

**LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO TÉCNICO, AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA  
ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DEL RÍO TONA**

**DIEGO ANDRÉS AMADOR CAMACHO  
ALEXANDER VELÁSQUEZ RENDÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
GERENCIA DEL AMBIENTE  
BUCARAMANGA  
2015**

**LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO TÉCNICO, AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA  
ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DEL RÍO TONA**

**DIEGO ANDRÉS AMADOR CAMACHO  
ALEXANDER VELÁSQUEZ RENDÓN**

**DIRECTORA  
MARÍA NATALIA CHAPARRO DÍAZ  
INGENIERA AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
GERENCIA DEL AMBIENTE  
BUCARAMANGA  
2015**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA – AMB	18
2.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA	18
2.3 OBRAS OBJETO DEL CONTRATO NO.073 DE 2010	19
2.4 LICENCIAMIENTO AMBIENTAL – RESOLUCIÓN 1193/2005.	19
3. METODOLOGÍA	24
4. DESCRIPCIÓN DEL EMBALSE	25
4.1 LA PRESA	25
4.2 EL VERTEDERO	26
5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL EMBALSE	27
5.1 CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES	27
5.2 OCUPACIÓN DE CAUCE	28
5.3 CONCESIÓN DE AGUAS	28
5.4 EMISIONES ATMOSFÉRICAS	29
5.5 PERMISO DE VERTIMIENTOS	29
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	30
6.1 CRITERIOS DE DELIMITACIÓN ÁREAS INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	30
6.2 ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL	30
6.3 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL	31
6.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y PLAN DE GESTIÓN SOCIAL	32
7. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	34
7.1 DIMENSIÓN FÍSICA	35
7.1.1 Componente suelo.	35
7.1.2 Componente agua.	35
7.1.3 Componente atmosférico.	36
7.1.4 Paisaje.	37
7.2 DIMENSIÓN BIÓTICA	37
7.2.1 Flora.	37
7.2.2 Fauna terrestre.	38
7.2.3 Biota acuática.	39

7.3 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	39
8. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	43
8.1 DIMENSIÓN FÍSICA	43
8.1.1 Componente suelo.	43
8.1.2 Componente agua.	43
8.1.3 Componente aire.	44
8.1.4 Paisaje.	44
8.2 DIMENSIÓN BIÓTICA	45
8.2.1 Flora terrestre.	45
8.2.2 Fauna terrestre.	45
8.2.3 Biota acuática.	46
8.3 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	47
9. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN	48
10. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA	49
10.1 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN	54
11. LINEAMIENTOS TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES PARA OPERAR EL EMBALSE DE BUCARAMANGA	59
11.1 LINEAMIENTOS TÉCNICOS	59
11.1.1 Etapa de llenado y prueba.	59
11.1.2 Descripción del sistema captación – aducción – entrega a las PTAP.	62
11.1.3 LÍNEA DE ADUCCIÓN.	64
11.1.4 Sistema de entrega Bosconia.	73
11.1.5 Sistema de entrega planta angelinos.	76
12. LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS FASES DE LLENADO Y OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA	82
12.1 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	83
a. ALMACENAMIENTO TEMPORAL	84
b. DISPOSICIÓN FINAL	84
c. REGISTRO RESPEL	84
12.2 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y/O VERTIMIENTOS	84
12.3 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES.	87
12.4 CONCESIÓN DE AGUAS DE USO PÚBLICO.	88
12.5 FASE OPERACIÓN	90

12.5.1 Tasa por uso del agua.	90
12.5.2 Manejo de control de calidad del aire y ruido.	90
12.6 MANEJO DE TRANSITO Y SEÑALIZACIÓN.	91
12.7 MANEJO DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL	96
12.8 RESCATE DE FAUNA SILVESTRE Y PECES	97
12.9 MANEJO AMBIENTAL DEL EMBALSE	98
12.10 MONITOREO DE FAUNA TERRESTRE (ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS)	101
12.11 CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE AMENAZADAS Y EN VEDA	102
12.12 MANEJO DE LA COMPENSACIÓN FORESTAL	104
12.13 MANEJO AMBIENTAL DE LA DESCARGA DE FONDO	106
12. 14 PLAN DE SEQUÍA	108
13. LINEAMIENTOS DE GESTIÓN SOCIALES PARA LAS FASES DE LLENADO Y OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA.	109
13.1 INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD	109
13.2 CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS	111
13.3 LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE VECINDAD Y RESTITUCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS	112
13.4 EDUCACIÓN	113
13.5 POTENCIACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DURANTE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	113
14. CONCLUSIONES	115
15. RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA.	118

