una disminución en los valores del índice pasando de mediana a baja contaminación por materia orgánica. Lo anterior refleja el mejoramiento en la calidad del agua, asociado con la recuperación de los niveles de oxígeno disuelto en el río, situación generada por la reaireación que se experimenta debido a las condiciones topográficas del cauce en este tramo, donde se observan pendientes medias cercanas a 0,11%.

⁴¹ CORPORACIÓN CVC. Universidad del Valle. El Río Cauca en su valle alto. 2007. Pág. 220

Variación de la calidad del agua del río Cauca según el ICOMO.

Condiciones estacionales: invierno y verano. Periodo 1993 – 1997 y 1998 – 2002

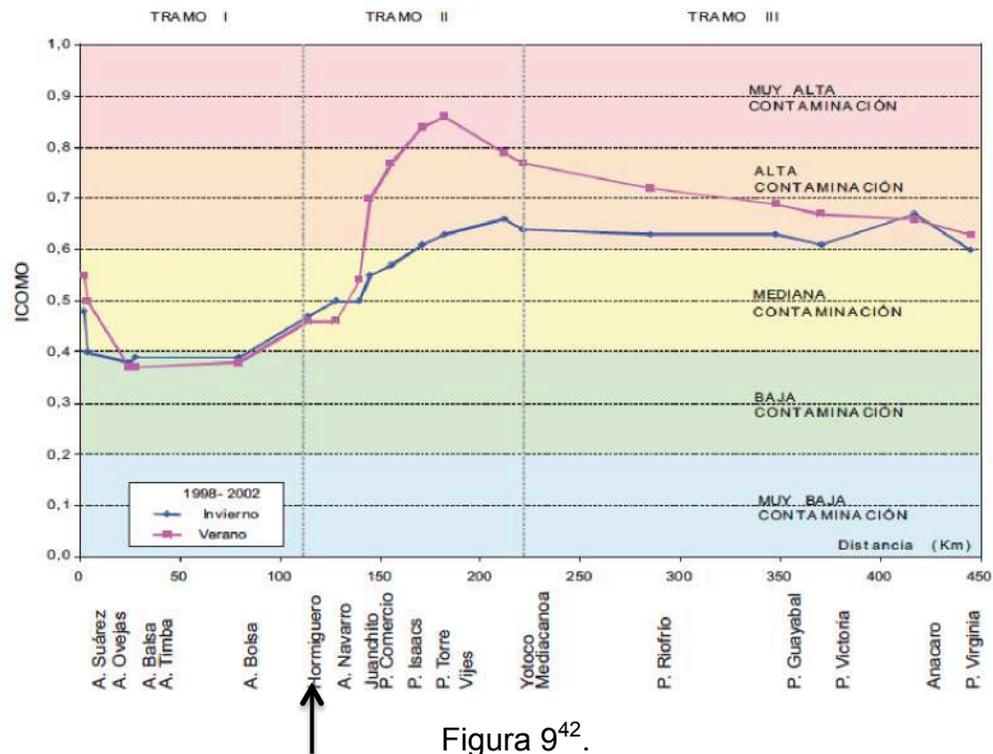


Figura 9⁴².

Posteriormente, a partir de la estación de la Bolsa (donde señala la flecha continua) se observa un aumento progresivo del índice de contaminación por materia orgánica (*ICOMO*). De acuerdo a la Corporación CVC esto está asociado al impacto originado por las descargas de los ríos tributarios ubicados en este tramo. Se reconoce la cuenca del río El Palo, como un gran aportante de materia orgánica (*MO*) en razón del deterioro de la misma.

Otro punto de afectación del río Cauca antes de llegar a las bocatomas de las Plantas Puerto Mallarino y Río Cauca, se encuentra en la zona sur occidental, donde la red hídrica conformada por los ríos Lili - Meléndez - Cañaveralejo, cuyas aguas se entregan al río Cauca a través del **canal de drenaje sur**, reciben los

⁴² *Ibíd.*, página 228

aportes de cargas contaminantes del sector pecuario localizado en parte altas de las cuencas y de centros poblados principalmente del área urbana de Cali en la parte baja por conexiones erradas.

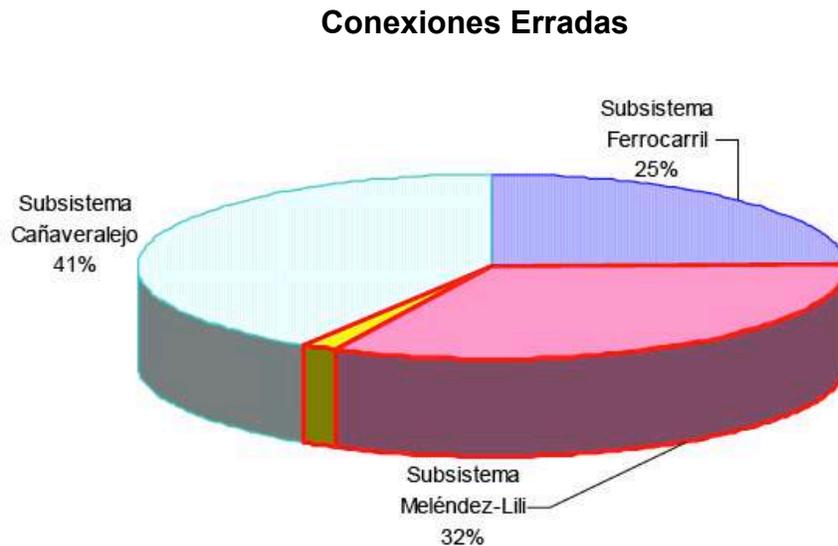


Figura 10⁴³.

Aportes que son del orden del 7.1% de la carga orgánica recibida por el río Cauca en el Valle del Cauca; además tiene unas connotaciones que hacen prioritaria la intervención, puesto que esta descarga al río se presenta aguas arriba de la captación que surte el 73% de la cabecera municipal de Cali. Las *Conexiones Erradas*, (ver figura 10), muestra por subsistemas el grado de afectación de los canales por conexiones erradas presentes por cada subsistema, donde el más afectado por dicha situación ambiental es el Cañaveralejo, Meléndez y Lili que terminan en el Canal Sur. El Canal Sur está conformado por 3 subsistemas; Cañaveralejo, Ferrocarril y Meléndez-Lili. Presentan conexiones erradas de aguas residuales que son descargadas al Río Cauca por gravedad y representan el 25% del total de las aguas residuales de la ciudad.

⁴³ EMCALI. Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos - PSMV 2007 – 2016. Pág. 3-60.

8.3 Plan Maestro de Alcantarillado.

El segundo Plan Maestro de Alcantarillado que EMCALI E.I.C.E. E.S.P. contrató con la firma Consultora “BUCK, SEIFERT & JOST”, en los años 60 confirmó las conclusiones del Informe Tipton (realizado a mediados de la década de los años 50) y sus recomendaciones fueron (ver figura 11):

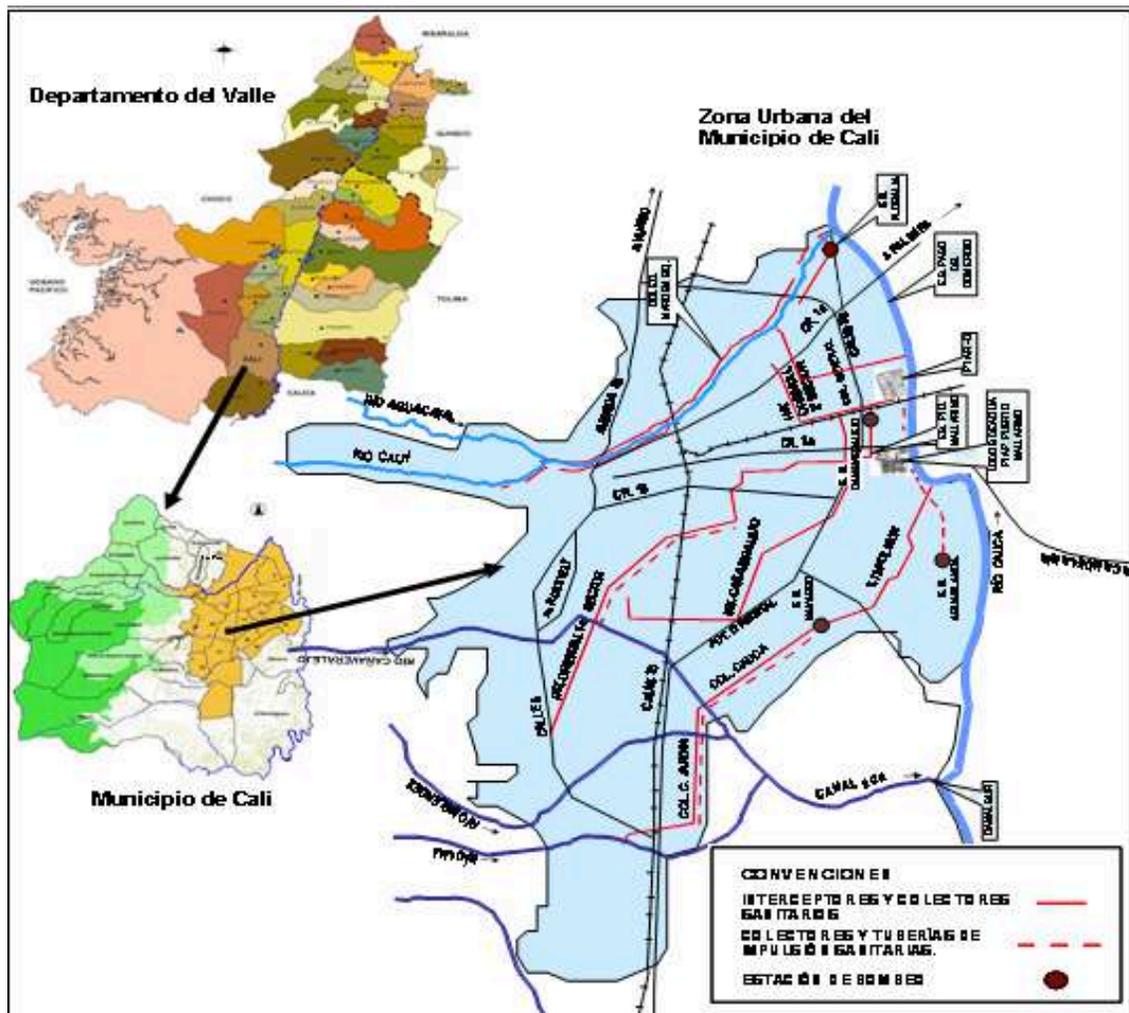


Figura 11⁴⁴

- Construcción de Estructuras de Separación para los Colectores combinados

⁴⁴ Ibíd. Pág. 1-1.

existentes.

- Construcción de Interceptores Sanitarios para recibir las aguas negras diluidas procedentes de las estructuras de Separación, más los caudales sanitarios de las nuevas zonas de expansión con alcantarillado separado.

- Construcción de redes separadas para las nuevas zonas de expansión.

Se orientaron los colectores sanitarios hacia los sitios donde en el futuro se construirían las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en los sectores Norte y Oriental y los canales de aguas lluvias hacia la zona Oriental mas baja y que presenta la topografía declinante hacia el Río Cauca como receptor de la esorrentía de la Ciudad.

Se construyeron como resultado de este Plan Maestro un importante complejo de grandes Colectores, Canales Revestidos, Estaciones de Bombeo y Estructuras de separación de acuerdo con los lineamientos de partición del alcantarillado para las nuevas redes que fue adoptado y aplicado rigurosamente por EMCALI E.I.C.E. E.S.P. Sin embargo estos planes no evitaron la proliferación de las conexiones erradas de aguas residuales a los conductos de lluvias y por ende, a los canales. EMCALI E.I.C.E. E.S.P, por adolecer de una política reguladora y sancionatoria frente al problema que se genera desde el interior de las viviendas, no ha podido controlar el deterioro en el uso correcto de los alcantarillados lo que ha derivado en un crecimiento en las dimensiones de este problema.

De acuerdo con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos,⁴⁵ en el caso del río Cañaveralejo este no evidencia un deterioro significativo en su parte alta (antes de la Sirena), pues presenta niveles de Oxígeno Disuelto de 7mg/l. A partir de la Sirena, el 78 % de la población alledaña al rio, vierten sus aguas directamente. Además el Canal de la Avenida de los Cerros, los cristales, San Fernando, Autopista 3, Puente Palma, Pasoancho 1, Calle 14 y Ferrocarril y la

⁴⁵ Ibíd. Pág. 3-104.

quebrada Guarrús, son aportantes de contaminación en el río Cañaveralejo, siendo el Canal de la autopista Sur Oriental el que presentó los mayores valores de carga contaminante en DBO₅ y SST. (ver figura 12).

Mapa Calidad del agua del río Cañaveralejo

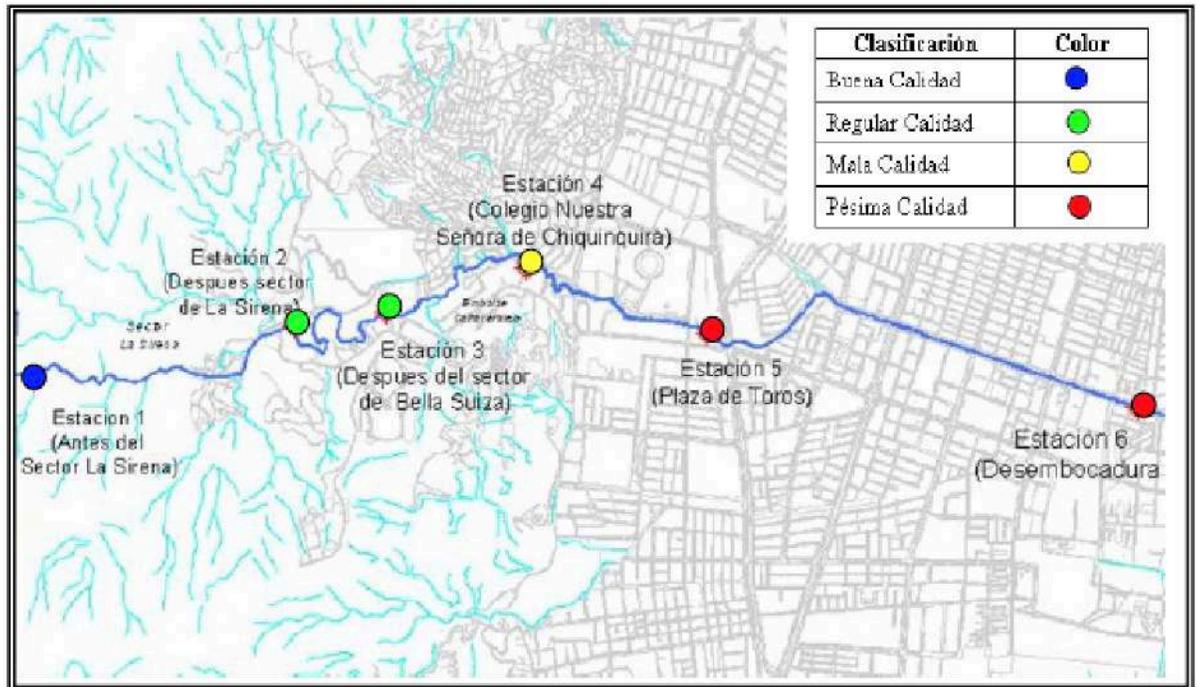


Figura 12⁴⁶

Respecto al río Meléndez , que abastece el acueducto de la Reforma, suministrando agua por gravedad a las zonas de ladera (Comuna 17 y 18), le drenan los canales Nápoles, Ingenio II, Ingenio III, Comfandi y Caney, recibiendo los aportes de aguas residuales que estos contengan, y es a partir del Canal Nápoles que se genera un gran impacto ambiental sobre el río. De acuerdo con el estudio hecho por el DAGMA, 2004, los índices de calidad de agua este presenta a la entrada de la Choclona – antes de Lavandera, una buena calidad de agua,

⁴⁶ Ibíd., pagina 3-106 .

posteriormente en el sector Antes Lavanderas – antes del Canal Nápoles esta fuente hídrica presenta una calidad regular y finalmente. (ver figura 13.)

Mapa de Calidad del agua del río Meléndez

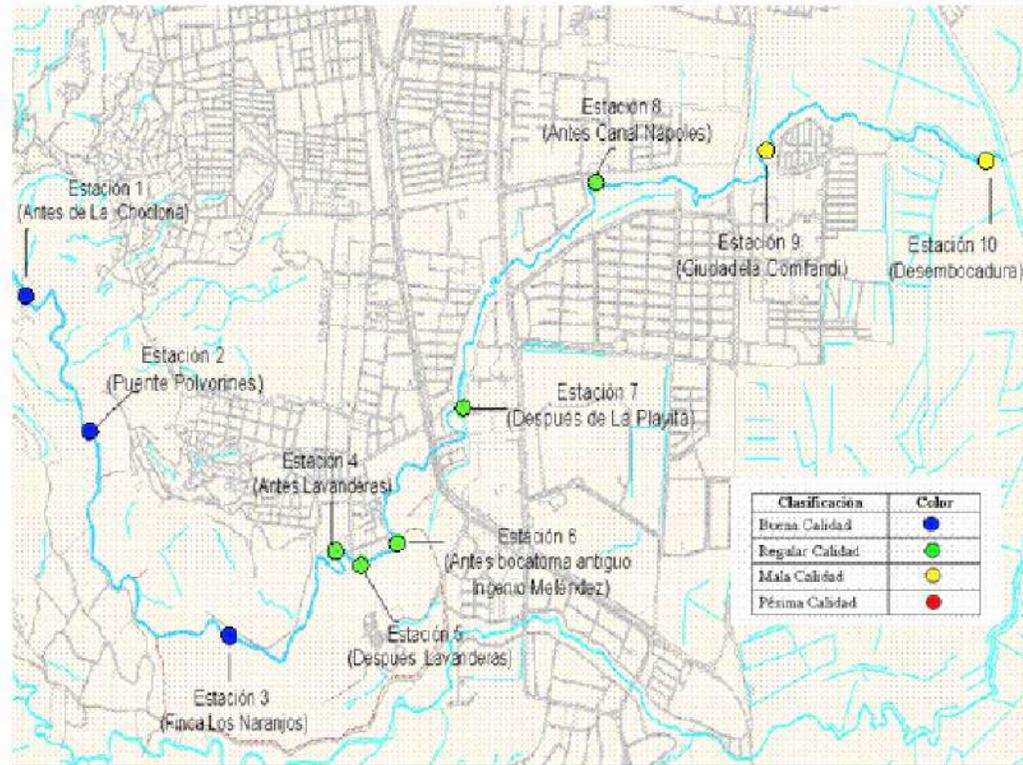


Figura 13⁴⁷.

Ante este panorama, que presenta las aguas que desembocan por el Canal Sur que intercepta los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili y las turbiedades que ocasionalmente trae el río Cauca, EMCALI realizó inversiones que permiten mitigar el grave problema que significa cerrar las bocatoma de las Plantas Puerto Mallarino y Río Cauca, **construyendo un reservorio de 80.000 M³** para atender los eventos de contaminación, bajo nivel de oxígeno y alta turbiedad a partir de

⁴⁷ Ibid., pagina 3-110

agosto de 2008. El reservorio entro en funcionamiento en octubre de 2009. A partir del 2010 el reservorio ha cubierto poco más de del 50% de los picos presentados. Esto se debe a que permite una autonomía de operación de 3 a 4 horas mientras que los eventos de turbiedad tienen una mayor duración que pueden pasar de las 10 horas.

8.4 Cuenca del Río Palo

La situación de la ciudad de Santiago de Cali y sus cortes en el servicio de agua potable es descrita por los diarios locales con alarma y una de sus causas es el deterioro de la cuenca del río Palo:

“Cali podría quedarse sin agua por sedimentos en el río Palo. La Corporación CVC mantiene alerta máxima por temporada invernal en el Valle del Cauca y dijo que las lluvias continuarán y provocarán más inundaciones, pues el río Palo arrastra una gran carga de sedimentos que se acercan a Juanchito”, así fue el titular que apareció en un diario⁴⁸ local.

Continúa la noticia periodística diciendo lo siguiente:

“El río Palo arrastra una gran carga de sedimentos que podría afectar el suministro de agua potable en Cali, según informó la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC”.

“Según la entidad las lluvias continuarán y provocarán más inundaciones, tal como ocurrió en la mañana de este viernes en la capital del Valle del Cauca, Juanchito y Jamundí”.

“El profesional Especializado de la red de Hidroclimatología de la CVC, Harold González, dijo que anoche se esperaba que la creciente del río Palo

⁴⁸ EL PAÍS. Viernes 22 de abril de 2011.

llegara al sector de Juanchito, por lo que los niveles del río Cauca van a seguir aumentando, mientras que el personal de EMCALI debe estar atento porque el afluente arrastra una gran carga de sedimentos y palizadas, que podrían afectar la toma de agua en la planta de tratamiento de Puerto Mallarino”.

“El río Palo registró un nivel de 7.10 metros a las 12:00 del día de este viernes 22 de abril en la estación de monitoreo de Puerto Tejada, que equivale a 317 metros cúbicos de agua por segundo, lo que seguramente provocará nuevos desbordamientos en Juanchito en la margen correspondiente a Candelaria por los altos niveles que registra el río Cauca”, sostuvo”.

“Asimismo, el funcionario recordó que en las últimas veinticuatro horas se registraron lluvias muy fuertes en el norte del Departamento del Cauca y en el sur del Valle del Cauca, localizadas en la cuenca del río Palo y en los Farallones de Cali”.

“Como consecuencia de lo anterior, el río Cauca aumentó considerablemente su nivel a su paso por el sector de Juanchito, donde registró un caudal de 1.024 metros cúbicos de agua por segundo, lo que ocasionó algunos desbordamientos en el sector correspondiente al municipio de Candelaria”.

Recordemos que el río Palo nace en el páramo de Santo Domingo en el flanco occidental de la cordillera central al nororiente del Departamento del Cauca y desemboca por la margen derecha del río Cauca en el sector llamado Bocas del Palo a aproximadamente 100 km aguas abajo de la represa Salvajina (Figura 14). (Ver Tabla 5)

Cuenca del río Palo

Área: 1.521 Km²

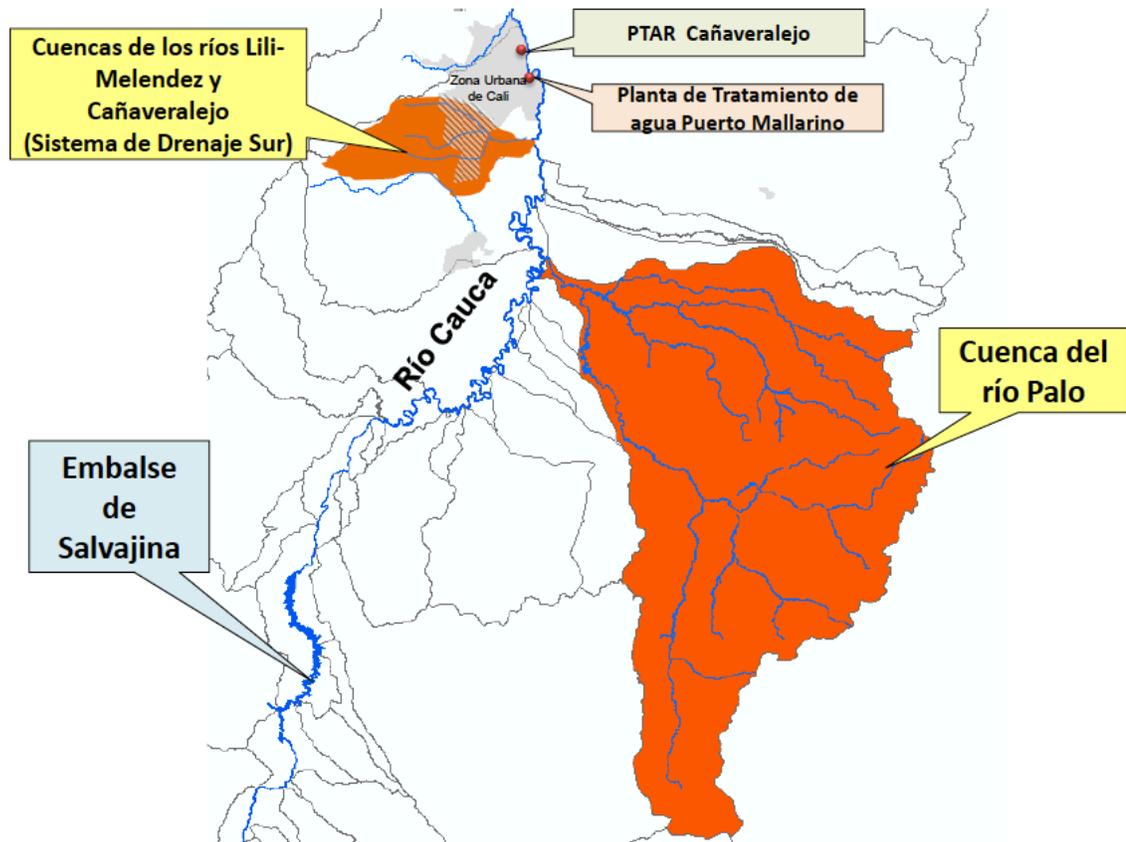


Figura 14.

Tabla N° 5

Caudal Medio Multianual río Palo							
Tributario	Estación	Máximo		Mínimo		Medio	Diferencia
		Mts ³	Mes	Mts ³	Mes	Mts ³	Mes
Palo	Puerto Tejada	51,1	Noviembre	18,3	Septiembre	36,1	32,8

El río Palo con el río Jamundí es el mayor aportante de carga contaminante, en términos de DQO y DBO₅ en el tramo Salvajina – Hormiguero. Estas fuentes reciben los vertimientos de las aguas residuales de los municipios de Puerto Tejada y Jamundí respectivamente, además de las descargas de las industrias asentadas en sus cuencas. (Ver Tabla 6)

Tabla N° 6 Características fisicoquímicas y microbiológicas del río Palo en su desembocadura en el río Cauca. Periodo 1969 – 1999⁴⁹

Parámetro	PH (Unidades)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	Coliformes Totales
Máximo	7,9	847	675	14,4	90,5	6,7	2,40 E+08
Promedio	6,9	349	202,6	7,5	66,7	4,9	1,02 E+06
Mínimo	6,3	158	27,0	0,8	19,1	1,0	2,40 E+03

⁴⁹ CORPORACIÓN CVC. El Río Cauca en su Valle Alto. Capítulo 7. Calidad del Agua del Río Cauca y sus tributarios. 2007. Pagina 239.

8.5 El agua como recurso competitivo.

El informe Nacional de Competitividad 2011 - 2012⁵⁰, plantea que para que un país sea competitivo, además de buscar una mayor productividad y eficiencia de su economía, tiene que favorecer el desempeño económico de largo plazo. Para ello, debe afrontar retos que tienen impacto sobre este, tales como proteger el medio ambiente, dar respuesta a las necesidades sociales de la población y garantizar la transparencia y buen gobierno de los actores económicos que conforman su aparato productivo. Para cumplir con lo anterior su desarrollo debe ser sostenible, es decir, debe satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Sostiene también que en lo ambiental, un número importante de elementos son críticos para el desarrollo de largo plazo. En particular, la forma en que es manejado el entorno físico puede tener un impacto irreversible en la productividad futura de un país. Dicho manejo puede ser medido por factores como la eficiencia en el uso de los recursos naturales y de forma general por la calidad del medio ambiente.⁵¹

Para otros autores como Philip Ball,⁵² *“el abastecimiento de agua ya es en muchos lugares del mundo es peligrosamente esporádico y escaso, mientras que el 65% de los recursos hidráulicos naturales del mundo se localizan en diez países*

⁵⁰ INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD 2011 – 2012. Capítulo 13. Sostenibilidad. Páginas 234

⁵¹ Hay una diferencia conceptual relevante entre lo que se denomina sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte. La sostenibilidad débil se define como aquella en la que se asegura que las futuras generaciones puedan alcanzar los niveles de vida presentes o unos mejores, y considera que los diferentes tipos de capital son sustitutos entre sí. Así, la pérdida de un capital natural puede ser compensada por aumentos de otro tipo de capital a partir de innovaciones, capital humano o conocimiento. Por su parte, la sostenibilidad fuerte asume que hay un valor inherente en el capital natural y busca mantener los niveles de vida hasta el punto de conservar todas las formas de vida del planeta. Véase: Heal, Geoffrey, “Sustainability and Its Measurement”, NBER Working Paper No. 17008, mayo de 2011.

⁵² BALL, Philip. H₂O Una biografía del agua. Fondo de cultura económica. 1999. Pág. 9

(entre ellos esta Colombia, Brasil y Canadá). Teniendo en cuenta que el agua emerge como un parámetro fundamental del crecimiento económico, esto significa que debemos llegar a un acuerdo con un mundo que no ignora la igualdad de oportunidades. Hay escaso indicios de que nuestro sistema económico y políticos este preparados para corregir las iniquidades de la naturaleza”.

“Un uso moderado y eficiente del agua debería, sin embargo, convertirse en un objetivo más factible. Pero en las regiones industrializadas un mejor uso de los recursos hídricos significa cambiar algunos hábitos profundamente arraigados. La Revolución industrial prestó poca atención en cuestiones relacionados con la pureza y la conservación del agua, o con las necesidades de agua de los ecosistemas acuáticos”.

Es claro para el Ministerio de Ambiente el de garantizar la conservación de las cuencas hidrográficas en Colombia lo cual es una obligación conjunta de gobiernos, entidades ambientales y ciudadanía en general. En la disposición de hacerlo está el futuro del suministro de agua potable a poblaciones que crecen sin freno y demandan cada vez una mayor cantidad del líquido vital. Es así como se expide el Decreto 953 de 2013, con el objeto de reglamentar el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, con el fin de promover la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales, mediante la adquisición y mantenimiento de dichas áreas y la financiación de los de esquemas de pago por servicios ambientales.

Sobre este asunto el Editorial del periódico el País⁵³, **El agua es el futuro**, comenta a la letra lo siguiente:

⁵³ EL PAÍS. Editorial. Junio 26 de 2013. El agua es el futuro.

“Garantizar la conservación de las cuencas hidrográficas en Colombia es una obligación conjunta de gobiernos, entidades ambientales y ciudadanía en general. En la disposición de hacerlo está el futuro del suministro de agua potable a poblaciones que crecen sin freno y demandan cada vez una mayor cantidad del líquido vital”.

“Con el decreto 0953 de 2013 expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, se ordena a los municipios y departamentos invertir los recursos necesarios para cumplir con ese propósito y reconocer los aportes hechos por los dueños de predios en esa tarea de conservación. Se define como una obligación que los gobiernos destinen el 1% de sus ingresos corrientes al cuidado y recuperación de las zonas estratégicas de protección, lo que incluye la compra de terrenos y el pago del equivalente al costo de oportunidad a los propietarios que decidan no usar sus tierras en actividades productivas sino dejarlas para preservación de las fuentes de agua.

Si hay un municipio que deba reconocer la importancia y la urgencia de cuidar sus recursos hídricos es Cali. Aunque cuenta con siete ríos que nacen o pasan por la ciudad, se presentan dificultades para garantizar el suministro de agua en forma permanente; los causes acusan deterioro y disminución en su caudal, y la contaminación dificulta las labores de potabilización obligando a parar, cada vez con más frecuencia, las plantas de tratamiento del acueducto.

A los Farallones, donde brotan la mayoría de estos ríos, no se les ha puesto la atención debida ni se han intervenido como se esperaría en la reserva natural más importante de la zona. No se explica de otra manera la venta u ocupación ilegal de terrenos que suman 5.700 hectáreas de las 206.770 que conforman el Parque Nacional, ni cómo se permitió que 30.764 particulares invadieran estas tierras y otras zonas de las laderas de Cali que son vitales para la protección de las cuencas hidrográficas.

En el resto del Valle del Cauca la situación no es diferente. A la deforestación se suma el uso para labores agropecuarias sin los controles necesarios, un déficit de 450.000 hectáreas de bosques y los daños que ocasiona el cambio climático. Cada vez son más frecuentes los deslizamientos, las inundaciones, las avalanchas, así como la escasez de agua para la población por el daño en las cuencas de los ríos. Si no se cuida, una región rica en recursos hídricos terminará siendo un desierto.

Con el decreto del Ministerio se abre la posibilidad, si se aplica bien y se ejerce la vigilancia para garantizar su cumplimiento, a que el Estado en verdad destine los recursos para recuperar las reservas hidrográficas que están en peligro y para adelantar las políticas municipales y regionales que se necesitan para su conservación. A eso deben dedicar las administraciones municipales y departamentales ese 1% de sus ingresos, con el apoyo decidido de las Corporaciones Autónomas Regionales como la CVC y entidades ambientales locales como el Dagma.

Todo lejos de la politiquería, la corrupción y los intereses ajenos, que desvían o malgastan los recursos que se necesitan con urgencia para los proyectos medioambientales que protejan los ríos y, sobre todo, garanticen el suministro de agua para las futuras generaciones.

El Decreto 095 del 17 de Mayo de 2013, tiene una gran importancia, pues da las herramientas para que las Gobernaciones del Valle del Cauca y Cauca en coordinación con las Corporación CVC y CRC se ocupen de las áreas estratégicas de la cuenca alta del río Cauca para la conservación de recursos hídricos y la calidad biológica de sus aguas, como una acción estratégica a largo plazo para disminuir la vulnerabilidad en el suministro de agua potable para la población de Santiago de Cali.

9. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DEL JUEGO DE LOS ACTORES QUE ACTUAN SOBRE LA CUENCA ALTA DEL RIO CAUCA.

9.1 Juego de Actores

En las condiciones actuales descritas en el diagrama de la *figura 1 (pagina 29)*, están inmersos un grupos de actores que por su responsabilidad institucional o por actuar sobre el territorio, son responsables de la situación actual del estado de deterioro de la cuenca alta del rio Cauca, con las consecuencias que están afectando la calidad del rio Cauca, causando con ello los eventos de cierre de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino.

La situación ambiental actual de la cuenca alta del rio Cauca, si bien se formo por la acción u omisión de los actores que referenciamos, se encuentra abierto a varios futuros posibles, que dependen de las acciones estratégicas que tomen los actores involucrados para revertir el deterioro de la cuenca alta del río Cauca y la recuperación de la misma, y con ello la calidad de las aguas del río Cauca y sus afluentes.

En el análisis del juego de actores que presentamos, son propuestos en el capítulo VII Plan de Acción del documento CONPES 3624 de 2009, de los cuales escogimos para este caso particular a la Gobernaciones del Valle del Cauca, la Corporación Autónoma Regional CVC , a los Alcaldes (Cali, Jamundí, Candelaria y Florida), a la Empresa de Servicios Públicos de Santiago de Cali – EMCALI, al Departamento Administrativo de gestión del Medio Ambiente – DAGMA y al Departamento Administrativo de Planeación del municipio de Santiago de Cali – DAP y el sector azucarero, este último por afectar profundamente el territorio con

el monocultivo de la caña de azúcar con el desbalance que dicha actividad causa mediante la contaminación difusa (CD), la pérdida de los ecosistemas de bosque seco, la contaminación por vinazas, el alto consumo de agua y la contaminación de la misma por el uso intensivo de productos químicos con alta presencia de Nitrógeno y Fósforo, componentes fundamentales de los fertilizantes y abonos⁵⁴. Se examina las atribuciones legales de los mismos y los medios de acción que disponen, para actuar sobre el territorio y revertir una situación de deterioro ambiental, donde se oponen intereses distintos, dándose conflictos entre ellos. (Ver tabla N° 7)

Tabla N° 7. El Juego de los Actores en el abastecimiento de agua para la ciudad de Cali

EL JUEGO DE LOS ACTORES EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI							
Año de inicio	Año de fin	GOBERNACIÓN	CORPORACIÓN CVC	MUNICIPIOS	EMCALI	DAP - CALIMA	SECTOR AGRICOLA (PROCESA Y USO DE AGUA)
		Mesa: En el 2015 el Valle del Cauca tendió un departamento (líder competitivo y sostenible en el territorio regional y nacional). Problemas: "Iniciativa Empresarial y Ambiental" respectivo del equilibrio ambiental. Medios: Plan de Desarrollo del Departamento 2012-2015. "Iniciativa empresarial" en el desarrollo del sector (2) de ambiental territorial. + Producción y consumo sostenible - producción limpia. + Adaptación al Cambio Climático. + Gestión del riesgo de desastres. + Gestión del riesgo de desastres.	Desde el Consejo Directivo desde el Gobernador del Valle del Cauca tiene acciones y lo preside como presidente, Helena que la acción de la Corporación CVC, sea más eficiente en los logros por un desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente en el área de su jurisdicción, tal como lo surge la Resolución 006 de 1996, por el cual se aprueban los Estatutos de la Corporación CVC.	Terceros allegados con los 45 alcaldes del Valle del Cauca para el desarrollo del tercer (3) eje ambiental territorial del Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015. "Iniciativa Empresarial y Ambiental" en: "Producción y consumo sostenible - producción limpia." + Adaptación al Cambio Climático. + Gestión del riesgo de desastres. + Gestión integral de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. + Agua potable y saneamiento básico. + Inocuidad alimentaria.	El departamento debe tener un porcentaje no inferior al 1% del total de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia ecológica con el objeto de conservar los pecueros hábitats y para financiar acciones de pago por servicios ambientales en dichas áreas (Art. 3 del Decreto 955 de 2011). Por lo dispuesto en el artículo 141 de la Ley 96 de 1993, modificada por el artículo 218 de la Ley 1450 de 2011.	El Departamento Terrestre con el Departamento Administrativo de Planeación y la autoridad ambiental DAMGA del municipio de Santiago de Cali, en el marco del SPSA, para el cumplimiento del tercer (3) eje ambiental territorial del Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015. "Iniciativa empresarial" en: "Producción y consumo sostenible - producción limpia." + Adaptación al Cambio Climático. + Gestión integral de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.	Presenciales para su apoyo y seguimiento al tercer (3) eje ambiental territorial del Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015. "Iniciativa empresarial" y presenciales virtuales como la transparencia, el buen gobierno, la cultura de la legalidad y la participación activa de los actores de la región, en la construcción de acuerdos por la inclusión social, la cohesión pacífica y la competitividad regional, en un marco de respeto de los Derechos Humanos y la protección del medio ambiente.
		Asesorar apoyo presupuestal, técnico, financiero y administrativo de la gobernación en la ejecución de programas y proyectos y en las tareas necesarias para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.	Mesa: Proponer por el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente en su jurisdicción el desarrollo por un Plan de Acción Cuatrienal 2012-2015. Problemas: Las 8 iniciativas ambientales que se encuentran por el desarrollo ambiental, por su presupuesto, la contaminación y riesgo. Medios: Plan de Acción Cuatrienal PAC 2012-2015.	En el apoyo de los alcaldes en Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo sostenible como en la formulación de los Planes Territoriales de Ordenamiento en su parte ambiental.	Cumplir con su función ecológica, para lo cual, y en tanto su actividad los aliente, proteger la diversidad e integridad del ambiente, y conservar las áreas de especial importancia ecológica, conciliando entre objetivos con la necesidad de mantener la cobertura de la conectividad de los servicios por la comunidad (Art. 31.5 de la Ley 162 de 1994)	Realizar como unidad ambiental del departamento al DAP (DAMGA) cumplimiento de las normas de conservación territorial del municipio en relación con los usos sostenibles del suelo, conservación del patrimonio natural y de las áreas protegidas, y de manejo especial, establecidas en el POT de la ciudad.	Control de vertimientos industriales: Buscar la eliminación de la carga contaminante de los vertimientos industriales, tanto en la conservación puntual como la difusa. La primera se refiere a vertimientos provenientes principalmente de residuos sólidos, residuos industriales y mineros. La segunda se refiere a los vertimientos que se originan en actividades que no son vertimientos puntuales y que por consiguiente hacen más difícil su seguimiento, estando asociada principalmente con usos agropecuarios, residuos sólidos y escorrentías superficiales.
		Solicitarle a la Gobernación del Valle del Cauca, que a partir de las atribuciones que le concede la Ley	Solicitarle a la Gobernación CVC, desde la Asamblea Corporativa, la respectiva de los 40 alcaldes del Valle del Cauca, mediante Acuerdo CD 018 de 2007.	Mesa: Proponer por el desarrollo sostenible y su calidad, modernidad y competitividad, por una región emergente prospera. Problemas: Pobre gestión de planificación. Medios: Plan de Desarrollo Municipal.			Modernizar los Planes de Ordenamiento Territorial, fortalecer la sostenibilidad y los servicios ecosistémicos en sus municipios.
		Solicitar el departamento de agua, saneamiento, higiene y saneamiento ambiental como encargados de servicios públicos que operen en el departamento y como institución que asuma la prestación efectiva para desarrollo de las funciones de su competencia en materia de servicios públicos (Art 72 de la Ley 142 de 1994)	En el marco del desarrollo Cooper 2024 de 2004, Programa para el Saneamiento, Manejo y Protección Ambiental de la Cuenca Abad del Río Cauca, y de la Ley 999 de Ordenamiento Territorial.	Control de transporte y disposición de efluentes. Con el fin de prevenir la descarga de efluentes en los cauces de agua del municipio y sus zonas acaudales, se debe exigir programas de control en el transporte y disposición final de estos efluentes, tanto el DAP como el DAMGA deben cumplir con el PGR del municipio de Santiago de Cali.	Mesa: Maximizar los ingresos buscando fidelizar el mercado con EMCALI. Compromiso con los CLIENTES. Problemas: Altes costos operarios. Faltas gestión procesos efluentes. Medios: Prevenir el maltrato, mejorar la calidad del agua y respetar las pérdidas de agua no contabilizada.	Restricción a la Demanda Departamental de Planeación - DAP, para evitar el desarrollo de las partes de desarrollo municipal y las urbanizaciones, la utilización de las fuentes de agua como vertimientos, entre los cauces de agua de la ciudad.	
		Realizar apoyo presupuestal, técnico, financiero y administrativo de la gobernación en la ejecución de programas y proyectos y en las tareas necesarias para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.	Que la CVC participe en los procesos de planificación y ordenamiento territorial del municipio a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten. (Art. 31 de la Ley 99 de 1993, modificada por el Art. 9 del Decreto 141 de 2011).	Manejo del patrimonio y control al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 2007-2016. "Componente de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inventarios necesarios para asegurar el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los aguas residuales de acuerdo al sistema público de alcantarillado, tanto urbano como rural. Los cables deberán estar entubados con los relativos y los muros de calidad y que que defina la autoridad ambiental competente"		Mesa: Estructurar el control de vertimientos y efluentes contaminantes, disposición de desechos sólidos y residuos mineros peligrosos. Problemas: Falta de capacidad institucional para cumplir sus objetivos. Medios: Modernizar el servicio de la autoridad ambiental, implementar programas de cultura ambiental.	
		Estado sobre la contaminación difusa y medidas de uso del suelo en la Cuenca Abad del Río Cauca, la contaminación difusa general por el sector agropecuario localizada en la cuenca, requiere de una información disponible que permita cuantificar su variación respecto sobre el Río Cauca y sus afluentes, con el fin de tener presente las acciones necesarias por parte de la autoridad ambiental CVC.					Mesa: Controlar el desarrollo agrícola y el ejercicio de un hábitat afectado del sector productivo a nivel de la representación puntual y la gestión con el usuario y como entidad de Cooperación, del sector productivo y su entorno social, generando competitividad regional y mejor calidad de vida para sus habitantes. Problemas: Seguridad pública. Medios: Saneamiento y desarrollo económico regional. + Servicios públicos (desplazados, transporte). + Educación. + Salud. + Programas de control de gestión pública. + Medio ambiente. Medios: Como centro de análisis, desarrollo y generación de propuestas, sobre el desarrollo económico, político y social de la región, con el fin de cambiar y mejorar el desarrollo, a través de la gestión pública.