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Capacidad instalada de tratamiento de agua	18
Tabla 2. Actos administrativos Resolución 1193 de 2005.	21
Tabla 3. Puntos de vertimientos de aguas residuales	29
Tabla 4. Fichas correspondientes al P.M.A	32
Tabla 5. Fichas del Plan de Gestión Social	33
Tabla 6. Aspectos e impactos ambientales en etapa de operación del embalse	49
Tabla 7. Descripción de impactos ambientales en etapa de operación del embalse	54
Tabla 8. Operación de instrumentos comunicados	72
Tabla 9. Supervisión de variables.	74
Tabla 10. Operación de instrumentos	78
Tabla 11. Manejo De Residuos Sólidos	83
Tabla 12. Manejo De Aguas Residuales.	85
Tabla 13. Valores referencia exigidos por la norma	86
Tabla 14. Ficha de Manejo De Aguas Superficiales	87
Tabla 15. Resumen Concesión De Aguas	88
Tabla 16. Resumen Manejo De Control De Calidad Del Aire Y Ruido	90
Tabla 17. Resumen Manejo De Transito Y Señalización	91
Tabla 18. Colores básicos empleados en las señales de seguridad	92
Tabla 19. Geometría señales de seguridad	93
Tabla 20. Señales de prohibición.	93
Tabla 21. Señales de obligación	93
Tabla 22. Señales de prevención	94
Tabla 23. Señales de información.	95
Tabla 24. Identificación de productos químicos	95
Tabla 25. Resumen Manejo Del Aprovechamiento Forestal	96
Tabla 26. Resumen Rescate De Fauna Silvestre Y Peces	97
Tabla 27. Resumen Manejo Ambiental Del Embalse	99
Tabla 28. Resumen Monitoreo De Fauna Terrestre	102

Tabla 29. Resumen Conservación de Especies de Flora y Fauna Silvestre Amenazados y en Veda.	102
Tabla 30. Cronograma para el manejo de especies en veda	103
Tabla 31. Resumen Manejo De Compensación Forestal	104
Tabla 32. Resumen Manejo Ambiental De La Descarga De Fondo	106
Tabla 33. Resumen Plan De Sequia	108
Tabla 34. Resumen Información, Comunicación Y Participación De La Comunidad	109
Tabla 35. Resumen Contratación De Mano De Obra Bienes Y Servicios	112
Tabla 36. Resumen Levantamiento De Actas De Vecindad	112
Tabla 37. Resumen Actividades De Educación	113

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Identificación de aspectos e impactos	34
Figura 2. Actividades de la etapa de llenado y prueba.	59
Figura 3. Vertedero espaldón aguas debajo de la Presa	60
Figura 4. River Surveyor	61
Figura 5. Válvula Mariposa Emergencia DN1400 PN16	64
Figura 6. Tablero Central Hidráulica TVAM	67
Figura 7. Tablero TVAM	67
Figura 8. Tablero TVAM Señalización	68
Figura 9. Tablero TVAM Señalización	68
Figura 10. Válvula de Control	69
Figura 11. Pulsador PE STOP	70

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Gráfica 1. Curva elevación – Volumen	60

## **ABREVIATURAS**

- amb. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP
- CDMB. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
- AMB. Área Metropolitana de Bucaramanga.
- CIAMB. Consultoría Ingeniería Medio Ambiente Ltda.
- Creciente Máxima Probable (CMP)
- EMAB. Empresa de Aseo de Bucaramanga
- PTAP. Planta de Tratamiento de Agua Potable
- PLC controlador lógico programable
- IHM Human Machine Interface