Fuente: Autoría del autor

⁵⁴ ASOCAÑA. Agroindustria Cañera y Uso de Agua: Análisis Crítico en el contexto de la Política de Agrocombustibles en Colombia. Pagina 12.

Los actores presentados en la Tabla 7, tienen por su funciones constitucionales y legales o por sus actividades económicas, el poder para revertir el deterioro de la cuenca alta del río Cauca, a través de acciones estratégicas planteadas en el Plan de Acción del Documento CONPES 3624 de 2009. Cada casilla de la diagonal incluye la finalidad y los objetivos del actor interesado en que no se produzca el cierre de las Bocatomas de la Planta Puerto Mallarino. Las otras casillas contienen los medios de acción sobre los demás actores que cada actor posee para cumplir con el Plan de Acción establecido en el Documento CONPES 3624 de 2009 para los actores involucrados. El deterioro de la cuenca alta del río Cauca, sumado a los aumentos de los desarrollos incompletos en la ciudad de Santiago de Cali, que descargan sus aguas servidas a los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, donde el 73% del alcantarillado del municipio combina aguas lluvias con aguas servidas y donde menos del 24% de las aguas servidas del municipio es correctamente canalizada hacia la PTAR⁵⁵, pone de manifiesto con bastante claridad los retos estratégicos para los actores, es decir, es uno de los campos de batalla donde los actores se van a enfrentar.

A - GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA. De conformidad con la Ley 99 de 1993 [Art. 64] le corresponde al Gobernador en materia ambiental, además de las funciones que le sean delegadas por la ley o de las que se le deleguen a los gobernadores por el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE o por las Corporaciones Autónomas Regionales, siete (7) atribuciones especiales.

Cumple la Gobernación desde Vallecaucana de Aguas S.A ESP, la ejecución del Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad - PAP, en el marco del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento – PDA⁵⁶. La formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de

⁵⁵ DAGMA. “Hacia una Ciudad Región con Sustentabilidad Ambiental”. Septiembre 2009. Pág. 78

⁵⁶ VALLECAUCANA DE AGUAS S.A. Rendición de Cuentas 2013. Diciembre 4 de 2013

Vertimientos en quince (15) municipios del Valle del Cauca, inventario y valoración de predios en cuencas abastecedoras de agua y el trabajo de ajuste al Conpes 36 24 de 2009 han sido parte de su quehacer en lo ambiental.

Teniendo presente que la **Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial – LOOT [Junio – 2011]** por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial, establece como uno de los principios rectores del ordenamiento territorial el de la **Sostenibilidad**, donde el ordenamiento territorial conciliará el crecimiento económico, la sostenibilidad fiscal, la equidad social y **la sostenibilidad ambiental**, para garantizar adecuadas condiciones de vida de la población, la gobernación dispone de la competencia en materia de ordenamiento del territorio [Art. 29, a) de la LOOT] la de *establecer directrices y orientaciones para el ordenamiento de la totalidad o porciones específicas de su territorio, especialmente en áreas de conurbación con el fin de determinar los escenarios de uso y ocupación del espacio, de acuerdo con el potencial óptimo del ambiente y en función de los objetivos de desarrollo, potencialidades y limitantes biofísicos, económicos y culturales.*

B - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC.

La CVC se crea como la primera entidad de desarrollo regional en Colombia, basada en el modelo aplicado en el Valle del Tennessee (USA). Al amparo de la reforma constitucional, en el artículo 1º del acto legislativo N° 5 de 1954 expedido por la Asamblea Constituyente, se expide el Decreto 3110 del 22 de octubre de 1954, que le dio el verdadero nacimiento jurídico. Con la Ley 99 de 1993, su artículo 113, reestructura la corporación, dando fin a la antigua CVC, al despojarla de su área de cobertura interdepartamental, transferir, aportar a un nuevo ente, las funciones de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, el cual se materializa con el Decreto 1275 de 1994, para dar paso a la Empresa de Energía Eléctrica del Pacífico – EPSA.

El artículo 31 de la Ley 99 de 1993, le establece treinta y un (31) a las funciones de las Corporaciones y el Acuerdo AC – 03 del 26 de marzo de 2010, mediante el cual se reforma los estatutos de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, determinó en su Artículo 8, que dicha corporación tiene por objeto *propender por el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente en su jurisdicción.*

Además de lo anterior, la ley 1454 de 2011 (LOOT), en su artículo 9º., *Esquemas Asociativos Territoriales*, le permite a la Corporación CVC, diseñar y ejecutar programas de protección ambiental y en especial de cuidados de las zonas productoras de agua que con recursos de estas se puedan proteger ecosistemas estratégicos y desarrollar programas de mitigación de riesgo. En desarrollo de esta tarea, la Corporaciones Autónomas Regionales del Valle de Cauca - (CVC) podrá hacer inversiones por fuera de su jurisdicción (departamento del Cauca para nuestra caso y su par CRC) en cumplimiento de los convenios adelantados entre las mismas.

C - EMCALI EICE. ESP. Es la empresa de servicios públicos de la ciudad de Santiago de Cali y la responsable del suministro de agua potable y alcantarillado de la ciudad. Le corresponde en cumplimiento del artículo 12 del decreto 3100 de octubre de 2003, el cual establece las *Metas de reducción para los usuarios prestadoras del servicios de alcantarillados*, para efectos de establecer la meta individual de reducción de la carga contaminante. De allí que para dar cumplimiento a la norma referenciada, las Empresa Municipal de Cali Emcali, estructura su “*Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV*”, el cual debe ser supervisado por la autoridad ambiental local DAGMA. Es la responsable del manejo de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino.

D - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI - DAP. De acuerdo al Decreto 0203 del 16 de marzo de

2001, le corresponde al DAP del municipio, desarrollar las orientaciones de planeación impartidas por el Alcalde. Dirige y coordina técnicamente el trabajo de formulación del Plan de Desarrollo del Municipio, El Plan de Desarrollo de la Comuna o del Corregimiento y del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio.

E - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

- **DAGMA.** Mediante Acuerdo 18 de 1995, se implanta el sistema de gestión ambiental en el Municipio de Santiago de Cali y crea el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente – DAGMA, en cumplimiento de la Ley 99 de 1993 [Art.66] que establece que “los municipios, distritos o áreas metropolitanas cuya población urbana fuere igual o superior a un millón de habitantes (1.000.000) ejercerán dentro del perímetro urbano las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en lo que fuere aplicable al medio ambiente urbano. Además de las licencias ambientales, concesiones, permisos y autorizaciones que les corresponda otorgar para el ejercicio de actividades o la ejecución de obras dentro del territorio de su jurisdicción, las autoridades municipales, distritales o metropolitanas tendrán la responsabilidad de efectuar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y de residuos tóxicos y peligrosos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y adelantar proyectos de saneamiento y descontaminación”. Le corresponde entonces como autoridad ambiental realizarle el seguimiento a las metas de descontaminación establecidas el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV 2007 – 2016, presentada por EMCALI EICE ESP.

F - EL SECTOR AZUCARERO. Desde sus orígenes a mediados del siglo XIX, cuando se crearon los primeros trapiches para la molienda de la caña de azúcar por parte del señor Santiago Eder en la hacienda “La Rita”, en jurisdicción del municipio de Palmira (1867)⁵⁷ se dio inicio a un proceso agroindustrial que luego

⁵⁷ Correo del Sector Azucarero. Junio. 1996. Número 9

propicio la creación de los ingenios Providencia y Riópaila en los años 20 y el de los ingenios San Carlos, Pichichi, Central Castilla, El Porvenir, Papayal y Meléndez en la década del 40, el cual favoreció la expansión del cultivo de la caña de azúcar por toda la zona plana del departamento del Valle del Cauca, llegando hoy en día incluso a ocupar las faldas de las dos cordilleras. En este proceso de expansión, el monocultivo de la caña de azúcar alcanza en la actualidad un área de 197.745 hectáreas⁵⁸, cubriendo el 60% del área de la zona plan del Valle del Cauca que es de 299.226 hectáreas.

La expansión del cultivo de la caña de azúcar en los últimos cien años termina en convertirse en un monocultivo, conformando de paso una agroindustria que en el año 2012 llegó a un nivel de producción de 2.19 millones de toneladas de azúcar. De esta producción, el 58% se coloca en el mercado nacional; el resto se destina a la exportación⁵⁹. Lo anterior por supuesto ha tenido un impacto ambiental profundo sobre la biosostenibilidad y la biocapacidad ambiental del departamento del Valle del Cauca que la podemos resumir así:

Al expandirse el monocultivo de la caña de azúcar sobre más de la mitad del territorio de la zona plana del departamento del Valle del Cauca se produjo una **disminución y pérdida del recurso bosque seco** gravísimas para todo el territorio del Valle del Cauca. Se perdió la casi totalidad de la selva seca, quedando en la actualidad tan solo 15 reductos de bosque seco, entre una (1) y diez (10) hectáreas totalmente aislados e inmersos en medio de potreros y extensos cultivos de caña de azúcar⁶⁰. Esta selva seca se caracterizaba por sostener tan variada riqueza de flora y fauna debido a la multiplicidad de estratos que creaban sus árboles, los cuales aseguraba el vital aprovisionamiento de nutrientes, la protección del suelo del sol, de la lluvia, de la erosión causada por los vientos a baja altura, preservando por mucho tiempo la humedad dentro de

⁵⁸ Procaña.

⁵⁹ Asocaña. El Mercado de Azúcar. SAG. Abril de 2002

⁶⁰ Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002 – 20012, página 58.

ella. Por ello, cuando la agroindustria azucarera en su expansión tumbó los árboles, se afectó la protección que esta cobertura arbórea le ofrecía al hábitat del cual era parte principalísima, afectando los ciclos biológicos e interrumpiendo las delicadas relaciones bióticas de las especies allí presentes, que no podrían sobrevivir en otro ecosistema artificial como es el del monocultivo de la caña de azúcar.

La incorporación en el modelo de negocios azucarero, la producción de etanol, lo que ha hecho es acentuar la presión sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca, la cual a la fecha no se conoce un estudio costo – beneficio de los beneficios sociales y económicos y de los costos sociales y ambientales. Como se menciona en las conclusiones, no sabemos si el actual manejo de las 900.000 toneladas anuales de vinazas se pueda mantener a largo plazo. El sector azucarero con su monocultivo y su modelo extractivista, ha abusado tanto de la cuenca alta del río Cauca, de su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que provee, que si no cambia su modelo de negocios en los próximos 10 años y no hace restauración de los ecosistemas críticos relacionados con la agricultura, la cuenca alta del río Cauca correrá el riesgo de perder su capacidad de resiliencia y sus suelos sufrirán una mineralización perdiendo de manera definitiva su fertilidad y la capacidad de proveer alimentos que el mundo necesita.

9.2 Identificación de los retos estratégicos y los objetivos asociados en lo ambiental y desarrollo sostenible

En el documento Conpes 3624 de 2009, PROGRAMA PARA EL SANEAMIENTO, MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA está expresado siete (7) retos estratégicos, encaminadas a la ejecución de inversiones, coordinación interinstitucional, desarrollo de actividades y observancia de las competencias asignadas a los actores responsables del

adecuado manejo ambiental y disminución de los niveles de contaminación del Río, son los siguientes (ver Tabla N° 15, pagina 93) :

E1 - Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca: El Sector Azucarero esta en una fase expansiva del área cultivada en caña de azúcar, particularmente con el desarrollo de las plantas para la producción de etanol. Sus 200.000 hectáreas, del monocultivo de caña de azúcar están perturbando profundamente el territorio del Valle del Cauca, afectando directamente su biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la su zona plana del departamento. Igualmente el sector industrial y minero afecta al rio Cauca con sus vertimientos puntuales.

E2 - Sostenibilidad Ambiental de Actividades Productivas Sectoriales: La industria en general y el sector azucarero en particular deben atender la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. De allí que dicho sector debe incorporar la huella de carbono, la huella de agua y la huella de residuos sólido o si se quiere la ISO 14040 “Gestión Ambiental, Análisis del ciclo de vida, Principios y Marco de Referencia. Finalmente, otro elemento a evaluar son los residuos altamente tóxicos en el río Cauca. En este caso, la aplicación de aproximadamente 1.187 toneladas de pesticidas al año (para 2009) en el cultivo de caña de azúcar en la región, más el resto de pesticidas que se aplica a los otros cultivos, puede estar generando un riesgo potencial de tipo crónico y de naturaleza química, ya que plausiblemente una fracción nada despreciable de esta carga terminará en los cauces de agua superficial y finalmente en el río Cauca⁶¹.

⁶¹ PÉREZ Mario Alejandro, et al. Agroindustria Cañera y Uso del Agua: Análisis Critico en el Contexto de la Política de Agrocombustible en Colombia. Instituto Cinara, Universidad del Valle. AA 25157 Cali, Colombia. E-mail: mario.perez@correounivalle.edu.co y Grupo Semillas, A.A. 241662 Bogotá, Colombia

E3 – *Gestión Integral del Recurso Hídrico*: Para esta estrategia, la Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, se basa en ocho (8) principios, todos de igual jerarquía, los cuales deben ser cumplidos por todos los actores⁶²:

1. **Bien de uso público**: El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.
2. **Uso prioritario**: El acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
3. **Factor de desarrollo**: El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.
4. **Integralidad y diversidad**: La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.
5. **Unidad de gestión**: La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
6. **Ahorro y uso eficiente**: El agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.
7. **Participación y equidad**: La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.
8. **Información e investigación**: El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

E4 – *Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca*: Le corresponde a las gobernaciones a través de las empresas Vallecaucana de Aguas S.A y su homologo en el Cauca,

⁶² MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Marzo de 2010. Capítulo V. Principios, Objetivos y Líneas estratégicas de la Política, página 95.

la responsabilidad de darle cumplimiento a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los servicios de agua potable y saneamiento básico – PDA, en asocio con las respectivas Corporaciones Autónomas y los Alcaldes que hayan suscrito convenios de participación, tal como esta definido en la Ley 142 de 1994, la ley 1176 de 2007 y el Decreto 3200 de 2008.

E5 – Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali: Dada la importancia de disminuir los problemas en la captación de agua cruda en la planta de Puerto Mallarino generados por la carga contaminante **sedimentada en el canal sur**, y teniendo en cuenta que en la actualidad una parte importante de las aguas residuales están siendo vertidas a los canales de aguas lluvias, es necesario ejecutar las inversiones definidas en el marco del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, así como aquellas necesarias para controlar otras fuentes aportantes de contaminación y sedimentos.

E6 - Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados: Es necesario terminar de sellar el basurero de Navarro donde aún quedan a cielo abierto cerca de 480.000 toneladas de basura. Se requiere igualmente el control de los lixiviados que están llegando probablemente al canal sur, mediante la construcción de la planta de tratamiento de lixiviados que permita mitigar el impacto ambiental negativo que ocasiona la contaminación con estos afluentes contaminantes.

E7 – Mitigación y Adaptación al cambio Climático en la Gestión: Las estrategias de adaptación a las transformaciones climáticas que amenazaran y ampliaran los riesgos y la vulnerabilidad en la cuenca alta del río Cauca, se reducirá en la medida que se reorganice la ocupación del territorio en función de la estructura de los ecosistemas, la biodiversidad que soporta y los servicios ecosistémicos que ofrecen, disminuyendo el valor de la formula:

RIESGO = AMENAZA X VULNERABILIDAD

Un riesgo se refiere a la probabilidad, estimación y la cuantificación de la magnitud y las consecuencias de los daños ambientales, sociales y económicos o culturales en un lugar y tiempo determinados, resultado del desencadenamiento de una amenaza⁶³.

Para el caso de la cuenca alta del río Cauca las enormes pérdidas causadas por el fenómeno de la Niña a finales del 2010 y comienzos del 2011, son señales muy claras que las fuerzas productivas que han actuado en los últimos ochenta años en la cuenca son corresponsables del deterioro de la misma y lo que se vislumbra para el valle del cauca en los años por venir, es un enorme costo fiscal por los daños que seguirá sufriendo la región por las amenazas climáticas y vulnerabilidad de un ecosistema que a sido maltratado por la sociedad vallecaucana. (*ver Tabla N° 8*)

⁶³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. Preparándose para el futuro. Amenazas, riesgo, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático. Diciembre de 2008. Pág. 8.

Tabla N° 8⁶⁴

IDENTIFICACIÓN DE LOS RETOS ESTRATÉGICOS Y LOS OBJETIVOS ASOCIADOS EN LO AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	
<i>Retos (Campo de batalla)</i>	<i>Objetivos Asociados</i>
E1 - Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.	O1 - Control de procesos erosivos y gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.
E2 - Sostenibilidad Ambiental de Actividades Productivas Sectoriales	O2 - Incentivar la producción y el consumo sostenible en la agro-industria.
E3 – Gestión Integral del Recurso Hídrico	O3 - Control de la explotación excesiva de minería abierta y material de arrastre y las actividades de deforestación.
E4 – Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.	O4 - Ejecución de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV.
E5 – Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali. (PSMV 2007-2016)	O5 - Control de vertimientos de aguas residuales en los ríos Lili, Meléndez, Cañaveralejo y el Canal Sur de aguas lluvias combinadas con aguas servidas.
E6 - Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados.	O6 - Tratamiento de lixiviados y cierre adecuado del botadero de Navarro.
E7 – Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Gestión.	O7 - La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

Fuente: Autoría del autor

Es en este marco conceptual y en cumplimiento de la constitución política y las leyes que regulan nuestro ordenamiento jurídico que analizamos y asigna los valores a los actores de acuerdo a su conducta mostrada a la fecha. Como bien lo

⁶⁴ Autoría del Autor

señala MICHEL GODET⁶⁵, cada uno de estos retos estratégicos (campo de batalla, puede ser declinado bajo la forma de uno o varios objetivos respecto de los cuales los actores son aliados, se encuentran en conflicto o son neutros. (ver Tabla N° 9)

Tabla N° 9⁶⁶

MAO. Matriz de las posiciones de actores X objetivos										
ACTORES (i)	SIMBOLO	OBJETIVOS (j)							S+	S-
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7		
<i>A. GOBERNACIÓN</i>	A1	0	1	1	1	0	0	1	4	0
<i>B. CORPORACIÓN CVC</i>	A2	1	1	1	1	1	1	1	7	0
<i>C. ALCALDES</i>	A3	0	-1	0	1	1	0	0	2	-1
<i>D. EMCALI</i>	A4	0	0	0	1	1	1	0	3	0
<i>E. DAP -DAGMA</i>	A5	0	0	0	1	1	1	1	4	0
<i>F. SECTOR AZUCAREROS (PROCAÑA Y ASOCAÑA)</i>	A6	-1	-1	0	0	0	0	1	1	-2
	S+	1	2	2	5	2	3	4		
	S-	-1	-2	0	0	-1	0	0		

Fuente: Autoría del Autor

- O1 - Control de procesos erosivos y gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.
- O2 - Incentivar la producción y el consumo sostenible en la agro-industria.
- O3 - Control de la explotación excesiva de minería abierta y material de arrastre y las actividades de deforestación.
- O4 - Ejecución de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV.
- O5 - Control de vertimientos de aguas residuales en los ríos Lili, Meléndez, Cañaveralejo y el Canal Sur de aguas lluvias combinadas con aguas servidas.
- O6 - Tratamiento de lixiviados y cierre adecuado del botadero de Navarro.
- O7 - La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

⁶⁵ GODET, Michel. De la Anticipación a la Acción. Manual de prospectiva y estrategia. Alfa Omega. 1993. Pág. 113.

⁶⁶ Del Autor

Los Objetivos Asociados (O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7) son una parte de los Retos Estratégicos (E1, E2, E3, E4, E5, E6). El análisis completo del juego de actores debe tener en cuenta todos los objetivos. Para visualizar la relación entre los actores, sus alianzas y conflictos, la representamos matricialmente (MAO, Matriz de Actores & Objetivos), que permite resumir los intereses comunes y antagonismo entre ellos. La matriz de las posiciones MAO (Actores x Objetivos) se ha elaborada con las siguientes premisas:

- (+1) Actor *i* a favor del objetivo *j*;
- (-1) Actor *i* opuesto al objetivo *j*;
- (0) Actor *i* indiferente ante el objetivo *j*

9.3 Comentarios

La revisión de la Matriz MAO de las sumas positivas y negativas de las filas o las columnas, brinda información valiosa. Se puede constatar, por un lado respecto a las filas, que en principio la **Corporación CVC** es el único actor que siente que es responsable con todos los objetivos (O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7) planteados en la matriz MAO. Desde el punto de vista de su razón de ser⁶⁷, no podría ser de otra manera pues ella tiene la responsabilidad de **propender por un desarrollo sostenible** y proteger los recursos naturales del departamento del Valle del Cauca.

⁶⁷ ACUERDO 03 del 26 de marzo de 2010. Artículo 8°. Objeto. *La Corporación tiene como objeto propender por el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente en su jurisdicción, a través de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes y futuras, sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento conforme a las reglas, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente.*

Entender este punto de “**propender por un desarrollo sostenible**” es fundamental, no solamente para la Corporación CVC, sino también para los otros actores, en la recuperación de la cuenca alta del río Cauca, pues de ello depende revertir la tendencia pesada de destrucción que actualmente domina la ocupación y las actividades económicas en la región de los ecosistemas y sus servicios ambientales para recuperar la cuenca alta del río Cauca.

Por otro lado, al evaluar al **Sector Azucarero** presenta la mayor oportunidad de reorientar su acción participando más activamente con los objetivos asociados a los Retos Estratégicos (E1, E2, E3, E4, E5, E6). Desde sus orígenes a mediados del siglo XIX, cuando se crearon los primeros trapiches para la molienda de la caña de azúcar por parte del señor Santiago Eder en la hacienda “*La Rita*”, en jurisdicción del municipio de Palmira (1867)⁶⁸ se dio inicio a un proceso agroindustrial basado en la tecnología de segunda revolución industrial (petróleo y periódicos) que luego propició la creación de los ingenios Providencia y Riópaila en los años 20 y el de los ingenios San Carlos, Pichichi, Central Castilla, El Porvenir, Papayal y Meléndez en la década del 40, el cual favoreció la expansión del cultivo de la caña de azúcar por toda la zona plana del departamento del Valle del Cauca, llegando hoy en día incluso a ocupar las faldas de las dos cordilleras. En este proceso de expansión, el monocultivo de la caña de azúcar alcanza en la actualidad un área de 197.745 hectáreas⁶⁹, cubriendo el 60% del área de la zona plana del Valle del Cauca que es de 299.226 hectáreas.