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

<b>TITULO</b>	LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO TÉCNICO, AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DEL RÍO TONA
<b>AUTORES</b>	Diego Andrés Amador Camacho Alexander Velásquez Rendón
<b>FACULTAD</b>	Esp. Gerencia del Ambiente
<b>DIRECTOR</b>	María Natalia Chaparro Díaz

### **RESUMEN**

Teniendo en cuenta que a la fecha el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP nunca ha sido responsable de la operación de un embalse, se tiene como objetivo principal diseñar un manual técnico, ambiental y social para la operación del Embalse, una vez elaborado servirá de referencia para establecer los lineamientos de operación y mantenimiento técnico, ambiental y social para la construcción de nuevos embalses en Colombia.

La metodología comenzó exponiendo la licitación pública y el contrato mediante el cual el amb convocó y adjudicó la CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LOS ANGELINOS Y DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS DE BOSCONIA – LOS ANGELINOS. Seguido a esto se realizó una recopilación teórica con base en los estudios y diseños de pre-factibilidad y factibilidad, se hizo una descripción de la etapa de construcción, se realizó un análisis al estudio de impacto ambiental que contemplaba el plan de manejo ambiental aprobado, se identificaron los aspectos e impactos ambientales y sociales significativos en la etapa de llenado y operación del embalse, para el establecimiento de los lineamientos del manejo técnico, ambiental y social de la etapa operativa del Embalse del Río Tona.

De acuerdo con la recopilación teórica realizada al estudio de impacto ambiental radicado ante la Corporación Autónoma Regional de la meseta de Bucaramanga – CDMB, se reconoció el área de influencia directa e indirecta, identificando desde el componente social las comunidades con afectación alguna. Ambientalmente se reconocieron las áreas y ecosistemas que podrían presentar alguna modificación de acuerdo a la intervención.

Se identificaron 14 problemáticas ambientales y sociales que se podrán generar durante la etapa de operación y llenado del embalse. Se diseñó una matriz de aspectos e impactos teniendo en cuenta tres dimensiones: biótica, abiótico y socioeconómica y se establecieron los lineamientos para operar el embalse.

**PALABRAS CLAVES** Embalse, sistema de captación y aducción, plan de manejo ambiental

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO TÉCNICO, AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DEL RÍO TONA

**AUTHOR(S)** Diego Andrés Amador Camacho  
Alexander Velásquez Rendón

**FACULTY:** Esp. Gerencia del Ambiente

**DIRECTOR** María Natalia Chaparro Díaz

### ABSTRACT

Given that to date the Metropolitan Aqueduct of Bucaramanga SA ESP has never been responsible for the operation of a reservoir's main objective is to design a technical, environmental and social manual for the operation of the reservoir, once developed will serve as a reference for establishing the guidelines for operation and technical, environmental and social maintenance the construction of new reservoirs in Colombia.

The methodology began exposing the public bidding and contract whereby the amb convened and awarded construction TREATMENT PLANT Angels WATER AND SEWAGE TREATMENT PLANT Bosconia - the Angels. Following this theoretical collection based on the studies and designs of pre-feasibility and feasibility studies will be conducted, a description of the construction stage was an analysis to environmental impact study that included the environmental management plan approved performed, identification of significant aspects and in the filling stage and reservoir operation environmental and social impacts was conducted, they established the technical, environmental and social management of the operational phase of the Embalse del río are set Tona.

According to the theoretical compilation made the environmental impact study filed with the Autonomous Regional Corporation of the Bucaramanga Plateau - CDMB, the area of direct and indirect influence from the social component identifying communities with some impairment was recognized. Environmentally areas and ecosystems that could present some modification according to the intervention were recognized.

14 environmental and social problems that can be generated during the operation stage and filling the reservoir were identified. An array of issues and impacts will be designed taking into account three dimensions: biotic, abiotic and socioeconomic and guidelines were established to operate the dam.