A la luz del Código de Recursos Naturales y del enfoque de la Política de la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – GIBSE, el sector azucarero está en contravía del artículo 8 del Decreto Ley 2811 de 1974, donde se establecen los factores que deterioran el ambiente como por ejemplo: (a) **La contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos**

⁶⁸ Correo del Sector Azucarero Junio. 1996. Número 9

⁶⁹ Procaña.

naturales renovables. Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la Nación o de los particulares.

El sector azucarero es de lejos el mayor consumidor de agua, tanto superficial como subterránea para el riego de la caña de azúcar. Este riego de acuerdo con la Corporación CVC⁷⁰, genera procesos de salinidad por el origen marino de los suelos y por la utilización de aguas cargadas con altos contenidos de sales para cumplir con las necesidades hídricas de los cultivos, el ascenso de sales disueltas en las aguas subterráneas en zonas con pobre drenaje, combinado con un déficit de lluvias y alta evapotranspiración. (ver figura 15)

Condición del suelo en la zona plana del Valle del Cauca

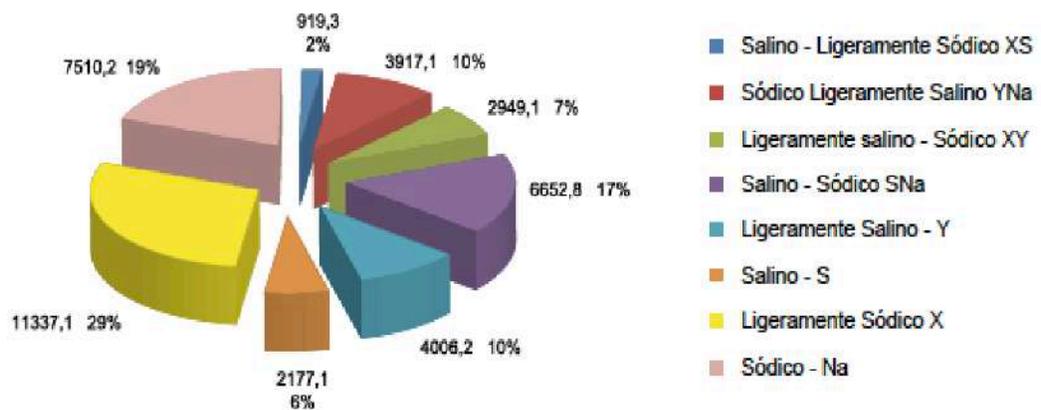


Figura 15⁷¹

⁷⁰ Plan de Acción 2012 – 2015, Salinidad y mal drenaje, pagina 42 y siguientes.

⁷¹ DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL – Grupo de Sistema de Información Ambiental de la Corporación CVC

Otro aspecto que se considera deterioro ambiental por el Código Nacional de Recursos Naturales es (g) **La extinción o *disminución cuantitativa o cualitativa de especies animales o vegetales o de recursos genéticos***. El monocultivo de la caña de azúcar y su expansión por toda la zona plana del valle del Cauca, alcanzando a ocupar como ya lo mencionamos antes, el 60% del área de la zona plana del Valle del Cauca que es de 299.226 hectáreas, es a toda luces un claro deterioro del ambiente, de pérdida de biodiversidad local y una pérdida de los servicios ecosistémicos existentes, empobreciendo con ello la calidad ambiental de la cuenca alta del río Cauca tanto en el departamento del Valle del Cauca como en el departamento del Cauca, afectando particularmente las cuencas del río Palo y Desbaratado, como aportantes tanto de contaminación como de alta turbiedad al río Cauca.

El Sector Clúster Azucarero tiene la oportunidad de volver a ser el líder empresarial de la región si se mueve de manera planificada en los próximos diez años a los nuevos paradigmas de la Tercera Revolución Industrial basada en energía renovable; en la transformación de los edificios y las construcciones y grandes conjuntos residenciales en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen *in situ* las energías renovables; en el uso de la tecnología de Internet para transformar la red eléctrica de cada zona generadora en el Valle del Cauca en una “interred” lo cual ya inicio una empresa vallecaucana⁷²; en la transición de los vehículos a combustible fósil y etanol que son tecnologías de alta huella de carbono hacia vehículos de motores eléctricos⁷³ con alimentación en red eléctrica

⁷² EL PAIS, Sábado 15 de marzo de 2014. El Valle entra a la era de la energía solar. La EPSA invirtió \$1248 millones en el laboratorio más grande del país, que está dotado de paneles que recogen la radiación solar para convertirla en energía, están generando 6227 kilovatios-hora, suficiente para abastecer a 43 viviendas, en su sede ubicada en la autopista Cali-Yumbo.

⁷³ EL PAIS, Sábado 1 de Diciembre de 2012. Beneficios para autos eléctricos. El presidente de la Comisión Tercera del Senado, Efraín Cepeda, informó que el gobierno Nacional se comprometió a eliminar el impuesto al consumo de los carros eléctricos que ingresan al país que es del 19%, con el fin de ayudar con el medio ambiente. La firma Francesa Renault, acaba de presentar su modelo el vehículo eléctrico ZOE ZE (Zero emisiones) cuyo desarrollo implicó 60 nuevas patentes y 6 primicias mundiales como son el bajo precio de 13.700 euros (Col \$ 2.354 pesos por Euro su valor en Colombia sin impuestos es de 32.250.000 de pesos), homologación de 210 kilómetros de autonomía de recorrido, carga de batería entre 30 minutos y 9 horas, optimizador de autonomía, despliegue masivo de bornes de recarga rápida.

capaces de comprar o vender dentro de una red eléctrica interactiva de carácter inteligente; hacia los nuevos modos de producción digital (manufactura aditiva); a los nuevos materiales como fibra de carbono⁷⁴ [material básico para el clúster aeronáutico del Valle] y a las líneas de producción de moléculas con microorganismo modificados genéticamente⁷⁵, a la química Verde como a la revolución biomimética⁷⁶ de cara al siglo XXI.

Encontramos en un punto intermedio a la **Gobernación del Valle del Cauca**, que a partir de la administración actual⁷⁷ plantea en su Plan Departamental de Desarrollo en su eje Ambiental Territorial en sus lineamientos de Política afrontar la grave problemática que han generado en el Valle del Cauca los efectos del cambio climático. El incremento del capital ambiental se ha convertido en factor decisivo para la existencia y viabilidad de la propia vida, la economía y el desarrollo social. Para la gobernación del Valle, hoy es impensable una planificación del desarrollo sin una visión única de región, que integre las potencialidades del territorio y preserve los recursos naturales y la biodiversidad.

La Gobernación en un esfuerzo para mejorar su capacidad de coordinar su actuar en el cumplimiento de las políticas ambientales y atender debidamente los espacios de coordinación y participación de los actores institucionales (Entidades del Estado involucradas y/o responsables de lo ambiental, organizaciones

⁷⁴ La Republica, Diciembre 12 de 2012. Es de tal importancia esta tecnología en la manufactura que la empresa BMW colabora con Boeing para la producción de fibra de carbono. El año pasado, BMW trató de extender su influencia sobre el fabricante de fibra de carbono SGL Carbón luego de que VW acumulara una participación en la firma. BMW y SGL construyeron en conjunto una nueva planta de fibra de carbono en Washington. La fibra de carbono es un 30 por ciento más liviana que el aluminio y un 50 por ciento más ligera que el acero, lo que implica una ventaja crucial para ayudar a reducir el peso de los vehículos y las emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de combustible. El avión 787 Dreamliner de Boeing está construido en un 50 por ciento con material de fibra de carbono. BMW planea empezar a vender vehículos con habitáculos de carbono a fines del año que viene..

⁷⁵ Fuente: The Economist. Special Report. April 21, 2012. A third industrial revolution. Manufacturing and innovation.

⁷⁶ SCIENCE & VIE. Intelligence de la Natura. Les ingénieurs s’y intéressent enfin Mai del 2010. N° 1112 Biomimética es la propensión a inspirarse de las propiedades de los organismos naturales para reproducirlos artificialmente por parte de los equipos de I&D.

⁷⁷ PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO ¡Vallecaucanos, Hagámoslo Bien! 2012 – 2015! Del Gobernador Ubeimar Delgado Blando

comunitarias y gremios) de la gestión ambiental territorial, entre los cuales podemos mencionar: Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca; Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres; Comité Directivo del Plan Departamental de Aguas; Comité Regional de Ordenamiento territorial – CROT y el Comité Interinstitucional de educación Ambiental departamental – CIDEA, creo la Secretaria de Ambiente⁷⁸.

El Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente –DAGMA, es el otro actor que muestra un compromiso intermedio con los objetivos (O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7) de la matriz MA, planteados en el Documentos Conpes 3624 de 2009 y su programa de saneamiento, manejo y recuperación ambiental de la cuenca alta del río Cauca. Su área de influencia es vital pues le corresponde como autoridad ambiental, urbana vigilar el cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, esencial para reducir la contaminación de los canales de aguas lluvias por conexiones herradas y la descargas de aguas servidas en los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. Aunque en la Matriz MAO, el DAGMA y EMCALI aparecen alineados en los propósitos, no deja de presentarse dificultades entre estas dos entidades, pues EMCALI es vigilada por el DAGMA pero ambas pertenecen a la misma administración y su director (a) de la autoridad ambiental como el Gerente de EMCALI, son nombrados por el Alcalde de la ciudad de Santiago de Cali.

Es necesario que todos los actores la Gobernaciones del Valle del Cauca, la Corporación Autónoma Regional CVC CRC, los Alcaldes, la Empresa de Servicios Públicos de Santiago de Cali – EMCALI, al Departamento Administrativo de gestión del Medio Ambiente – DAGMA y al Departamento Administrativo de

⁷⁸ El Gobernador del departamento del Valle del Cauca, en desarrollo de sus atribuciones constitucionales y legales, expide el **Decreto 1528 del 19 de septiembre de 2012**, “por medio del cual se ajusta la estructura orgánica de la administración central del Departamento del Valle del Cauca y se le asignan funciones a sus dependencias” y crea el Despacho de la **Secretaria del Medio Ambiente, Agricultura, Seguridad Alimentaria y Pesca**. [Art. 31]

Planeación del municipio de Santiago de Cali – DAP y el sector azucarero, deben moverse a una economía, una cultura y una política de desarrollo sostenible de la ocupación del territorio, que sea incluyente, participativa, sustentable, integral, cooperadora, generadora de puestos de trabajo creativos, que coevolucione con GAIA, que nos lleve a un modelo económico sobrio y de producción sostenible, basado en tecnologías biomiméticas que coevolucione con la matriz creadora [GAIA] que nos soporta, en la cual la cuenca alta del río Cauca.

10. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS SOBRE TIEMPOS DE PARADAS POR ALTA CARGA CONTAMINANTE Y ALTA TURBIEDAD

La empresa EMCALI ESP, y su oficina de acueducto facilito al autor la siguiente información sobre el cierre de la bocatoma de la planta de puerto Mallarino, las causas y la duración de los eventos. A continuación presentamos la cuantificación de los eventos por año donde se establecen el numero de eventos por alta carga contaminante y alta turbiedad, como los tiempo de parada (cierre de bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino) (*ver anexo 4 - D*):

TABLA N° 10. RESUMEN TIEMPOS DE CIERRE DE LAS BOCATOMAS DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO EN EL PERIODO 2000 – 2012

Causa	AÑO 2000	AÑO 2001	AÑO 2002	AÑO 2003	AÑO 2004	AÑO 2005	AÑO 2006
Alta carga contaminante	16:35:00	28:00:00	25:35:00	20:15:00	31:35:00	36:07:00	50:20:00
Alta turbiedad	4:35:00	-	1:50:00	2:00:00	12:50:00	-	-
Causas eventuales	5:15	1:45	8:00	2:20	6:05	5:20	1:00
Mantenimientos programados	-	14:15	0:25	8:10	3:30	3:10	2:10
Sin Fluido eléctrico	4:45	12:08	14:07	8:12	4:50	9:00	3:05
Variaciones de voltaje	1:05	1:05	1:22	0:55	2:05	-	0:10

Causa	AÑO 2007	AÑO 2008	AÑO 2009	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	TOTAL
Alta carga contaminante	74:40:00	29:40:00	49:40:00	46:58:00	41:30:00	125:50:00	575:52:00
Alta turbiedad	24:15:00	30:05:00	66:05:00	8:00:00	35:00:00	32:10:00	120:50:00
Causas eventuales	-	3:54	13:15	2:04	0:30	1:55	51:23:00
Mantenimientos programados	34:40:00	21:59	0:35	34:19:00	53:20:00	4:38	58:52:00
Sin Fluido eléctrico	3:40:00	9:53	1:10	4:55	4:03	1:58	78:00:00
Variaciones de voltaje	1:10:01	1:10	4:45	1:05	2:05	0:25	16:12:00

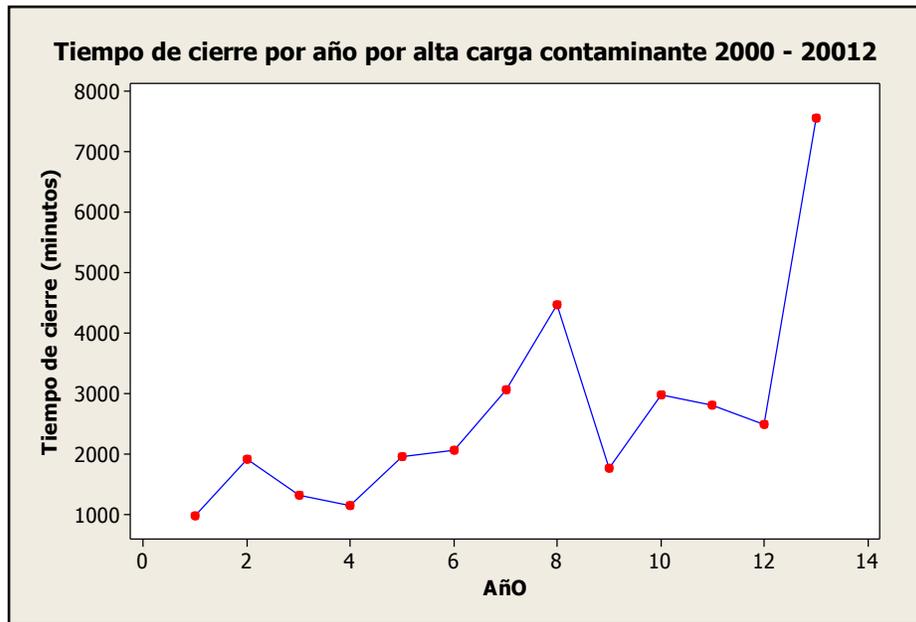
Fuente: Autoría del autor

De las tablas referenciadas (Tabla N° 11) podemos resumir los eventos por ALTA CARGA CONTAMINANTE así:

Tabla N° 11

Alta carga contaminante Año	TIEMPO DE PARADAS HH:MM	Año	Tiempo de cierre de la bocatoma por alta carga contaminante (minutos)
2000	16:35	1	995
2001	28:00:00	2	1680
2002	25:35:00	3	1535
2003	20:15:00	4	1215
2004	31:35:00	5	1895
2005	36:07:00	6	2167
2006	50:20:00	7	3020
2007	74:45:00	8	4485
2008	29:40:00	9	1780
2009	49:40:00	10	2960
2010	46:58:00	11	2760
2011	41:30:00	12	2490
2012	125:50:00	13	7500

Fuente: Autoría del autor



Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 1

Los datos sobre el tiempo de cierre de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino que se surte de agua del río Cauca, por alta carga contaminante, causando un bajo nivel de oxígeno, nos muestra que desde el año 2000 al 2012, una clara tendencia de un aumento en el número de eventos, como un aumento de duración en tiempo de los mismos. El bajo nivel de oxígeno se relaciona con la cantidad de desechos y vertimientos orgánicos y químicos que caen tanto al río Cauca, como a los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo que desembocan en el canal Sur y termina 5 kilómetros arriba de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino.

El nivel ideal del oxígeno disuelto para tratar el agua es de 5,5 a 6 mg/litro. Si es menor, el agua no puede potabilizarse, por lo que se cierran las bocatomas. El gráfico N° 1 nos muestra la tendencia.

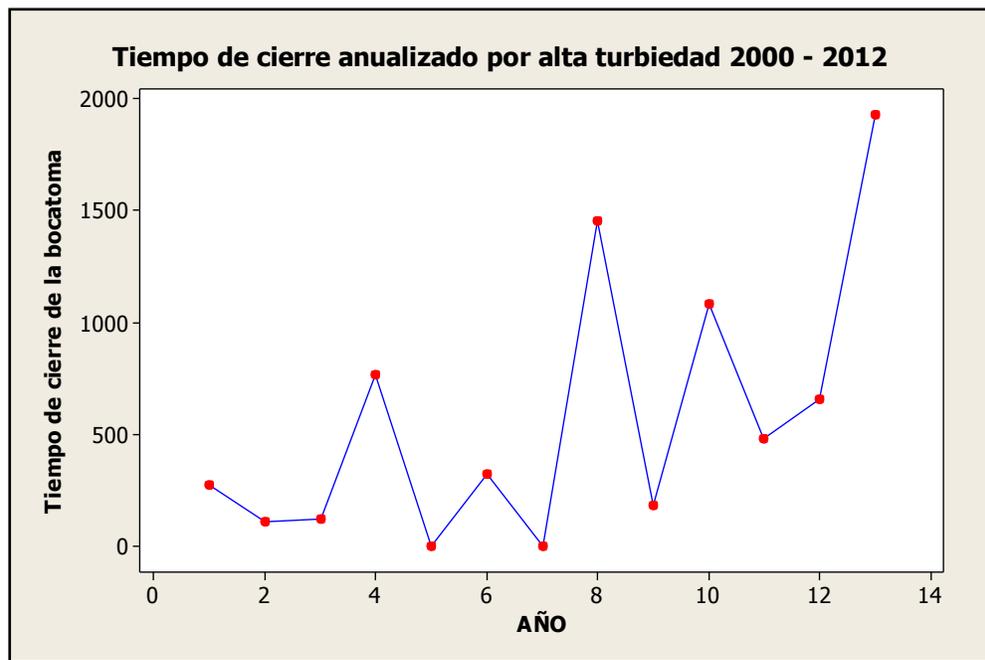
De las tablas referenciadas podemos resumir los eventos por ALTA TURBIEDAD así:

Tabla N° 12

Alta turbiedad	TIEMPO DE PARADAS	Año	Tiempo de cierre de la bocatoma por alta turbiedad (minutos)
2000	4:35:00	1	275
2001	0:00	2	0
2002	1:50:00	3	110
2003	2:00:00	4	120
2004	12:50:00	5	770
2005	0:00	6	0
2006	0:00	7	0
2007	24:15:00	8	1455
2008	30:05:00	9	1850
2009	66:05:00	10	3960
2010	8:00:00	11	480
2011	35:00:00	12	2100
2012	32:10:00	13	1930

Fuente: Autoría del autor

Igualmente, los datos sobre el tiempo de cierre de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino que se surte de agua del río Cauca, por alta turbiedad, nos muestra la misma tendencia de aumentos del numero de eventos, pues desde el año 2000 al 2012, una clara tendencia de un aumento en el numero de eventos, como lo muestra la grafica N° 2.



Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 2

Esta turbiedad se da por la cantidad de partículas de arena y de lodo que arrastra el río Cauca. Estos niveles tienden a aumentar cada que hay avalanchas o empalizadas en los ríos tributarios (el rio Palo en nuestro caso). El agua puede potabilizarse si los niveles de turbiedad se mantienen entre los 2000 y 3000 unidades. Si son más altos, la infraestructura de la planta de Puerto Mallarino corre riesgos y no puede procesarla. Por esta causa también se cierra la Bocatomas.

RESUMEN DE LOS EVENTOS POR ALTA CARGA CONTAMINANTES Y ALTA TURBIEDAD.

En resumen de los datos que durante los trece (13) años se tiene sobre los cierres de las bocatomas de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino por alta carga contaminante y alta turbiedad la presentamos en la Tabla N° 13.

En total se dieron 334 eventos, de los cuales 275 cierres de las bocatomas fueron causados por alta carga contaminante y 59 cierres por alta turbiedad.

Tabla N° 13. Eventos por alta carga contaminante y alta turbiedad 2000 - 2012

AÑO	Total Eventos	Alta carga contaminante		Alta turbiedad		Total Duración
		Cierres	Duración	Cierres	Duración	
2000	11	9	16:35:00	2	4:35:00	21:10:00
2001	18	18	28:00:00	0	0:00:00	28:00:00
2002	16	15	25:35:00	1	1:50:00	27:25:00
2003	14	13	20:15:00	1	2:00:00	22:15:00
2004	24	18	31:35:00	6	12:50:00	44:25:00
2005	19	19	36:07:00	0	0:00:00	36:07:00
2006	26	26	50:20:00	0	0:00:00	50:20:00
2007	46	36	74:45:00	6	24:15:00	99:00:00
2008	23	18	29:40:00	7	30:05:00	59:45:00
2009	36	20	49:40:00	15	66:05:00	115:45:00
2010	26	24	46:58:00	5	8:00:00	54:58:00
2011	26	19	41:30:00	7	35:00:00	76:30:00
2012	49	40	125:50:00	9	32:10:00	158:00:00
TOTAL	334	275	576:50:00	59	216:50:00	794:40:00

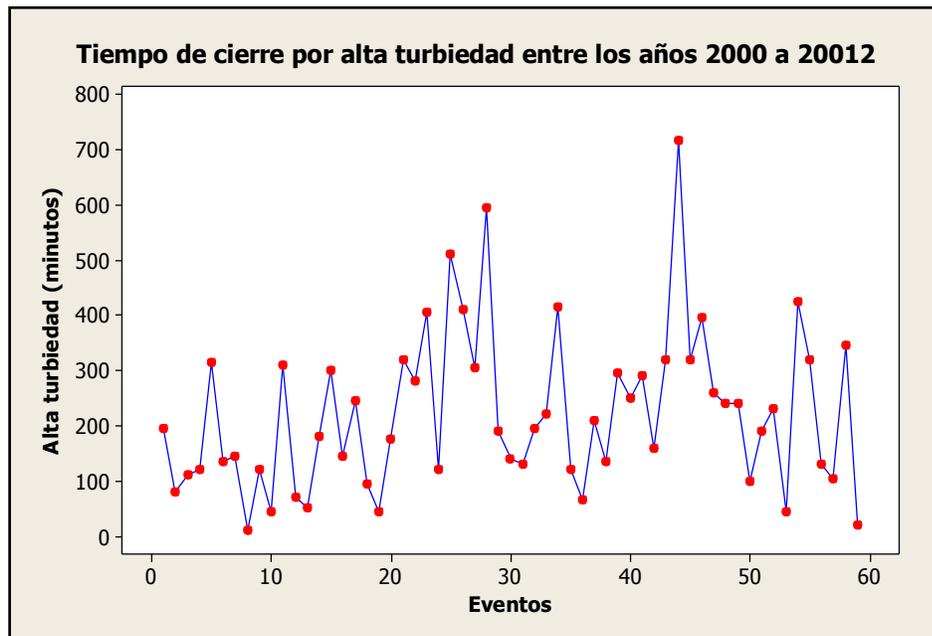
Fuente: Autoría del autor

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la presentación de los datos sobre tiempos de paradas por alta carga contaminante y alta turbiedad del capítulo 7, mostradas en las Tablas N° 4 y N° 5, podemos observar dos aspectos muy serios para un suministro de agua confiable para la ciudad de Santiago de Cali a saber:

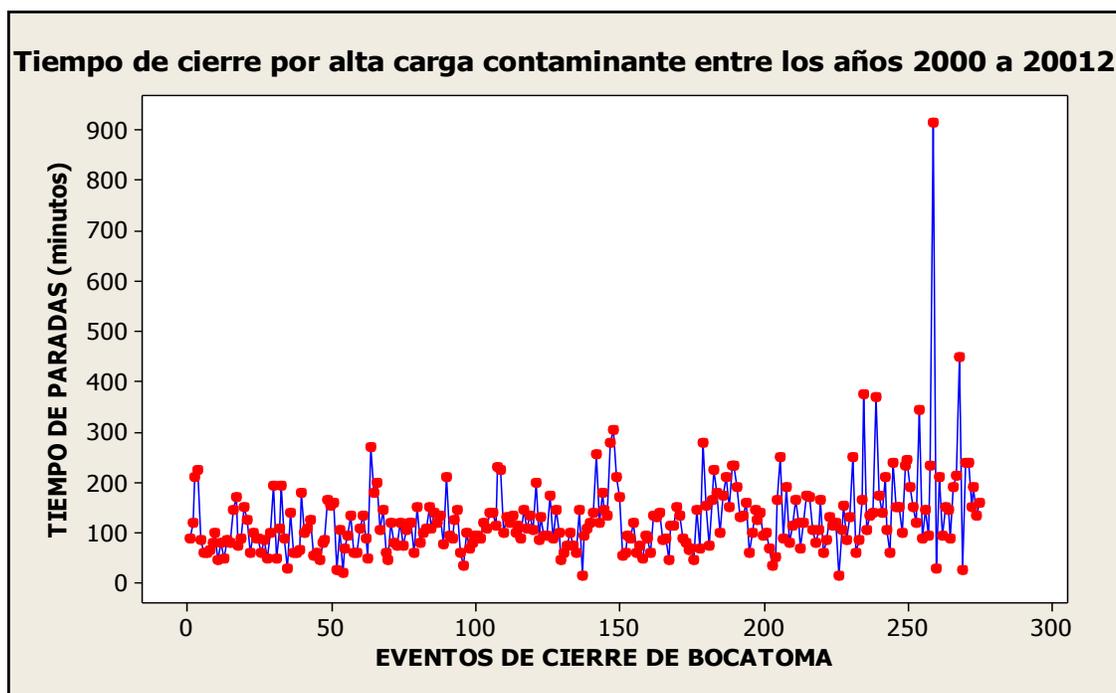
Primero es el incremento de los eventos de los cierres de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino entre los años 2000 al 2012, que pasaron de 12 eventos de cierre a 45; Igualmente los tiempo de duración de los cierres de las bocatomas paso de 21:10:00 a 158:00:00. (ver Tabla N° 2-4 y Tabla N° 2 – M).

Esto es un incremento en los cierres de las bocatomas de un 275% y en relación a la duración de los cierres es de un 652%, por los eventos conjugados por alta contaminación y alta turbiedad. La variabilidad de los tiempos de cierre los podemos observar en las graficas N° 3 y 4.



Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 3

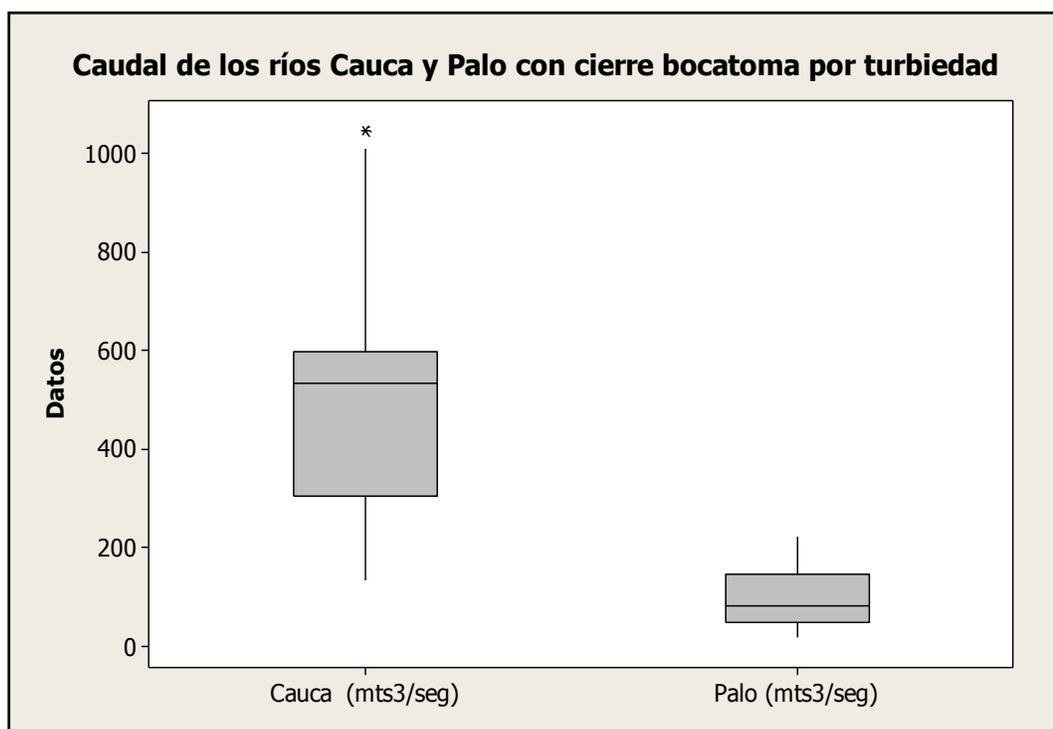


Fuente: Autoría del autor

Gráfico N° 4

Un segundo aspecto del análisis, en el marco del modelo sistémico presentado en la figura N° 12, página 75, es el de conocer el comportamiento de los caudales medios diarios (mts3/seg) de los ríos Cauca y Palo con eventos de alta carga contaminante y alta turbiedad, lo cual lo presentare mediante unas *graficas de cajas*⁷⁹, en las graficas N° 5 y 6.

⁷⁹ Una *grafica de caja* es una gráfica que representa la distribución de un conjunto de datos empleando los valores de los cuartiles como medida de posición y el valor del rango intercuartílico como medida de variabilidad, lo cual es una técnica muy útil para el análisis exploratorio de datos recogidos por el autor.



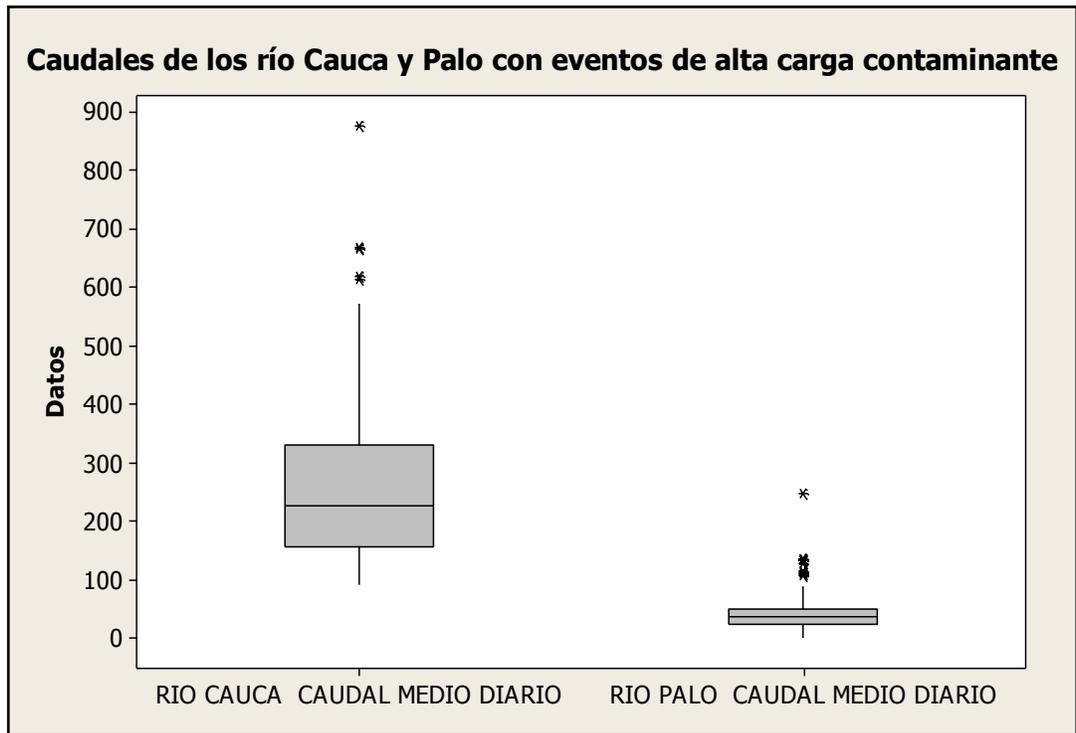
Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 5

Cauca	Palo
Q1 = 303,67	Q1 = 49,31
Mediana = 532,26	Mediana = 82,62
Q3 = 598,85	Q3 = 144,58
Rango Intercuartil = 295,17	Rango Intercuartil = 95,27
Bigotes en: 133,36; 1009,4	Bigotes en: 17,89; 222,35
N = 59	N = 59

Tenemos entonces que para el evento de alta turbiedad es de esperar que un aumento de los caudales de los ríos Cauca y Palo como consecuencia de un aumento de las precipitaciones en la parte alta de la cuenca de los ríos tributarios del Cauca, traiga una mayor cantidad de sólidos, particularmente del río Palo, lo

cual esta expresado en un aumento del caudal medio diario tanto para el río Cauca (532,26 mts³/seg) como para el río Palo (82,62 mts³/seg).

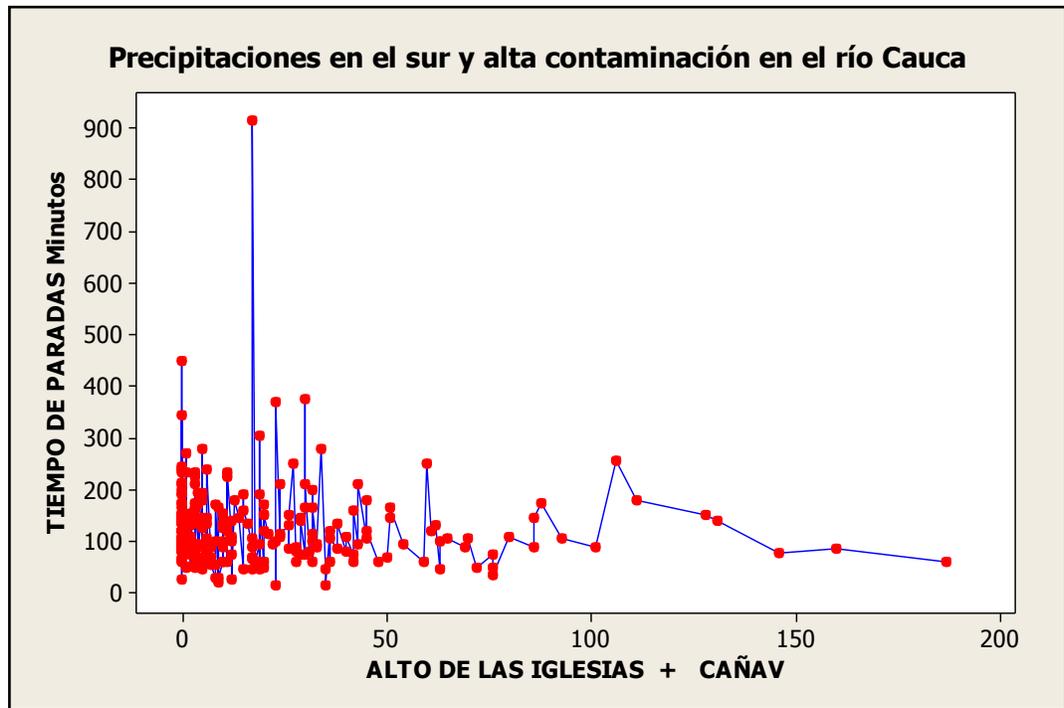


Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 6

Río Cauca	Río Palo
Q1 = 156,05	Q1 = 23,15
Mediana = 227,43	Mediana = 36,09
Q3 = 331,59	Q3 = 50,9
Rango Intercuartil = 175,54	Rango Intercuartil = 27,75
Bigotes en: 91, 96, 573	Bigotes en: 1,41,89,87
N = 275	N = 275

En el caso de los eventos por alta contaminación, estos se dieron con caudales medio diario mucho más bajo tanto para el río Cauca (331,59 mts³/seg) como para el río Palo (36,09 mts³/seg), acompañados con precipitaciones en el sur de la ciudad, que cubrieron las cuencas de los ríos Meléndez y Cañaveralejo⁸⁰.



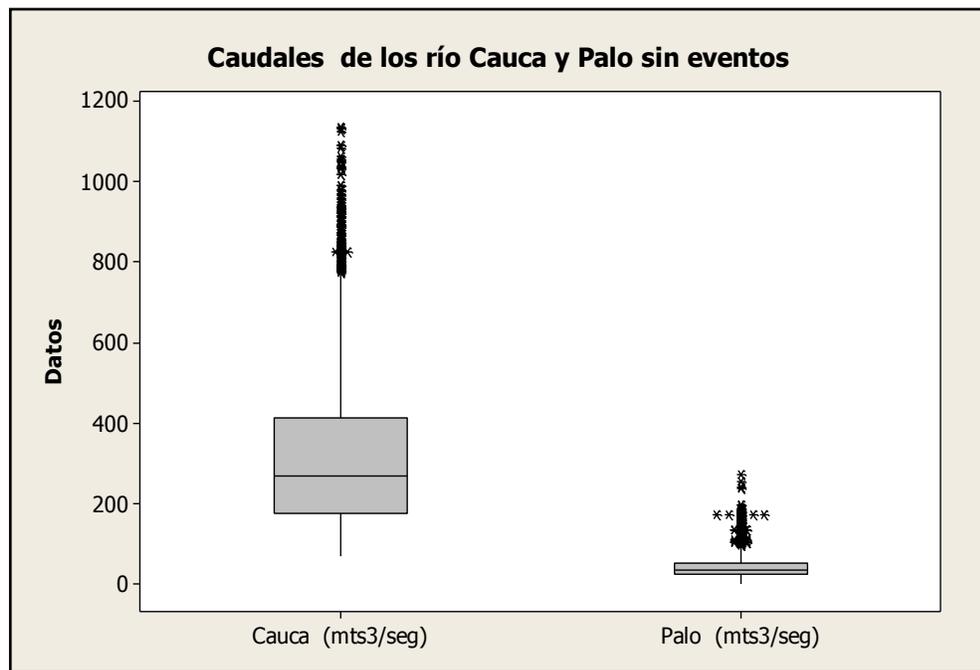
Fuente: Autoría del autor

Gráfico N° 7

El gráfico N° 7 señala las precipitaciones que se dieron en las dos estaciones Alto Iglesias para la Cuenca Meléndez y la Estación Las Brisas de la cuenca Cañaveralejo, y las ocurrencias de los eventos de cierre de las bocatomas de la Planta de puerto Mallarino por alta carga contaminante.

⁸⁰ Los datos de precipitaciones provienen de la Estación Alto Iglesias para la Cuenca Meléndez y la Estación Las Brisas de la cuenca Cañaveralejo, de la oficina de Hidrología de la Corporación CVC.

Finalmente los datos de los caudales del río Cauca y del río Palo sin eventos de cierre de la bocatomas de la Planta de puerto Mallarino por alta carga contaminante y alta turbiedad se presentan en las graficas N° 8.



Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 8

Río Cauca	Río Palo
Q1 = 176,92	Q1 = 24,95
Mediana = 269,95	Mediana = 37,04
Q3 = 414,81	Q3 = 54,69
Rango Intercuartil = 237,88	Rango Intercuartil = 29,73
Bigotes en: 69,58; 769,03	Bigotes en: 1,04; 99,27
N = 4419	N = 4418

Al comparar los caudales promedios diarios (mediana) de los ríos Cauca y Palo en el periodo 2000 – 2012 con los eventos de alta carga contaminante y alta turbiedad, con los caudales promedios diarios (mediana) cuando no se tuvo eventos de alta carga contaminante y alta turbiedad observamos lo siguiente:

A. Con eventos de alta carga contaminante.

Mediana = 227,43 mts³/seg Río Cauca **CQ3 = 331,59**

Mediana = 36,09 mts³/seg Río Palo

B. Con eventos de alta turbiedad

Mediana = 532,26 mts³/seg Río Cauca **CQ3 = 598,85**

Mediana = 49,31 mts³/seg Río Palo

C. Sin eventos de alta carga contaminante y alta turbiedad

Mediana = 269,95 mts³/seg Río Cauca **SQ3 = 414,81**

Mediana = 37,04 mts³/seg Río Palo

En lo que se refiere a la turbiedad, se puede interpretar los datos que al pasar a una media de caudal a nivel de la estación de Juanchito de 269,95 mts³/seg, que nos da el caudal del río Cauca sin eventos, favorece la operatividad de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino de Santiago de Cali.

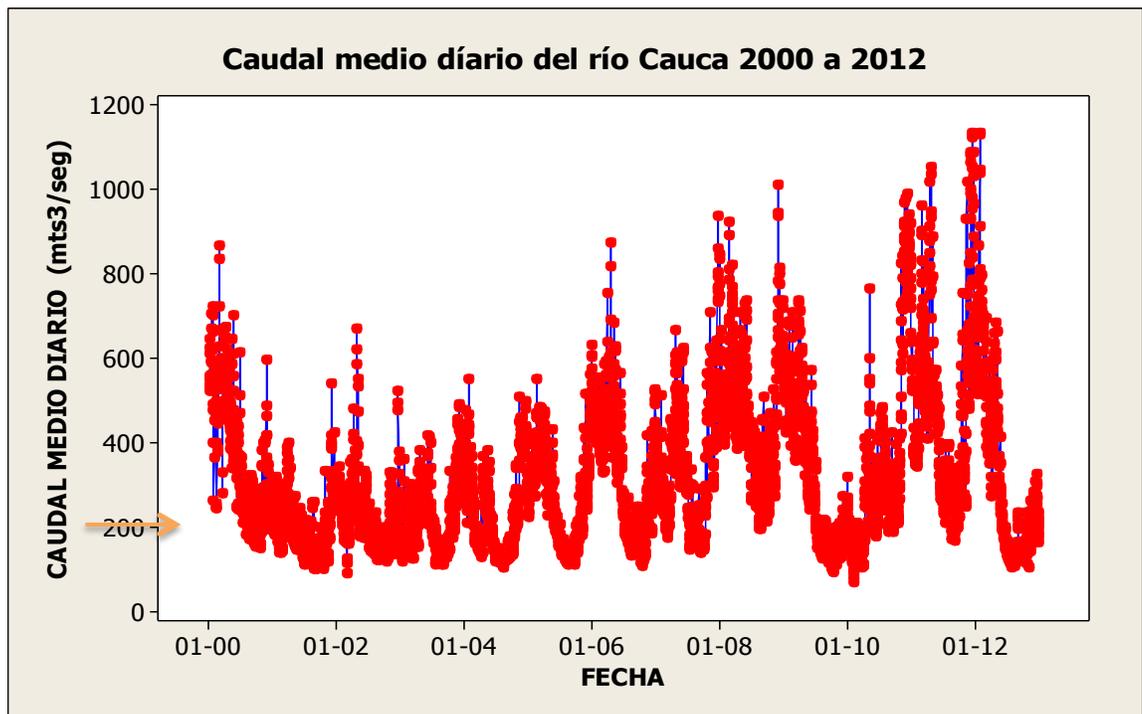
Se sugiere **REVISAR LA REGLA DE OPERACIÓN QUE REGULA LOS NIVELES Y VOLÚMENES DE RESERVA EN EL EMBALSE SALVAGINA POR PARTE DE LA CORPORACIÓN CVC**, el cual se programa para garantizar un caudal diario mínimo de Juanchito de 170 mts³/seg el 95% del tiempo.

El Calentamiento global en el cual el Planeta Tierra se esta moviendo, esta mostrando señales de cambios en los comportamientos de la dinámica de la alta atmosfera, de las corrientes de aire y vapor de agua, particularmente las que nos

llega del hemisferio sur del continente Antártico, lo cual afecta la corrientes superficiales del mar en el pacifico sur frente a las costas de Perú, Ecuador y Colombia, podría inducir giros repentinos en los regímenes de lluvias de la zona sur del departamento los cuales por el fenómeno de la Niña pueden alcanzar situaciones extremas como fue el caso de la Niña de finales del año 2010 y comienzos del 2011.