**KEYWORDS:** Reservoir collection system and adduction, environmental management plan

## GLOSARIO

- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.
- **IMPACTO AMBIENTAL:** cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.
- **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:** es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.
- **PLAN DE SEGUIMIENTO:** plan que establece la forma en la cual se hará el control respecto a la ejecución de las medidas planteadas en el plan de manejo ambiental.
- **PLAN DE MONITOREO:** plan que establece la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo implementadas, estableciendo las líneas de actuación frente a posibles resultados.
- **PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO:** este programa busca determinar los efectos ocasionados por el proyecto sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, registrar periódicamente las actividades ambientales realizadas, ejecutar las mediciones necesarias con el fin de detectar cambios relevantes y plantear las medidas correctivas correspondientes.

## INTRODUCCIÓN

Bajo el Contrato 073 del 2010 se ejecutó el proyecto de *Regulación del río Tona, Embalse de Bucaramanga* en el departamento de Santander, el cual se encuentra aproximadamente a 600 metros aguas arriba de la confluencia de los ríos Tona y Suratá, sitio más conocido como Puente Tona.<sup>1</sup> El proyecto comprendió la construcción de una presa de enrocado y cara de concreto, de 106 metros de altura, que almacenará un volumen de 18.0 millones de metros cúbicos de agua y regulará un caudal de 1.200 litros por segundo, adicionales al sistema de acueducto existente, al tiempo que garantizará la provisión de 2.000 litros por segundo para la planta de tratamiento de agua potable de Bosconia, equivalente a una reserva de agua para tres meses de consumo en temporada de verano.<sup>2</sup>

Durante la etapa de construcción del proyecto en mención, teniendo en cuenta que uno de los propósitos empresariales del amb es *prestar servicios de asesoría y asistencia de carácter técnico, operativo, comercial, administrativo e institucional a sistemas de acueducto y saneamiento básico* y que por primera vez será el responsable de la operación y mantenimiento técnico, ambiental y social del Embalse, surgió la necesidad de establecer un manual como guía para su operación y mantenimiento y de los equipos correspondientes a los sistemas de captación, aducción, descarga de fondo y entrega a las plantas de Tratamiento de Bosconia y futura planta de los Angelinos, del proyecto de regulación del Río Tona - Embalse de Bucaramanga. En el manual se reflejarán además las actividades de gestión en pro de la conservación del medio biótico y abiótico del embalse y su área de influencia, las cuales propenden por una gestión integral de residuos sólidos, conservación de fuentes hídricas superficiales, tratamiento y disposición de vertimientos, conservación de fauna y flora tanto terrestre como acuática y compensación forestal.

Para el desarrollo del presente estudio, se tuvo en cuenta la Resolución 1193 de 2005 emitida por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), mediante la cual se otorgó la Licencia Ambiental al acueducto para el proyecto de referencia, y se solicitó información adicional para el inicio de las obras; así como los términos de referencia del sector de energía para la construcción y operación de centrales hidroeléctricas generadoras RF-TER-1-01, emanados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los cuales se han utilizado ante la inexistencia de términos propios para embalses y a sabiendas que para cualquier proyecto hidroeléctrico debe construirse previamente un embalse. Sin embargo, no se han tratado temas de generación de energía en la operación del embalse.

---

<sup>1</sup> Consultado en: <http://www.amb.com.co/frmlInformacion.aspx?inf=40>

<sup>2</sup> Consultado en: <http://www.amb.com.co/Contratacion/proInvitaciones.aspx?Info=585>

Para el diseño del manual técnico, ambiental y social de operación del Embalse del río Tona, se llevaron a cabo tres fases: La primera correspondió a una revisión bibliográfica y recopilación técnica, ambiental y social con base en los estudios y diseños de pre-factibilidad, factibilidad y detalle de ingeniería realizados para la obtención de la licencia ambiental, mediante la cual se identificaron las problemáticas ambientales y sociales que provienen de la operación del embalse, en la segunda fase se analizó la evaluación de impacto ambiental presentada ante la autoridad ambiental competente, identificando los aspectos e impactos ambientales y sociales significativos en la etapa de llenado y operación del embalse, en la última fases se determinaron los programas ambientales y sociales a establecerse en la etapa de llenado y operación del embalse y finalmente y se definen los lineamientos para el manejo técnico, ambiental y social de la etapa operativa del Embalse.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar el manual técnico, ambiental y social para la operación del Embalse del Río Tona.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los procesos operativos del Embalse.
- Realizar un diagnóstico técnico, ambiental y social de la operación actual.
- Identificar las problemáticas ambientales y sociales que provienen de la operación
- Formular los lineamientos técnicos, ambientales y sociales para el seguimiento y monitoreo.