La grafica (ver grafico 9)⁸¹, nos muestra como viene fluctuando el caudal diario medio (mts³/seg) del río Cauca entre los años 2000 y 2012, medidos en la Estación de Juanchito, municipio de Candelaria, Coordenadas 873335,21 Norte; Coordenada Este 1066958,64; Altura 956 msnm.

Caudal del Rio Cauca a la altura de la Estación de Juanchito



Fuente: Autoría del autor

Grafico N° 9

⁸¹Fuente: Grafico elaborado por el autor, a partir del comportamiento del caudal (M³/seg) diario del rio Cauca, a partir de los datos aportados por Ing. Oscar Ramirez de la oficina de Hidrología de la CVC.

Tenemos que atendiendo los resultados del análisis estadístico que señala que un caudal diario medio del río Cauca entre 331,59 (mts³/seg) y 414,81(mts³/seg) no se dan las condiciones para el cierre de las bocatomas de la Planta Puerto Mallarino por alta carga contaminante y alta turbiedad, se esperaría entonces que con un caudal medio diario de **269,95 mts³/seg** (ver la flecha naranja en el Grafico N° 9) minimizaría el cierre de la bocatoma.

El problema, si esta conclusión es próxima a la realidad, el control del volumen del caudal medio que debe mantener el río Cauca a la altura de la Estación de Juanchito se trasladaría al manejo del embalse de Salvajina principalmente, pues el río Cauca al tener un mayor volumen de agua puede soportar mejor un caudal adicional que arrastra turbiedad.

Como se ve en el *grafico N° 10*, el manejo de la capacidad del nivel y volúmenes de reserva de agua en el embalse Salvajina **se programa para garantizar un caudal diario mínimo de Juanchito de 170 mts³/seg el 95% del tiempo**. Si queremos pasar a un nuevo nivel mínimo de caudal a nivel de la estación de Juanchito que debe estar en 269,95 mts³/seg, se sugiere entonces **REVISAR Y MODIFICAR LA REGLA DE OPERACIÓN QUE REGULA LOS NIVELES Y VOLÚMENES DE RESERVA EN EL EMBALSE SALVAGINA POR PARTE DE LA CORPORACIÓN CVC.**

Sobre este punto hay que mencionar que la regulación del caudal del río Cauca le corresponde a la Corporación CVC y para ello dispone de un protocolo para la optimización de la operación del embalse de Salvajina. Se busca con ello que durante los periodos de verano los caudales en el río Cauca que disminuyen significativamente, permita garantizar un caudal diario mínimo en la estación de Juanchito se incremente para aliviar la contaminación.

Niveles y volúmenes de reserva en el embalse Salvajina para garantizar un caudal diario mínimo en Juanchito el 95% del tiempo⁸²

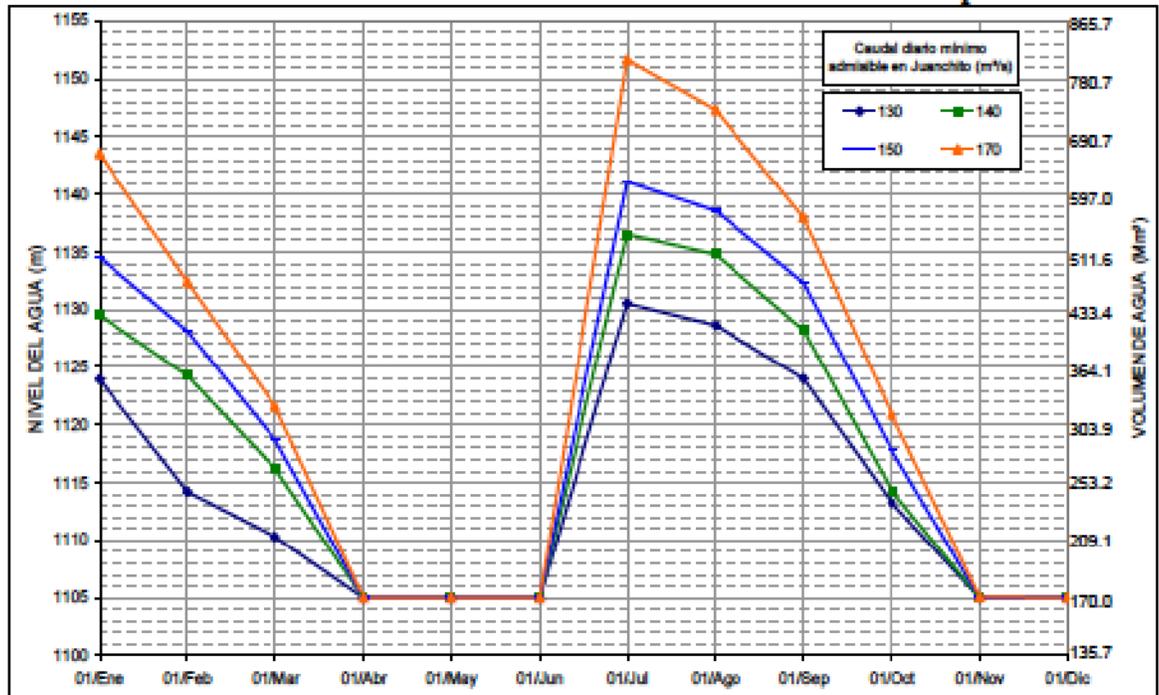


Grafico N° 10

Los rangos de volúmenes objetivos indicados en la regla de operación fueron determinados para garantizar el cumplimiento de las siguientes dos restricciones (CVC, 1985):

- a. Los caudales en Juanchito no superen el caudal máximo regulado en 30 años.
- b. Los caudales en Juanchito sean superiores a 130 m³/s, límite establecido como mínimo para lograr el alivio de la contaminación⁸³.

⁸² EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA REGLA DE OPERACIÓN. Capítulo 3. Optimización de la regla de operación, pagina 3.22.

⁸³ Ibíd. Capítulo 2

No queda claro si este modelo de programación dinámica de la regla mensual de operación del embalse de Salvajina, pueda simultáneamente atender las necesidades de la Empresa de Energía del Pacífico S.A. - de la cual la Corporación CVC es socia en un 16% de su paquete accionario - para maximizar los beneficios por la generación de energía eléctrica y cumplir con las restricciones de la regulación de las crecientes en el invierno y el alivio de la contaminación durante el verano y lograr mantener en la medida de lo posible el caudal diario del río Cauca en la Estación de Juanchito (durante todo el año) en los **269,95 mts³/seg para evitar los cierres de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino por alta turbiedad⁸⁴.**

⁸⁴ Sobre este punto hay una crítica reciente por parte del columnista German Patiño: Agua y Energía. El País. 2 de diciembre de 2013. *“Como seguirá lloviendo hasta que se acerquen las fechas de la Navidad, es mejor entender que los dramas causados por el aumento de las aguas no son sólo consecuencia del invierno, sino también de erradas medidas de las autoridades, ambientales y de las otras, a las que parece importarles más el negocio que la vida, honra y bienes de los ciudadanos. Me explico: el manejo de las compuertas de Salvajina no parece guiarse por el control de inundaciones en el Valle sino por la necesidad de producir energía”.*

12. ESCENARIOS EXPLORATORIOS

En el capítulo 6, se describió (*figura 1 de la página 29*), una visión sistémica de la dinámica y la interrelación entre el sector de servicio de acueducto y agua potable [derecha] con el sector de biodiversidad y servicios ecosistémicos [izquierda] cuya interacción le permite a la ciudad de Santiago de Cali le llegue el suministro de agua potable, señala una serie de interrelaciones no solamente entre los distintos componentes ecosistémicos de la cuenca alta del río Cauca, sino también con los diferentes actores que actúan en dicho territorio cuya acción y/o omisión afectan el servicio de agua potable para la ciudad de Santiago de Cali.

Entre estos actores (Gobernación, Corporación CVC, Alcaldías, EMCALI, el Departamento Administrativo de Planeación del municipio de Santiago de Cali - DAP y su autoridad ambiental - DAGMA, como el Clúster del Sector Azucarero) presentan posiciones de colaboración como de oposición de acuerdo a sus intereses, los cuales reflejan en el largo plazo una tendencia. Es esta tendencia la que trataremos de explorar, como proponer algunos escenarios con las estrategias a seguir.

Diremos para empezar que la definición para Escenario⁸⁵, como un “ conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de la situación origen con tendencias fuertes a la situación futura a partir de factores de cambio”.

En nuestro caso, los datos de trece (13) años nos muestra lo que esta ocurriendo con los cierres de la bocatoma de Puerto Mallarino por alta turbiedad y alta contaminación y nos señala un **escenario tendencial**. Esa tendencia que la consideramos como fuerte nos muestra que se viene incrementándose el tiempo

⁸⁵ GODET, Michel El Método de los escenarios del Manual de prospectiva y estrategia. Capítulo 1.

de duración del cierre de la Bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino por alta turbiedad y alta contaminación que pasaron de doce cierres y una duración de 21:10 horas y 12 cierres para el año 2000 a 45 cierres y 158 horas de duración en el año 2012.

Ahora bien, como lo han señalado las autoridades ambientales tanto la Corporación CVC en el Valle del Cauca, como la Corporación Regional del Cauca – CRC, en el departamento del Cauca, se vienen invirtiendo en la recuperación de las cuencas de los ríos afluentes del río Cauca, pero pareciera que los cierres por alta turbiedad siguen aumentando tanto en duración como frecuencia, aunque en menor medida que por alta carga contaminante: la frecuencia es de 275 cierres por alta carga contaminante versus 59 cierres por alta turbiedad, o sea una relación de 4,6 a 1. Respecto a la duración de los cierres de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino esta entre 576 horas por alta contaminación versus 121 por alta turbiedad, o sea una relación de 4,76 a 1, ambos en el periodo del estudio de doce (12) años.

Como las acciones sobre el territorio para su recuperación y su resiliencia son lentas, particularmente en la recuperación de las cuencas degradadas, como por ejemplo la cuenca del río Palo, por la naturaleza deleznable de sus suelos y su pérdida de bosques, no será rápida y además costosa. No sobra señalar que falta entender el impacto causado por el monocultivo de la caña de azúcar sobre la cuenca alta del río Cauca, con la pérdida del bosque seco en su zona plana, como los corredores biológicos a lo largo de sus ríos tributarios cuyas orillas también están sembradas en caña de azúcar⁸⁶.

Este escenario tendencial que nos muestra los datos para los cierres de la

⁸⁶ Los Decretos No.1449 del 27 de junio de 1977 y 1409 de septiembre de 1985, establecen la obligación para los dueños de los predios, la protección boscosa de 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas a cada lado de los cauces de los ríos, quebrada y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de lagos o depósitos de agua.

bocatoma de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino, el deterioro de la cuenca alta del río Cauca, actualmente esta siendo confrontada por los actores considerados, particularmente las dos Corporaciones Autónomas CVC y CRC, con el apoyo de las dos gobernaciones del Valle del Cauca y Cauca mediante una revisión del documento CONPES 3624 de 2009, que se acaba de llevar a cabo con la participación a demás de Vallecaucana de Aguas, S.A responsable de los Planes Departamentales de Agua – PDA, EMCALI, el DAGMA, ACODAL y los Ministerio de Vivienda, Hábitat y Desarrollo Territorial y de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁸⁷.

Es temprano para poder afirmar si esta tendencia señalada del deterioro de la cuenca alta del río Cauca se pueda mover a un escenario deseable, donde el río Cauca por la recuperación de su cuenca y el restablecimiento de muchos ecosistemas como su humedales⁸⁸ a lo largo y ancho de su recorrido, como la calidad biológica de sus aguas, presente a futuro una baja en su turbiedad.

Respecto a un escenario para la alta contaminación que presenta el río Cauca, particularmente por la contaminación proveniente del canal sur, toca esperar el avance del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos 2007 – 2016 de EMCALI, y la rigurosidad de su seguimiento y cumplimiento que le haga el DAGMA a dicho plan. Si dicho plan se cumple de acuerdo a lo planeado y se detiene los lixiviados producidos por el basuro de Navarro mediante la planta de tratamiento de lixiviados a construirse⁸⁹ a partir del próximo año de 2014, es de esperar una mejora de la calidad del agua que recoge el canal sur y por lo tanto es razonable pensar que disminuyan los eventos de cierre de la planta de Puerto Mallarino por alta contaminación en los próximos años.

⁸⁷ Esta pendiente el resultado de la reunión de la Mesa Interinstitucional del Conpes 3624 que se llevara a cabo el próximo 17 de diciembre en las instalaciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

⁸⁸ Consejo Directivo de la CVC, declaro a 46 humedales del departamento como áreas protegidas, mediante acuerdo CD 038 de 2007, otorgándole la figura de Reservas de Recursos Naturales Renovables.

⁸⁹ La planta de tratamiento de lixiviados, fue contratada con la Unión Temporal TSK-MFT por \$12.198 millones

El canal Sur (conocido como CVC Sur ó Navarro) arroja al río Cauca un promedio de 10,5 T/día de DBO5 y 13,7 T/día de SST. Este canal que entrega al río Cauca las aguas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili, debe cumplir con los objetivos definidos para los mencionados ríos, por consiguiente debe eliminar todas las aguas residuales que transporta, teniendo en cuenta que esta vertiendo antes de la bocatoma de agua para el abastecimiento de las Plantas de potabilización Río Cauca y Puerto Mallarino.

Los siguientes serán los objetivos para dicho tramo:

9.1 Oxígeno disuelto _ 3,0 mg/L

9.2 DBO5 _ 15 mg/L

9.3 SST _ 25 mg/L.

9.4 Ausencia de grasas y aceites

9.5 Ausencia de sólidos visibles (flotantes y sedimentables). Especialmente material orgánico y sólidos típicos de los sistemas públicos y particulares de alcantarillado

9.6 Ausencia de olores agresivos

9.7 PH entre 7 y 9 unidades

9.8 Ausencia de sustancias de interés sanitario

Este vertimiento tiene permiso provisional del DAGMA. Finalmente un punto a considerar en la mirada exploratoria de cómo puede estar la cuenca alta del río Cauca en los próximos años, (*ver Tabla 13*) es que en el *Índice Departamental de Competitividad - 2013*⁹⁰, en lo referente al Pilar 6: **Medio Ambiente** dice a la letra lo siguiente: *“El crecimiento económico y los avances en materia de competitividad de los departamentos deben, necesariamente, ser sostenibles desde el punto de vista ambiental. De no ser así, dichas ganancias no redundarán en una mejor*

⁹⁰ UNIVERSIDAD DEL ROSARIO. El Índice Departamental de Competitividad (IDC) del Consejo Privado de Competitividad (CPC). 2013. Pág. 24

calidad de vida de sus habitantes en el largo plazo, lo cual es el fin último de la competitividad".⁹¹

“A pesar de la relación entre sostenibilidad ambiental y competitividad de largo plazo, la inclusión de consideraciones ambientales en las mediciones internacionales de competitividad ha sido compleja, debido a la poca disponibilidad de variables que midan consistentemente y de manera estandarizada el desempeño ambiental”.

*“La inclusión del pilar medio ambiente en el **Índice de Competitividad - IDC 2013** presentó los mismos retos que se han manifestado en las mediciones a nivel internacional. No sólo se registran pocas fuentes de información consistentes y actualizadas que midan el desempeño ambiental de los departamentos, sino que su relación con respecto a la competitividad departamental es ambigua, pues probablemente los departamentos con mayor actividad económica presentan un desempeño ambiental inferior. No obstante, dada la importancia de la dimensión ambiental para la competitividad, se incluyó el pilar medio ambiente que mide la inversión que realizan los entes territoriales de cada departamento en áreas como el manejo ambiental y la prevención y atención de desastres. Si bien la inversión en estas dos áreas no es un fin en sí mismo, reflejan la importancia que tienen el medio ambiente y la prevención y atención de desastres dentro del presupuesto de inversión de los entes territoriales departamentales”.*

⁹¹ Nota: La parte subrayada es por parte del autor.

Tabla N° 14. Índice Departamental de Competitividad 2013:Factor de condiciones básicas⁹²

	PILARES													
	Condiciones básicas		Instituciones		Infraestructura		Tamaño de mercado		Educación básica y media		Salud		Medio ambiente	
	Posición (entre 22)	Puntaje (0-10)	Posición (entre 22)	Puntaje (0-10)	Posición (entre 22)	Puntaje (0-10)	Posición (entre 22)	Puntaje (0-10)						
Bogotá, D.C.	1	6,49	3	7,10	4	5,76	1	9,47	5	6,99	1	6,58	6	2,60
Antioquia	2	6,25	1	7,31	9	4,60	2	8,45	4	6,99	5	5,45	2	5,39
Meta	3	5,69	18	4,57	2	5,88	9	5,43	3	7,09	16	4,36	1	7,71
Santander	4	5,69	12	5,51	6	5,70	7	6,09	2	7,72	3	5,87	11	1,20
Bogotá	5	5,30	6	6,73	7	4,65	13	4,39	1	7,85	14	4,46	10	1,26
Risaralda	6	5,24	2	7,21	1	6,13	14	4,30	15	5,50	11	4,69	12	1,02
Cundinamarca	7	5,22	4	6,90	12	4,07	4	7,23	6	6,63	17	3,78	7	2,23
Quindío	8	5,18	9	6,10	5	5,71	21	2,56	9	5,95	6	5,42	5	2,91
Atlántico	9	5,14	8	6,11	11	4,16	6	6,57	11	5,87	12	4,55	4	3,47
Caldas	10	5,12	5	6,88	3	5,82	12	4,45	13	5,54	15	4,46	9	1,29
Huila	11	4,88	10	6,08	8	4,61	20	3,56	12	5,83	7	5,34	8	1,52
Cesar	12	4,64	11	5,66	21	2,99	10	5,42	14	5,54	2	6,03	18	0,56
Tolima	13	4,58	7	6,63	10	4,37	18	3,77	10	5,94	19	3,72	13	0,72
Bolívar	14	4,54	21	3,27	14	4,05	5	6,94	19	4,42	8	4,80	3	5,36
Valle del Cauca	15	4,48	16	4,92	15	3,93	3	7,68	18	4,64	9	4,79	19	0,55
Norte de Santander	16	4,38	14	5,03	13	4,05	17	3,89	7	6,27	13	4,49	21	0,26
Sucre	17	4,12	17	4,81	16	3,73	22	0,00	8	6,07	4	5,65	14	0,69
Cauca	18	3,73	13	5,40	18	3,55	16	4,10	16	5,18	22	2,36	22	0,21
Magdalena	19	3,71	19	3,97	19	3,11	8	5,44	21	3,85	10	4,70	20	0,36
Córdoba	20	3,69	20	3,49	17	3,70	15	4,21	17	5,10	18	3,74	16	0,64
Nariño	21	3,48	15	4,94	20	3,09	19	3,65	20	4,17	20	3,08	15	0,64
La Guajira	22	2,60	22	2,66	22	2,66	11	5,39	22	1,67	21	3,02	17	0,60

Fuente: Consejo Privado de Competitividad y CEPEC-Universidad del Rosario.

⁹² Ibid., pagina 24

Como se puede observar en la *Tabla N° 14*, esta nos muestra que el para el Valle del Cauca en el Pilar Ambiental **ocupa la posición 19 entre 22 departamento**. Esto es muy mal augurio para un departamento que se jacta de tener la mejor Corporación Autónoma Regional de Colombia y estar ocupando la parte final de la lista, en uno de los pilares fundamentales para la sostenibilidad y la competitividad como es el Medio Ambiente.

El modelo sistémico presentado en el capítulo 10, nos muestra la complejidad de las interacciones entre un territorio su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos con un modelo económico y asentamiento poblacional que actualmente se da en la cuenca alta del río Cauca que esta lejos de atender lo establecido en la Ley 99 de 1993, en su Título I. FUNDAMENTOS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL COLOMBIANA, donde acoge en su artículo 1° **PRINCIPIOS GENERALES AMBIENTALES**, *La Política ambiental colombiana, constituida por 14 principios generales. (ver anexo 5)*

Entre dichos principios generales están por ejemplo los siguientes:

- 1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.*
- 2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.*
- 3. Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.*

Si se escogen estos tres principios para evaluar la situación de la cuenca alta del río Cauca para guiar una mirada exploratoria de cómo será la situación en los

próximos años, tenemos entonces que considerar lo siguiente:

Primero, el modelo económico actual tiene un gran impacto sobre el territorio del Valle del Cauca y de como estas actividades económicas se integren y coevolucione con lo que hoy en día se conoce en ecología profunda como “GAIA” (ver anexo 6) dependerá el rumbo que siga la situación de la cuenca alta del río Cauca y con ello la calidad biológica de las aguas de los ríos tributarios como la del río Cauca.

Lo anterior esta ligado al comportamiento de los actores: *A.GOBERNACIÓN; B.CORPORACIÓN CVC; C. ALCALDES; D. EMCALI; E. DAP –DAGMA; F. SECTOR AZUCAREROS (PROCAÑA Y ASOCAÑA*, descritos en la matriz MAO (pág. 88) quienes deben atender los retos estratégicos identificados y los objetivos asociados en lo ambiental y desarrollo sostenible. (ver tabla 12), que como ya lo mencionamos en los comentarios (9.3) todos los actores presentan una acción débil con los Retos Estratégicos mencionados (E1, E2, E3, E4, E5, E6) planteados en el Conpes 3624 de 2009, a saber:

E1 - Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.

E2 - Sostenibilidad Ambiental de Actividades Productivas Sectoriales

E3 – Gestión Integral del Recurso Hídrico

E4 – Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.

E5 – Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali. (PSMV 2007-2016).

E6 - Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados.

E7 – Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Gestión

Si se mantiene la conducta de los actores otro escenario probable a futuro es que

tendremos un mayor deterioro de la cuenca alta del río Cauca en general, con una mejora en la calidad de las aguas que llegan al canal Sur, gracias a la implementación por parte de EMCALI de su Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, y la puesta en operación de la planta de tratamiento de lixiviados en el basuro de Navarro por parte del DAGMA en asocio con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, lo cual traería un descenso en los eventos por alta contaminación.

ESCENARIOS PROPUESTOS PARA LA CUENCA ALTA DEL RIO CAUCA

Tabla N° 15.

ESCENARIOS POSIBLES PARA LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA Y LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CAUCA A LA ALTURA DE LA BOCATOMA DE LA PLANTA DE PUERTO MALLARINO			
<i>Retos (Campo de batalla)</i>	Inercial: Sigamos como vamos	Cambio Moderado: Hagamos algo para mejorar	Optimista: Reconociendo a GAIA, para cambiar el rumbo
E1 - Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.	La conducta de los actores considerados se mantiene invariable, no se dan las sinergias y la colaboración entre ellas.	Los actores son más consientes que el proceso de deterioro de la cuenca alta del río Cauca traera serias consecuencias económicas y sociales.	Esta en plena ejecución el nuevo cronograma de inversión del Conpes 3624 revisado por parte de los actores y validado por el Ministerio de Vivienda, Habitat y Desarrollo Territorial y el DNP.
E2 - Sostenibilidad Ambiental de Actividades Productivas Sectoriales	El sector productivo, particularmente el sector agroindustrial actúa como si el territorio y sus servicios ecosistémicos son infinitos.	Los sectores productivos comienzan a entender que la competitividad, esta ligada a la fortaleza del territorio en biodiversidad y servicios ecosistémicos.	La Visión Valle del Cauca 2032, el nuevo Plan de Ordenamiento Territorial del Departamento ambos de la de la Gobenación en asocio con el nuevo Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca de la Corporación CVC, lideran el cambio de rumbo.
E3 – Gestión Integral del Recurso Hídrico	La destrucción de los bosque, la no protección de las zonas protectoras de los ríos, la pérdidas de los humedales, y el incumplimiento de la legislación ambiental se mantiene.	La sociedad toma consciencia de su fragilidad por la falta de suministro de agua potable, tanto para consumo humano como para el sector industrial y de servicios.	Se cumple por parte de los actores señalados y de forma coordinada con la Política Nacional para la Gestión Integral del recurso Hídrico.
E4 – Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca.	Se mantiene el programa del PDA, pero no con la colaboración requerida por parte de algunos alcaldes.	Los Alcaldes del Departamento se vinculan con más fuerza al PDA y forma parte de sus agendas políticas.	Casi todos los municipio del Valle del Cauca están operando sus plantas de tratamiento de aguas residuales.
E5 – Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali. (PSMV 2007-2016)	Se mantiene el atraso en el cumplimiento del cronograma del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 2007-2016	Emcali acelera sus trabajos para cumplir el cronograma establecido para el PSMV para finales del 2015.	La Ciudad de Santiago de Cali, no volvió a sufrir desabastecimiento de agua potable, por lo zano en que se encuentra la calidad de las aguas tanto del río Cauca, como de sus rios tributarios.
E6 - Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados.	Desde hace varios años se viene preparando la construcción de la Planta de tratamiento de lixiviados del Basuro de Navarro y no se hace.	De inician los trabajos de la construcción de la Planta de tratamiento de lixiviados del Basuro de Navarro.	Esta funcionando satisfactoriamente la Planta de tratamiento de lixiviados del Basuro de Navarro.
E7 – Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Gestión.	Territorio altamente vulnerable con baja capacidad de respuesta institucional y de planificación, al cambio climático.	Territorio con significativa disminución de la vulnerabilidad y moderada capacidad de respuesta y anticipación frente a los desafíos de planificación, cambio climático por parte institucional y de la población.	Territorio propositivo, participativo e innovador como resultado de las acertadas estrategias de planificación y adaptación al cambio climático adoptadas por los actores.

Fuente: Autoría del autor

Si continua el monocultivo de la caña de azúcar, este deterioro de los ecosistémicos particularmente en la zona plana de la cuenca alta del valle del Cauca será el mayor problema en los años a venir, cuando justamente los nuevos negocios están el la producción de comida, con alto valor agregado y la

protección de los bosques creadores de microclimas propicios para generar nuevos negocios asociados con el agua, el paisaje y la biodiversidad.

12.1 Posibles Efectos del Cambio Climático para la Cuenca Alta del río Cauca.

La Cuenca Alta del río Cauca será profundamente afectada por el Cambio Climático. De acuerdo con la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático⁹³, se espera en los posibles escenarios futuros de Cambio Climático en Colombia los siguiente:

Temperatura.

Los mayores cambios en la temperatura del aire libre para el periodo 2011 a 2040, se tendrá principalmente en las temperaturas máximas en diferentes departamentos de Tolima, Cauca y Valle del Cauca, *“con base en los resultados de la corrida de los de los modelos de alta resolución elaborados por el Ideam-Ruiz(2010) en términos generales se tiene que, en promedio, la temperatura media aumentaría 1,4 °C para el periodo 2011 – 2040; 2,4 °C para el lapso de 2041 – 2070 y 3,2 °C para el periodo comprendido entre los años 2071 a 2100”.* (...)

“Entre los Departamentos en los que están presentando los mayores aumentos de temperatura (en el periodo de referencia) son: Córdoba, Valle del Cauca, Cauca, Tolima y Caquetá; Indicando de alguna manera que son lugares que han sentido mayormente el calentamiento sobre el territorio nacional”.

⁹³ IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Junio de 2010. Capítulo 4. Vulnerabilidad. Página 205-209; 280 – 297.

Precipitación.

En relación con las precipitaciones y a partir de los resultados promedios de los escenarios en el periodo 2011 a 2040, el Ideam afirma que *“los departamentos que tendrán una mayor reducción de precipitación mayor o igual al 10% serían: Antioquia, Cauca, Huila, Tolima, Nariño, Putumayo y Valle del Cauca”*. Es de resaltar que el **Macizo Colombiano**, también llamado **Nudo de Almaguer**, estrella hídrica más importante de Colombia, cubre a los departamentos de Cauca, Huila y Nariño, que sufrirán duramente por el cambio climático y con ello el río Cauca que nace en él.

Fenómeno El Niño – La Niña (ENOS)

El Ideam plantea que en Colombia las emergencias y desastres hidrometeorológicos guardan relación con la distribución de los periodos de lluvia, es decir, siguen el patrón de precipitaciones en cada región. Que también se ha identificado que se presentan variaciones en la distribución espacio- temporal de las lluvias, las cuales están relacionadas con el ciclo climático conocido como ENOS (El Niño-oscilación del Sur)⁹⁴. Los reporte de desastres asociados con la sequia presentan un incremento del 216% durante los periodos El Niño, impactando la generación de energía eléctrica, la salud y el abastecimiento de agua a ciudades y comunidades rurales.

Una repetición del fenómeno del Niño del año de 1992, que afecta la cuenca alta del río Cauca y que abarque a los departamentos de Huila, Nariño, Cauca y Valle del Cauca, el cual de paso es lo anunciado por el IDEAM, sería potencialmente riesgoso para el suministro de agua potable para la ciudad de Cali, pues en estos 22 años la ciudad tiene un mayor población y mucho más consumo de agua por persona. Una sequia prolongada traerá una disminución del caudal medio (m³/s)

⁹⁴ Fuente: *Ibíd.*, pagina 221.

del río Cauca a la altura de Puerto Mallarino, que debe estar entre 331,59 y 414,81 mts³/seg para evitar los cierres de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino por alta turbiedad, como se concluye en este trabajo, aumentarán las cargas contaminantes por unidad de volumen de agua y éstas no se podrán disolver y el agua no será apta para tratar y menos para el consumo humano, lo cual aumentarían los eventos de cierre de duración imposible de determinar. (estamos en un caso de un Cisne Negro o si se quiere ante un impacto de lo altamente improbable).⁹⁵

Como lo señala John Bellamy Foster⁹⁶, el cambio climático global a puesto en marcha una serie de transformaciones en el mundo físico. Esta causando patrones extremos, como por ejemplo tornados, inundaciones y sequias. Esta afectando los glaciares y paramos, los nutrientes del suelo, extinción acelerada de las especies, biodiversidad y las corrientes marinas.

Climatología del Valle del Cauca

De acuerdo al octavo taller sobre condiciones Hidroclimáticas actuales y predicción climáticas para el segundo semestre del 2014, el Valle del Cauca enfrentará un severo fenómeno del Niño, para el segundo semestre del 2014 y primer semestre del 2015, el cual afectara la cuenca alta del río Cauca y con ello los caudales de sus ríos tributarios.

⁹⁵ TALEB, Nassim Nicholas. El Cisne Negro. Editorial Paidós. 2008. Pág. 36.

⁹⁶ FOSTER, John Bellamy, et all. The Ecological Rift. Capitalism's War on the Earth. 2010. Pagina147.

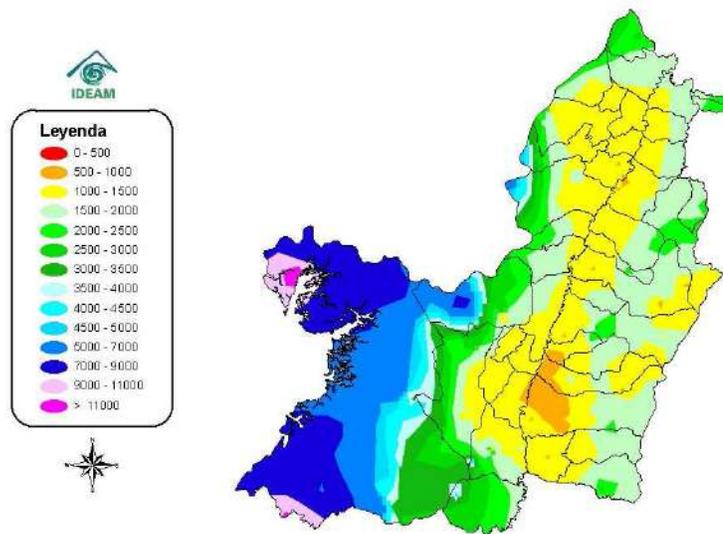


Gráfico N° 11⁹⁷

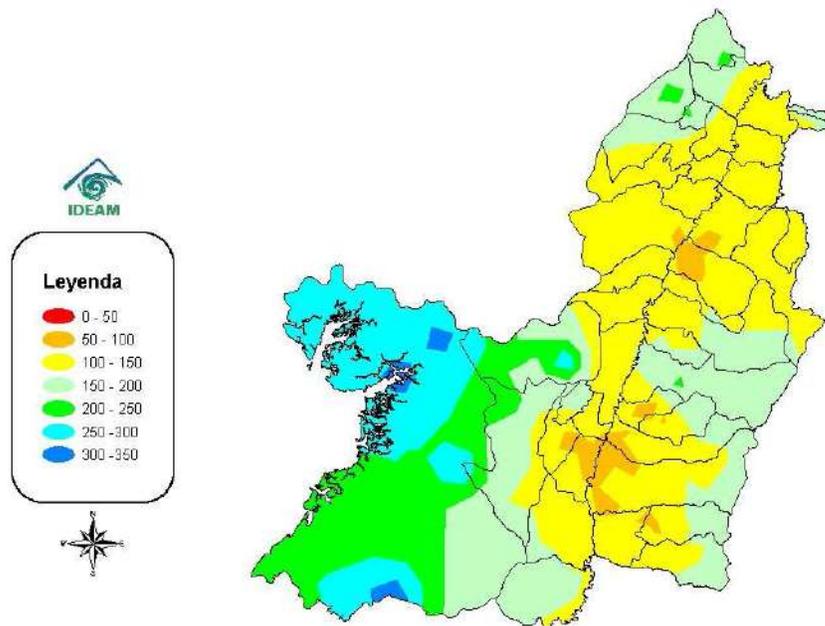


Gráfico N° 12⁹⁸

⁹⁷ De acuerdo a los datos presentados por el IDEAM el 19 de Mayo de 2014, en el Auditorio Garcés Córdoba de la Corporación CVC.

⁹⁸ Ibíd.

Los Gráficos N° 11 y 12 nos muestran el comportamiento bimodal (invierno – verano) de las precipitaciones en el Valle del Cauca y la cuenca alta del río Cauca, siendo de nuestro interés la zona sur del departamento. El impacto del fenómeno del “Niño” hará visible la vulnerabilidad de nuestro territorio por efectos del deterioro del mismo manifestándose en diferentes sectores a saber:

1. Sector abastecimiento de agua para consumo humano por reducción de la oferta hídrica. [Acueducto de San Antonio, La reforma y Puerto Mallarino]
2. Sector Ambiental se incrementan los incendios forestales.
3. Sector agropecuario por déficit hídrico.
4. Sector salud porque se incrementan las enfermedades tropicales como las infecciones respiratorias agudas, la tuberculosis, la malaria, la fiebre amarilla, el cólera y el dengue.
5. Sector hidroenergético para el embalse de Salvajina.

Este cambio climático global viene afectando los nevados en Colombia y la pérdida de sus coberturas nevadas y glaciares se viene sucediendo desde la década de los cuarenta: Volcán Puracé – 1940; Volcán Galeras -1948; Volcán Sotará – 1948; Volcán Chile – 1950; Volcán Quindío - 1960; Volcán Pan de Azúcar -1960; Volcán del Cisne – 1960; Volcán Cumbal – 1985. Según estudios del IDEAM, de junio 11 de 2008, al Nevado del Ruíz le quedan aproximadamente 10 kilómetros cuadrados de glaciar y su pronóstico de vida como nevado no supera los 20 años. No deja de ser perturbador esta dinámica de pérdida de nuestros glaciares que son la fuente de agua para muchos de nuestros acueductos para las poblaciones cordilleranas que es donde están asentadas gran parte de la población colombiana.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. El Modelo Sistémico plasmado en la figura N° 1, nos muestra como la degradación de la cuenca alta del río Cauca se da por un abuso en la utilización de sus ecosistemas y servicios ambientales, en razón a la presión que ejercen sobre el territorio las actividades agrícolas (monocultivo de la caña de azúcar y la potrerización de las laderas), lo cual genera una contaminación difusa (CD), la pérdida de bosque seco como bosque de niebla lo cual no solamente destruye la dinámica local del ciclo hidrológico, sino que expone el suelo al sol, al viento y al agua lo que causa en eventos de lluvias torrenciales una pérdida de suelo que termina por llegar a las quebradas, ríos como el Palo, que finalmente llegan al río Cauca, creando una turbiedad afectando finalmente a la Planta de Puerto Mallarino de la ciudad de Cali.

El modelo también nos muestra como la actividad minera de arrastre, como la minería aluvial tiene una acción reforzadora sobre el aumento de la turbiedad y contaminación del río Cauca.

El modelo igualmente resalta como a un primer actor a **la Corporación Autónoma Regional del Valle Cauca - CVC**⁹⁹. A ella le corresponde ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el departamento, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible¹⁰⁰, y una gran responsabilidad por el deterioro de la Cuenca Alta del río Cauca y la pérdida de la buena gobernanza ambiental sobre el territorio.

⁹⁹ Ver, el artículo 8° del Acuerdo 03 de 2010, por el cual se aprueba los estatutos de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC

¹⁰⁰ Ibid., Ver artículo 9°.

De la evaluación y análisis de los datos, particularmente lo que arroja el gráfico N° 9 que nos muestra que los eventos por alta carga contaminante y alta turbiedad son sensibles al caudal (mts³/seg) que tenga el río Cauca, y que estos disminuyen cuando el caudal del río a la altura de la Estación de Juanchito es mayor a 331 mts³/seg, sugiere una modificación a las reglas de manejo del embalse de Salvajina.

Un segundo actor muy importante que nos muestra el Modelo Sistémico es el **Clúster del sector Azucarero**, pues es el responsable del monocultivo de la caña de azúcar que ocupa el 60% del área de la zona plan del Valle del Cauca y con ello está generando un impacto formidable sobre la cuenca Alta del río Cauca, creando la pérdida del bosque seco, de sus humedales, del paisaje, del corredor ripario, de los nodos de micro clima o si se quiere del bioclima, de su biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos.

B. En relación a las variables estratégicas en una mirada exploratoria diremos que las tendencias que estas presentan son las siguientes:

E1- En relación al Manejo ambiental del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca, este presenta una tendencia fuerte a seguir deteriorándose, en razón a la pobre gobernanza de las Corporaciones CVC y CRC.

E2 - Respecto a la Sostenibilidad Ambiental de las Actividades Productivas Sectoriales, éstas están lejos de cumplir con la Política de “Producción y Consumo Sostenible” que favorecería una cultura de consumo sostenible y transformación productiva que nos acerque a los estándares de los países de la OCDE.

E3 – La Gestión Integral del Recurso Hídrico, muestra una tendencia muy fuerte a seguir deteriorándose en razón a la fuerte presión que sobre este está realizando el sector agropecuario y ganadero, la expansión de las urbanizaciones dispersas y la minería ilegal. A EMCALI se le presentara un serio desafío para el segundo semestre del 2014 y primer semestre del 2015 que serán unos meses afectados por el fenómeno del Niño, para una empresa que reconoce que la pérdida de agua potabilizada, siguen altas, superiores al 50%.¹⁰¹

E4 – La Implementación del Plan Departamental Agua Potable - PDA, en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca, están en un proceso de fortalecimiento, pero que cuenta con dificultades, como por ejemplo lo sucedido entre Candelaria y Florida, para llevar agua a Villa Gorgona. La disputa reside de acuerdo a la nota de prensa¹⁰² en que el Río Frayle, aquel con el que se piensa suministrarle agua a Candelaria y Villa Gorgona, surte también al municipio cercano de Florida.

“Se trata de un agua tan limpia que poco requiere ser tratada, purificada. Justamente por eso se tomará el agua del Frayle. Candelaria tiene ríos cercanos como El Desbaratado, el Cauca, el Párraga, pero están tan contaminados por los ingenios de caña de la zona, explica el ambientalista Alberto Ramos, que resulta más costoso potabilizar esa agua que tomarla del Frayle”.

E5 – La Reducción de la contaminación generada en los cuerpos de agua del municipio de Cali, debe ser atendida por el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV 2007-2016) de EMCALI., mediante el cumplimiento de las inversiones en el SISTEMA DE DRENAJE SUR de \$ 28.052 millones de pesos

¹⁰¹ El PAIS. Domingo 22 de Junio de 2014. Pagina A3.

¹⁰² El PAIS. Jueves 30 de Enero de 2014.

al 2016.

E6 – El Sellamiento total del Basuro de Navarro y la construcción de la Planta de tratamiento de sus lixiviados, esta en curso y se espera que para junio del 2014 entrara en preoperación la planta de tratamiento de lixiviados y se estima que en cinco años estará tratando el 100% de los lixiviados generados por el basuro de navarro el cual ya se encuentra casi sellado¹⁰³.

E7 – La Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Gestión es una tarea interinstitucional a mediano y largo plazo la cual a partir de la ley 1523 del 14 de abril de 2012, por medio de la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio Colombiano.

C. Si describimos las causas que constituyen una problemática que genera potencialmente por acumulación del impacto y consideramos la definición de los dieciséis (16) factores que deterioran el ambiente¹⁰⁴ como por ejemplo: a) la contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables; b) La degradación, la erosión y el revenimiento de suelos y tierras; d) Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas; g) La extinción o disminución cuantitativa o cualitativa de especies animales o vegetales o de recursos genéticos; j) La alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales; n) El uso inadecuado de sustancias peligrosas, son todas atribuibles al monocultivo de la caña de azúcar y a la ganadería en ladera.

¹⁰³ El PAIS. Viernes 30 de Mayo de 2014.

¹⁰⁴ Ver, la lista completa en el artículo 8 del Decreto-Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974. Código de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.

Para James Robinson, profesor de Harvard, en la entrevista concedida recientemente¹⁰⁵, afirmó que *“Las exportaciones son en su mayoría de recursos naturales, eso no es diversificación de la economía. Hay un gran talento empresarial en el país, pero al final del día la única forma de hacer dinero aquí es crear monopolios y hacer que el Gobierno los haga crecer. Si se miran los grandes ricos de este país, están centrados en construir y proteger los monopolios a través de las conexiones políticas. Esa es una forma de hacer dinero, pero no la de tener una exitosa dinámica económica a nivel internacional. Las exportaciones están casi todas basadas en los recursos naturales, la economía crece cuando los precios de los recursos están arriba. Eso no crea sociedades modernas, lo que hace es crear sociedades desiguales”*.

El principal actor en relación con la alta contaminación que llega por el canal sur y los lixiviados del basuro de Navarro al río Cauca, e interesado en que las interrupciones de la Planta de Puerto Mallarino no se den, le corresponde al Municipio de Santiago de Cali, y su empresa de servicios públicos EMCALI, en asocio con la autoridad ambiental urbana DAGMA, pues son ellos los responsables para que se operativise y se cumpla tanto con el cronograma del PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV 2007 – 2016, como su presupuesto y se construya la planta de tratamiento de los lixiviados de Navarro como condición necesaria para disminuir la alta contaminación que la ciudad le genera al río Cauca, responsable de los cierres de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino, cumpliendo con los Objetivos de calidad para el Canal Sur¹⁰⁶, establecidos mediante Resolución N° 376 del 11 de diciembre de 2006 del DAGMA.

¹⁰⁵ Entrevista aparecida en el Espectador, 22 de julio de 2013, por Camila Zuluaga. Coautor del libro “Why Nations Fail” 2012

¹⁰⁶ Ver, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos 2007 – 2016, pagina 311

Recomendaciones

Como en la actualidad, de acuerdo a la Regla de Operación del embalse de Salvajina, los caudales mínimos descargados por el embalse tienen como sección de control la estación de Juanchito, donde se ha establecido **un caudal promedio diario mínimo de 170 m³/s** y dado que esta restricción obedece a criterios de calidad del agua y a niveles de agua mínimos en el río para garantizar la captación en la planta de tratamiento de Puerto Mallarino de la ciudad de Cali, **los datos sugieren, que esta restricción de caudal se eleve como mínimo a 331 m³/seg y sea referida a los caudales instantáneos en Juanchito en lugar de los caudales promedios diarios, lo cual se esperaría de acuerdo a nuestro análisis, una disminución en la frecuencia de los cierres de la bocatoma de la Planta de Puerto Mallarino por los eventos de alta carga contaminante y alta turbiedad.**

Se recomienda que *el grupo técnico del acueducto de EMCALI*, sea invitado a participar en la regulación del embalse de Salvajina que regula el caudal del río Cauca por parte de la Corporación CVC, pues es el primer actor interesado en mantener en operación la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino.