## 2. MARCO TEÓRICO

La información que se registra en el presente documento, se extrajo del libro *Diseño de Presas Pequeñas*<sup>3</sup> y con los Estudios y Diseños Del Proyecto De Regulación Del Río Toná Embalse De Bucaramanga.<sup>4</sup>

De acuerdo con los Estudios y Diseños Del Proyecto De Regulación Del Río Toná Embalse De Bucaramanga, se menciona que los estudios de prefactibilidad, contratados y realizados en 1995, arrojaron como recomendación el aprovechamiento de los Ríos Manco, Oro y Hato, pertenecientes a la cuenca del Río Magdalena y las Quebradas Piedras Blancas, Umpalá y Guayabales en el Altiplano de Berlín, pertenecientes a la cuenca del Río Arauca y los cuales en esencia tuvieron como horizonte el año 2025.

Los estudios mencionados fueron complementados en el 2004 con los estudios de Factibilidad de Regulación del Río Tona en el sector de Puente Tona, los cuales básicamente mostraron la conveniencia de la construcción de una presa y un embalse sobre el río Tona en cercanías a la confluencia con el río Suratá.

Como complemento a los estudios de factibilidad mencionados, el amb, contrató en el 2007, los Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, los cuales determinarán el tipo de presa adecuado, la planta de tratamiento y el sistema de conducción, con el fin de garantizar el abastecimiento de agua potable al Área Metropolitana de Bucaramanga hasta el año 2025. En el 2010 el amb contrató con CONALVIAS el Diseño Definitivo de Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, el cual se ejecutó con la firma de consultoría INTEGRAL S.A.

En el libro *Diseño de Presas Pequeña*, da una definición técnica de un embalse, para el objeto del libro en mención, considera tres clasificaciones de presas de acuerdo con:

- 1- Clasificación según su uso: presas de almacenamiento, de derivación y reguladoras
- 2- Clasificación según el proyecto hidráulico: Las presas vertedoras y las no vertedoras sin embargo regularmente se combinan los dos tipos.
- 3- Clasificación según los materiales que forman la estructura: Presas en tierra, presas de enrocamiento, presas de concreto del tipo de gravedad, presas de concreto tipo arco.

---

<sup>3</sup> UNITED STATES DEPARTMENT OF INTERIOR, Stewart L., Secretary BUREAU OF RECLAMATION, Floyd E. Dominy, Commissioner, *Diseño de Presas Pequeñas*, Primera Publicación, Traducido por Jose Luis Lepe, Washington, CIA Editorial Continental S.A, 1982.

<sup>4</sup> INTEGRAL INGENIEROS CONSULTORES, *Estudios y Diseños Del Proyecto De Regiación Del Río Tona. Embalse de Bucaramanga –amb, Bucaramanga*, 2011, 26Cap,

## 2.1 ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA – AMB

Bucaramanga, capital del Departamento de Santander, Colombia, está localizada sobre una meseta en el noreste del país, sobre la Cordillera Oriental a 996 m.s.n.m. El AMB, incluye los municipios cercanos de Girón, Floridablanca, y Piedecuesta y cuenta con una población cercana a 1'060.000 habitantes, los cuales demandan agua diariamente.