Igualmente, la problemática de las conexiones erradas que están afectando los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo como a los canales de aguas lluvias que llegan al Canal del Ferrocarril, le plantean a EMCALI un serio desafío, máxime que la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, mediante Resolución N° 710–01000 0078 del 3 de febrero de 2014, por medio de la cual se concertaron los asuntos ambientales del proyecto de revisión, ajuste y modificación del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali, le exige en su artículo 10, *“la implementación de medidas estratégicas para la reducción y prevención de los efectos del cambio climático, y asegurando el manejo y aprovechamiento responsable de su base ecosistémica”*, como por ejemplo (a)

reducir la contaminación y el deterioro de ecosistemas acuáticos y terrestres y de los espacios construidos y (b) evitar la contaminación del recurso hídrico subterráneo y propender por el mejoramiento de la calidad del agua.

A lo anterior se suma el desarrollo del macroproyecto de interés social nacional Ecociudad Navarro, como la zona sur vía a Jamundí del municipio de Cali. La pregunta es adonde se tratara las aguas servidas de estos nuevos desarrollos urbanos. ¿A la PTAR actual o a una nueva PTAR para el sur de la ciudad?

Es imperativo que las dos Corporaciones CVC y CRC presenten el protocolo de uso de suelos agrícolas que contemplen los principios orientadores del marco estratégico de la Política Nacional de la Gestión Estratégica de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémico – PNGIBSE, y sus seis (6) ejes temáticos con sus líneas estratégicas¹⁰⁷ ante las Comisiones Regionales de Ordenamiento Territorial respectivas, donde ellas tienen asiento por derecho propio, para que sea aprobado por ambos gobernadores y sus respectivas Asambleas, lo cual sería un paso importantísimo para que entre los dos (2) departamentos tengan una base común para la creación mediante convenio de una Región Administrativa y de Planificación – RAP, que les permita promover el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental, la gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos y el mejoramiento social de los habitantes de la cuenca alta del río Cauca que comparten.

El Valle del Cauca todo debe abrirse a la llamada economía azul, tal como lo plantea Gunter Pauli¹⁰⁸, donde el valor de la sostenibilidad va mucho más allá de la mera preservación. La economía azul se basa en la regeneración. Podríamos

¹⁰⁷ Eje I. Biodiversidad; Eje II. Biodiversidad, Gobernanza y Creación de Valor Público; Eje III. Biodiversidad, Desarrollo Económico, Competitividad y Calidad de Vida; Eje IV. Biodiversidad, Gestión del Conocimiento, Tecnología e Información; Eje V. Biodiversidad, Gestión del Riesgo y Suministro de Servicios Ecosistémicos; Eje VI. Biodiversidad, Corresponsabilidad y Compromisos Globales.

¹⁰⁸ Fuente: La Economía Azul. Gunter Pauli. Tusquets Editores. 1° edición: marzo de 2011. ISBN: 978-84-8383-304-9

decir que la economía azul consiste en asegurar que los ecosistemas mantengan su trayectoria evolutiva de manera que todos podamos beneficiarnos del inagotable caudal de creatividad, adaptación y abundancia de la naturaleza la cual es capaz de producir a menor costo energético materiales muy eficientes y no contaminantes.

Es imperativo que la sociedad vallecaucana se mueva al nuevo paradigma de la Tercera Revolución Industrial - para proteger y reconstruir la cuenca alta del río Cauca - basada en energía renovable, en la transformación de los edificios y las construcciones y grandes conjuntos residenciales en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen *in situ* las energías renovables, en el uso de la tecnología de Internet para transformar la red eléctrica de cada zona generadora en el Valle del Cauca en una “interred”, en la transición de los vehículos a combustible fósil y etanol que son tecnologías de alta huella de carbono hacia vehículos de motores eléctricos¹⁰⁹ con alimentación en red eléctrica capaces de comprar o vender dentro de una red eléctrica interactiva de carácter inteligente, hacia los nuevos modos de producción digital (manufactura aditiva), a los nuevos materiales como fibra de carbono¹¹⁰ [material básico para el clúster aeronáutico del Valle] y se convierta en una oportunidad para que el Sector azucarero cambie su paradigma de negocio actual basado en una mirada del siglo XIX y pase a la producción de

¹⁰⁹ EL PAIS, Martes 6 de noviembre de 2012. Beneficios para autos eléctricos. El presidente de la Comisión Tercera del Senado, Efraín Cepeda, informó que el gobierno Nacional se comprometió a eliminar el impuesto al consumo de los carros eléctricos que ingresan al país que es del 19%, con el fin de ayudar con el medio ambiente.

La firma Francesa Renault, acaba de presentar su modelo el vehículo eléctrico ZOE ZE (Zero emisiones) cuyo desarrollo implicó 60 nuevas patentes y 6 primicias mundiales como son el bajo precio de 13.700 euros (Col \$ 2.354 pesos por Euro su valor en Colombia sin impuestos es de 32.250.000 de pesos), homologación de 210 kilómetros de autonomía de recorrido, carga de batería entre 30 minutos y 9 horas, optimizador de autonomía, despliegue masivo de bornes de recarga rápida. EL PAIS, Sábado 1 de Diciembre de 2012.

¹¹⁰ LA REPUBLICA, Diciembre 12 de 2012. Es de tal importancia esta tecnología en la manufactura que la empresa BMW colabora con Boeing para la producción de fibra de carbono. El año pasado, BMW trató de extender su influencia sobre el fabricante de fibra de carbono SGL Carbón luego de que VW acumulara una participación en la firma. BMW y SGL construyeron en conjunto una nueva planta de fibra de carbono en Washington. La fibra de carbono es un 30 por ciento más liviana que el aluminio y un 50 por ciento más ligera que el acero, lo que implica una ventaja crucial para ayudar a reducir el peso de los vehículos y las emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de combustible. El avión 787 Dreamliner de Boeing está construido en un 50 por ciento con material de fibra de carbono. BMW planea empezar a vender vehículos con habitáculos de carbono a fines del año que viene.

moléculas, basada en las líneas de producción con microorganismo modificados genéticamente¹¹¹, a la química Verde como a la revolución biomimética¹¹², con el apoyo de las alianzas de los centros de I&D de las universidades locales, donde el CIAT¹¹³, CORPOICA, ICA y la Universidad Nacional de Palmira han conformado el CENTRO BIOPACIFICO de investigación e incubadora de empresas de alto nivel de conocimiento.

La Gobernación del Valle del Cauca, es actor que tiene actualmente una gran responsabilidad en la recuperación de la cuenca alta del río Cauca. Tiene a su favor que la Ley 99 de 1993 le asignó siete (7) atribuciones ambientales que ya señalamos, preside el Consejo Directivo de la Corporación CVC, la Junta de Vallecaucana de Agua como también de Acuavalle S.A. Esta administración al haber creado la creación de la Secretaria de Ambiente, cuyo secretario es el delegado del Gobernador ante el Consejo Directivo de la Corporación CVC y además la preside es una fuerza poderosa para el cambio. Dicha Secretaria de Ambiente es la única Secretaria que tiene asiento propio en la Comisión Regional de Ordenamiento Territorial, quien asesora en ordenamiento territorial al Gobernador¹¹⁴. Entre los principios establecidos en la LOOT, están el **Principio de Sostenibilidad**, que establece que *“El ordenamiento territorial conciliará el crecimiento económico, la sostenibilidad fiscal, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, para garantizar adecuadas condiciones de vida de la población”*.

¹¹¹ THE ECONOMIST. Special Report. A third industrial revolution. Manufacturing and innovation. April 21, 2012.

¹¹² SCIENCE & VIE. Mai del 2010. N° 1112. Biomimética es la propensión a inspirarse de las propiedades de los organismos naturales para reproducirlos artificialmente por parte de los equipos de I&D. Intelligence de la Natura.

¹¹³ CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Actualmente trabaja en mitigación y adaptación en la agricultura al cambio climático; en reforzar la seguridad alimentaria; en la capacitación de la investigación agrícola; en el rescate de suelos degradados; en el desarrollo del Parque BioPacífico y esta a la vanguardia en biotecnología.

¹¹⁴ La Ley 1454 de 2011, Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial - LOOT, por el cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones, dispuso en su artículo 8ª la Comisión Regional de Ordenamiento Territorial, para que en su jurisdicción se establezca mediante ordenanza las acciones en esta materia y participara en la elaboración del proyecto estratégico regional de ordenamiento territorial, acorde con los lineamientos generales establecidos por la Comisión de Ordenamiento Territorial – COT, donde el DNP ejercerá la secretaria técnica.

Tenemos también el **Principio de Económica y Buen Gobierno** que dice que “*La organización territorial del Estado deberá garantizar la planeación y participación decisoria de los entes territoriales en el desarrollo de sus regiones, autosostenibilidad económica, el saneamiento fiscal y la profesionalización de las administraciones territoriales, por lo que se promoverán mecanismos asociativos que privilegien la optimización del gasto público y el buen gobierno en su conformación y funcionamiento*”.

Es una oportunidad para la Gobernación del Valle, que esta construyendo la *Visión Valle del Cauca 2032*, y para la Corporación CVC que esta iniciando la elaborando de su *Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2014 – 2036*, plantearle al sector azucarero en asocio con la academia, un foro abierto que con la presencia de los actores interesados, se discuta técnicamente el futuro del clúster del sector azucarero y su actual modelo de negocio altamente subsidiado por el gobierno, su sostenibilidad económica y ambiental para los próximos años, en el marco de un cambio estructural como esta planteando por parte de ILPES/CEPAL¹¹⁵ donde se aborde tres desafíos a saber:

- *Crecimiento sostenido y dinámico, generador de empleos de calidad, lo cual requiere avanzar hacia actividades intensivas en conocimiento (cambio estructural).*
- *Igualdad, basada en una matriz productiva más convergente, con mejor distribución de los factores productivos, con protección social universal y construcción de capacidades.*
- *Sostenibilidad ambiental, con cambio de patrones de consumo y producción.*

¹¹⁵ HERNÁNDEZ René A ILPES/CEPAL. Cambio estructural y transformación de la matriz productiva. Gobernación del Valle – Universidad del Valle Proyecto Visión Valle 2032 Taller de “Prospectiva y Desarrollo”.

“El cambio estructural virtuoso es una transformación cualitativa de la matriz productiva que impulsa y fortalece sectores y actividades más intensivos en conocimiento y de rápido crecimiento de la demanda, al tiempo que genera más y mejor empleo, que es la llave maestra para la igualdad”.

La Gobernación debe entonces fortalecer el trabajo de coordinador de sus Secretarías sobre los temas ambientales y de desarrollo sostenible en el departamento.

Para EMCALI y el DAGMA urge el cumplimiento del cronograma y presupuesto del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV 2007 – 2016.

CRONOGRAMA del PSMV.

Tabla N° 16. Cronograma¹¹⁶

ÁREA DE INFLUENCIA	OBRAS	AÑO DE EJECUCIÓN OBRA	AÑO														
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
SISTEMA DE DRENAJE SUR	CARCALL	Colector de la Diagonal 51 entre la Cll B Oeste y Cra 50	2011														
		Colector Cra 73	2011														
		Interceptor Oriental, tramo medio Colector Cañaveralejo y trampas de sedimentos	2005-2007														
		Colector de la Cra 80	2011														
	SAN EMBALSE	EMBALSE. Estructuras de retención de sólidos posterior al Embalse Cañaveralejo y Quebrada Guaruz	2011														
		Reposición redes de alcantarillado B/Guayaocanes, Imbanaco, Caño Rojo, Libertadores, San Cayetano	2007/2010														
		Redes y Colector principal San Bosco	2007/2011														
		Reposición Colector San Bosco	2008														
		Alcantarillado sector Ocho Morelia	2011														
		Reposición Colector Hospital	2007														
		Reposición redes B/Santa Elena Sector I	2007/2010														
		Reposición de colector Santa Elena Sector I	2008-2009														
		Canal Mortíal	2007														
		Reposición redes de alcantarillado Barrio Santa Isabel	2007														
		Mejoramiento sector Canal Puente Palma	2007														
		Colector Belisario Caicedo sector la Cancha	2007														
		Reposición redes de alcantarillado Barrio San Fernando viejo	2007														
		Reposición redes de alcantarillado B/Ciudad Jardín	2007-2009														
		Reposición redes secundarias B/Cañaveralejo y Lleras (tramos críticos)	2007														
		Constr. Colector sanitario Nápoles	2007														

¹¹⁶ EMCALI, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos 2007 – 2016. páginas 8-1 y 8-2.

PRESUPUESTO¹¹⁸

La Tabla N° 18 muestra el consolidado del presupuesto para el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, para los próximos 10 años con recurso.

Tabla N° 18. Consolidado de Presupuesto del PMSV 2007 – 2016
CON RECURSOS

CONCEPTO	Millones de \$
Diseños	9.583
Interventoría	20.764
Mantenimiento	3.330
Obras	319.459
TOTAL	353.136

La Tabla N° 19 muestra el presupuesto para el sistema de drenaje Sur, con recursos.

Tabla N° 19. Presupuesto del PMSV 2007 – 2016 por Sistema de Drenaje

CON RECURSOS

Sistema de Drenaje	Proyectos PMSV	TOTAL Millones de \$
SISTEMA DE DRENAJE SUR	SUBTOTAL CARCALL	3.692,98
	SUBTOTAL SANEAMIENTO	24.359,31
	SUBTOTAL SD SUR	28.052,29

¹¹⁸ Ibíd., página 8-4

El sistema de drenaje sur, se encarga de drenar la parte sur de la ciudad, estando compuesta por el alcantarillado pluvial y los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. No posee Estaciones de Bombeo. Todo el sistema drena por gravedad al río Cauca.

Como ya lo señalamos la mayor causa responsable de los eventos de cierre de la Planta de Potabilización de Puerto Mallarino es por Alta Contaminación que representan 275 eventos (82,23%) de un total de 334 en el periodo estudiado de 2000 al 2013, el cual es causado por la propia ciudad de Cali, particularmente el Sistema de Drenaje Sur.

Cuando se acabara el problema de los frecuentes cortes de agua por parte de la Planta de Puerto Mallarino?

De acuerdo al actual Gerente de EMCALI, Dr. Oscar Pardo¹¹⁹ *“nos hemos puesto una meta con el Gerente de acueducto y Alcantarillado y es que para el 2015, Cali no vuelva a sentir un corte. Estamos estudiando las posibilidades a corto plazo en cuanto a un nuevo reservorio, subir la pared del reservorio actual para aumentar su capacidad de almacenamiento, tanques, un transvase de la red alta a la red baja”*.

Esta apreciación por parte del Gerente del problema de suministro de agua potable para ciudad, desde la mirada sistémica planteada en esta trabajo de grado, es imprecisa cuando menos, pues como ya lo mencionamos en la página 62, la capacidad del reservorio que fue proyectada para ocho (8) horas de cierre de las bocatomas de la Planta de Puerto Mallarino, solamente alcanzo para cuatro (4) horas, en razón del comportamiento de los caleños que se aprovisionan de agua con un sentido de precaución que posiblemente va más allá de lo razonable.

¹¹⁹ EL PAÍS. 12 de Enero de 2014. Para el 2015, los caleños no deben volver a saber qué es un corte de agua. página A-10.

Lo volvimos a ver en la suspensión por cinco (5) días en el servicio de agua potable para 37 barrios de la ciudad de las Comunas 17, 18, 19, y 22 en razón de las instalaciones de un empate de tuberías de conducción de agua de 350 metros, que permita desviar la trayectoria de la misma y dar espacio para construir una estación del MIO, hizo que sus 200.000 habitantes se aprovisionaron copiosamente, desbalanceando el suministro a otros 17 barrios que no formaban parte de los barrios afectados por los trabajos, quedándose también sin agua, en razón a que bajo la presión¹²⁰.

Frente a estos hechos, el Gerente de Emcali planteo¹²¹ que para mediados del 2015 habrá un nuevo reservorio para que pueda atender la ciudad durante ocho horas y se habilitaran los seis pozos de agua que se tiene en Aguablanca, todo con el objeto de que los cortes de agua sean historia.

Las soluciones propuestas para los actores institucionales es fortalecer su participación institucional en el Sistema Nacional Ambiental – SINA para la Gobernación del Valle del Cauca, el cumplimiento del Acuerdo AC 03 de 2010 por parte de la Corporación CVC, particularmente con su objeto de propender por el desarrollo sostenible y la protección de los recursos naturales renovables en su jurisdicción.

Al Departamento Administrativo de Planeación de Cali, le corresponde cumplir con el Plan de Ordenamiento Territorial – POT¹²² del municipio de Cali, en lo referente a lo ambiental a fin de garantizar la protección del medio ambiente, preservando y velando por las áreas requeridas para mantener los ecosistemas particularmente protegiendo las rondas de los ríos (Pance, Lili, Meléndez, Cañaveralejo, Cali y Aguacatal) y quebradas y su áreas forestales protectoras del desarrollo

¹²⁰ EL PAÍS. Viernes 24 de enero de 2014. Corte de agua afecto a más barrios. Página A2.

¹²¹ El País. . Miércoles 25 de junio de 2014. “Cali no se puede acostumbrarse a cortes de agua”. Gerente de Emcali. Página A2.

¹²² Acuerdo 069 octubre de 2000. Art 45. Áreas forestales protectoras de corrientes de agua.

urbanístico y asentamientos incompletos.

Sobre las consecuencias del desarrollo no planificado de los sectores de asentamientos incompletos el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos 2007 – 2016¹²³ afirma que *“los asentamientos de desarrollo incompleto, al no estar integrado a la estructura formal urbana y por lo tanto a la red de Servicios Públicos domiciliarios, satisfacen sus necesidades básicas a través de medios no legales, produciendo un fuerte impacto en el ambiente y en la prestación de los servicios de Acueducto y Alcantarillado. El requerimiento de servicios básicos de un asentamiento no formal, no consulta la legalidad de tenerlos pues responden a la necesidad primaria de supervivencia lo que hace de esta situación un problema de dimensión social tal, que trasciende las posibilidades de solución de cualquier empresa de Servicios Públicos”*.

Finalmente quiero resaltar la oportunidad que tiene tanto el Municipio de Santiago de Cali como la gobernación del Valle del Cauca para que en el Proceso de Construcción del Plan Departamental de Ordenamiento Territorial se incorpore los principios generales que orientan la gestión del riesgo plasmados en el artículo 3 de la Ley 1523 de 2012, particularmente el **Principio de sostenibilidad ambiental** que establece que *“el desarrollo es sostenible cuando satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de los sistemas ambientales de satisfacer las necesidades futuras e implica tener en cuenta la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo. El riesgo de desastres se deriva de procesos de usos y ocupación insostenible del territorio, **por lo tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres”***.

¹²³ *Ibíd.*, página 3-5.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL TRABAJO DE GRADO

1. BALL, Philip. H₂O Una biografía del agua. Fondo de Cultura Económica. 2000
2. BANCO MUNDIAL. Desarrollo y Cambio Climático. 2010
3. BECK, Ulrich. La Sociedad del Riesgo. Hacia una nueva modernidad. Ediciones Paidós Ibérica, S.A., 1998.
4. CAPRA, FRIJOF. Las Conexiones ocultas. Editorial Anagrama, S.A., 2003.
5. COATS, Callum. Living Energies. 1995.
6. CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD COLOMBIA. Informa Nacional de Competitividad 2011 – 2012.
7. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC., (Diciembre de 2012). Dirección de Planeación. Plan de Acción 2012-2015. “Un Plan para la Paz”.
8. DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN CVC., (Abril de 2011). Caracterización Ambiental del Valle del Cauca. Línea base y priorización de intervenciones en el marco de los planes departamentales del agua.
9. ECOFONDO. Colombia: ¿un futuro sin agua?. Bogotá 2007.
10. FOSTER, JONH BELLAMY, et al. The Ecological Rift. Capitalism’s War on th earth.
11. GLEICK , JAMES. Chaos, making a new science. 1988.
12. GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA., (Ordenanza N° 359 del 9 de Noviembre de 2012). PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO 2012 – 2015. *¡Vallecaucanos, hagámoslo Bien!*.
13. GLOBAL TREND 2030: ALTERNATIVE WORLDS. A publication of the National Intelligence Council. December 2012.

14. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM (Junio de 2010). Segundo Comunicado Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
15. IPCC. Climate Change and Water. Technical Paper VI. June 2008.
16. MINISTERIO DE AMBIENTE (Junio de 2002). Lineamientos de Política de Cambio Climático.
17. MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL., (Marzo de 2010). Dirección de Ecosistemas. Grupo de Recurso Hídrico. Política Nacional para la gestión integral del Recurso Hídrico.
18. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL., (Noviembre de 2003). DOCUMENTO CONPES 3253. Importancia Estratégica del programa de modernización Empresarial en el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
19. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL., (Noviembre de 2009). DOCUMENTO CONPES 3624. Programa para el Saneamiento, Manejo y Recuperación Ambiental de la Cuenca Alta del Río Cauca.
20. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL., (Junio de 2011). DOCUMENTO CONPES 3700. Estrategia Institucional para la Articulación de políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
21. NASSIM NOCHOLAS TALEB. Antifrágil. Paidós. Abril 2013.
ISBN: 978-84-493-2864-0
22. OECD. ENVIRONMENTAL OUTLOOK TO 2030. (Marzo de 2008).
www.oecd.org
23. RIFKIN, JEREMY. La tercera revolución industrial. EspasaLibroa.2011.
24. SCHWENK, THEODOR. Sensitive Chaos. Rudolf Steiner Press. London, 1965.
25. STERN, NICOLAS. El informe Stern. La verdad sobre el Cambio Climático. Ediciones Paidós Ibérica S.A. 2007.