La historia del Acueducto se remonta al año de 1916 cuando se constituyó formalmente la compañía anónima del Acueducto de Bucaramanga; posteriormente, en el año de 1975, el acueducto se convirtió en la compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - CAMB, la cual funcionó hasta el año 2004, donde paso a denominarse Acueducto Metropolitano de Bucaramanga-amb, con una misión, visión y objetivo social más amplio en la prestación de los diferentes servicios públicos domiciliarios y actividades conexas. La Empresa contrató en 1995 un estudio de pre factibilidad para la ampliación del sistema de abastecimiento, que presentó como recomendación el aprovechamiento de los ríos Manco, Oro y Hato, pertenecientes a la cuenca.<sup>5</sup>

## 2.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA

El sistema actual del acueducto del Área Metropolitana de Bucaramanga toma el agua de los ríos Suratá (abastece la planta de Bosconia), Tona (abastece las plantas de La Flora y Morrórico) y Frío (abastece la planta de Floridablanca), con una capacidad de tratamiento de 2000, 1400 y 600 litros por segundo respectivamente. La primera fuente suministra el agua al sistema por medio de bombeo y las dos últimas fuentes corresponden a sistemas por gravedad. La capacidad instalada de tratamiento de agua que actualmente tiene el amb es de 4.0 m<sup>3</sup>/s, discriminados de la siguiente forma:

Tabla 1. Capacidad instalada de tratamiento de agua

FUENTE	PLANTA TRATAMIENTO QUE ALIMENTA	CAUDAL (L/s)	OBSERVACIONES
Río Tona (Quebradas Arnanía, Carrizal y Golondrinas)	LA FLORA MORRORICO	1000 400	Alimentación por gravedad las plantas de la flora (1195 msnm) y Morrórico (1081 msnm)
Río Suratá	Bosconia	2000	Alimentación por bombeo
Río Frío	Florida Blanca	600	Alimentación por gravedad
	Total	4000	

Fuente. Autores.

<sup>5</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008

### **2.3 OBRAS OBJETO DEL CONTRATO NO.073 DE 2010**

El Contrato No.073 de 2010 *“ESTUDIOS, DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA, Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER”*. A la fecha de elaboración del presente manual desde el punto de vista de la programación y ejecución de las obras es el siguiente:

- Las obras correspondientes a la construcción de la presa y obras anexas (captación, vertedero, descarga de fondo y vías sustitutivas) se tienen previstas con fecha de finalización y cierre de la compuerta e inicio de llenado del Embalse se tiene programado para el día 28 de agosto de 2015.
- La línea de aducción, se encuentra en la etapa de diseño del nuevo alineamiento por el canal Zaragoza, y su construcción está proyectada entre el 6 y 12 de agosto de 2016, plazo que será revisado una vez se aprueben y se acuerde el presupuesto correspondiente a los diseños del nuevo alineamiento por parte del amb.

### **2.4 LICENCIAMIENTO AMBIENTAL – RESOLUCIÓN 1193/2005.**

El proyecto de regulación del río Tona- Embalse Bucaramanga, se caracteriza por presentar una importancia socio-ambiental, teniendo en cuenta que ha sido declarado de interés nacional mediante Decreto N° 1463 del 5 de julio de 2012, desarrollando sus actividades bajo las políticas de conservación y preservación del medio ambiente.<sup>6</sup> La empresa contrató en 1995 un estudio de pre factibilidad para la ampliación del sistema de abastecimiento, que presentó como recomendación el aprovechamiento de los ríos Manco, Oro y Hato, pertenecientes a la cuenca del río Magdalena, y las quebradas Piedras Blancas, Umpalá y Guayabales en el Altiplano de Berlín, los estudios fueron complementados en el 2004 con estudios de geología y geotecnia para la factibilidad de regulación del río Tona.

Como complemento a los estudios de factibilidad mencionados, el amb contrató en el año 2007, los estudios y diseños fase 2 para el Proyecto, los cuales determinarán el tipo de presa adecuado, la planta de tratamiento y el sistema de conducción con el fin de garantizar el abastecimiento de agua potable al AMB hasta el año 2025. Por medio de la Licencia Ambiental otorgada por la CDMB, se hace necesario la actualización y complemento del estudio ambiental existente elaborado por la firma consultora Consultoría Ingeniería Medio Ambiente Ltda. - CIAMB (en marzo del 2005), para el cumplimiento de los requisitos que permitirán proceder con la construcción del proyecto de referencia con estas nuevas características. En el año 2005 el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga –

---

<sup>6</sup> Consultado en: <http://www.amb.com.co/Contratacion/proInvitaciones.aspx?Info=585>

amb., obtuvo licencia ambiental mediante la resolución 1193 de 2005, la cual fue modificada en el año 2009 por medio de la resolución 1366 donde surgieron los actos administrativos mencionados en la tabla 2.

Tabla 2. Actos administrativos Resolución 1193 de 2005.

ANTECEDENTES			
ACTO	FECHA	TRÁMITE	CONCEPTO
Resolución 0068	20 de Enero de 2010	Concesión de aguas	El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga tramitó con seis meses (6) de anticipación al inicio de las obras, el permiso de concesión de aguas para un caudal máximo de 1.200, l/s, para la planta de tratamiento Los Angelinos, el cual fue captado directamente del embalse de regulación; y para un caudal ocasional de 2.000 l/s, adicional al caudal máximo a aprovechar, para atender emergencias sanitarias en la planta de Bosconia.
Resolución 0675	13 de Abril de 2011	Aprovechamiento forestal único.	Autorizó al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga permiso de aprovechamiento forestal único, consistente en la tala de 194 árboles, representadas en 27 especies diferentes, equivalente a un volumen total de 149,31m <sup>3</sup> de madera en bruto (87,45m <sup>3</sup> de madera comercial), para conformar la Zona de Disposición Final de Sobrantes de Excavación - zodme Los Monos.
Resolución 0780	03 de Mayo de 2011	Ocupación de cauce	Otorgó permiso de ocupación de cauce permanente al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga sobre la quebrada Los Monos y las fuentes innominadas identificadas con los códigos 15412,15410, 1541202, entre las coordenadas X: 1'109,150 hasta X: 1'109,800 y Y: 1'283,125 hasta Y: 1'283,400, con el fin construirla zona de disposición final de sobrantes de excavación – zodme Los Monos.
Resolución 1302	13 de Julio de 2011	Aprovechamiento forestal único	Autorizó al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga permiso de aprovechamiento forestal único, que consistió en la tala de 321 árboles, representados en 35 especies y equivale a un volumen total de 41,74m <sup>3</sup> y un volumen comercial de 13,47m <sup>3</sup> , en un área de 6,34 ha en la zona del cuenco de erosión o estructura de disipación del sistema de vertedero.
Resolución 1355	26 de Julio de 2011	Concesión de aguas	Otorgó al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga una concesión de aguas de uso público, con destino al uso doméstico y actividades industriales en las siguientes fuentes:- Río Tona, 22l/s, X: 1'109,332; Y: 1'283,062. - Quebrada Los Monos, 1l/s, X: 1'109,962; Y: 1'283,202. - Quebrada La Reforma: 5l/s, X: 1'109,115; Y: 1'282,145.
Resolución 1353	26 de Julio de 2011	Ocupación de cauce	Otorgó permiso de ocupación de cauce permanente al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga sobre el río Tona que corresponde a las obras de pre ataguía, ataguía, contra ataguía, portal de entrada y salida, puente metálico aguas abajo del portal de salida, túnel de desvío y la presa.
Resolución 1356	27 de Julio de 2011	Ocupación de cauce	Otorgó el permiso de ocupación de cauce permanente al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga., sobre el río Tona y sobre la quebrada La Reforma, correspondiente a las obras de construcción de un box Culvert y un puente aguas arriba de la presa.
Resolución 1394	08 de Agosto de 2011	Permiso de emisiones atmosféricas	Otorgó permiso de emisiones atmosféricas al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga para la planta de triturados y molienda de material pétreo, ubicada en las coordenadas X: 1'109.65; Y: 1'285.000.

Resolución 1581	31 de Agosto de 2011	Concesión de aguas	Resolvió un recurso de reposición y confirmó lo contenido en los artículos primero y tercero y aclara el artículo décimo tercero de la Resolución N° 1355 del 26 de Julio de 2011 de la CDMB
Resolución 1687	23 de Septiembre de 2011	Ocupación de cauce del sistema de desvío y de la presa	Resolvió un recurso de reposición y modificó el artículo tercero de la Resolución N° 1353 del 26 de Julio de 2011.
Resolución 1814	27 de Octubre de 2011	Aprovechamiento forestal del cuenco de erosión del sistema de vertedero.	Resolvió un recurso de reposición y modificó el artículo tercero y el parágrafo del artículo quinto de la Resolución N° 1302 del 13 de Julio de 2011.
Comunicación CSA-EB-159-2012-C Con radicado 011985	29 de junio de 2012	Concesión de aguas	En cumplimiento de los artículos 4 y 9 de la Resolución 1366 de 2009 y de la Resolución 068 de 2010 se entregó la información correspondiente a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La modificación de la Resolución No. 0136 del 26/02/01 por medio de la cual la CDMB autoriza una concesión de aguas al amb para abastecer los usuarios del área metropolitana, en el sentido de incluir las captaciones desde el embalse de 1.200,017 l/s para la planta de tratamiento Los Angelinos y 2.000 l/s ocasionales para la planta de tratamiento de Bosconia.</li> <li>- Se solicita la concesión de aguas para la etapa de llenado del embalse una vez se baje la compuerta del túnel de desvío que permitirá el represamiento del río Tona. Se aclara que el río se represará en su totalidad desde la cota 798 msnm hasta la cota 841msnm (primera toma de la captación) por donde se entregará el caudal ecológico.</li> <li>- Se establece el caudal ecológico que según los cálculos y conforme las regulaciones de la CDMB sería de 50 l/s.</li> </ul>
Oficio CDMB No. 10049	11 de Julio de 2012	Viabilidad Ambiental	La CDMB dio viabilidad ambiental a los estudios y diseños presentados en fase 3 para el desarrollo de las obras del proyecto licenciado.
Oficio CDMB No. 10479	18 de Julio de 2012	Cumplimiento de requerimiento	La CDMB dio fe del cumplimiento del requerimiento hecho por sus funcionarios, frente a la construcción de unas aletas de encole y descole en el box Culvert del río Tona, que era condición para aprobar el cambio del puente por este box Culvert, según la Resolución No. 1356 del 27/07/11.
Oficio CDMB No. 10819	25 de Julio de 2012	Viabilidad P.M.A	La CDMB dio viabilidad al Plan de Manejo Ambiental ajustado en fase 3 y estableció que sobre este se hará el seguimiento ambiental del proyecto.
Oficio CDMB No. 011268	31 de julio de 2012	Concesión de aguas en el llenado y la operación del embalse	La CDMB evaluó la información entregada en el radicado No. 011985 del 29/06/12 sobre la concesión de aguas en el llenado y la operación del embalse en cumplimiento de los artículos 4 y 9 de la Resolución 1366 de 2009, concluyó entre otras cosas lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La concesión de aguas para el llenado y la operación del embalse regulando el caudal para las plantas de tratamiento Los Angelinos y Bosconia, así como el caudal ecológico debe hacerse seis (6) meses antes de iniciar la etapa de llenado es decir en octubre del 2014.</li> <li>- El amb deberá solicitar seis meses antes del llenado la modificación de la Resolución 136 del 26 de febrero de 2001.</li> <li>- Sistema y proceso de llenado garantizando en todo momento un caudal ecológico de 50 l/s.</li> <li>- Adición de 3.200,017 l/s para las plantas de tratamiento Los Angelinos y Bosconia por 25 años.</li> </ul>
Resolución No. 001030	28 de agosto de	Levantamiento de veda	Por medio de la cual se aprobó el levantamiento temporal y parcial de una veda, para el desarrollo del proyecto.

	2012			
Oficio CDMB No. 14576	25 de septiembre de 2012	Requerimientos de la Resolución 1366 de 2009		<p>La CDMB concluyó que conforme la información presentada mediante comunicación CSA-EB-189-2012-C con radicado No. 013861 del 25 de julio de 2012 se ha dado cumplimiento a los diferentes requerimientos de la Resolución 1366 de 2009 en su artículo décimo numeral 1, ítem 1, literales a, b y c, y numeral 2; como ha sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de diseños a nivel de fase 3. Plan de manejo ambiental ajustado. Información técnica del proyecto. Información soporte para el sistema de información geográfico.</li> <li>- Lo relacionado con las fuentes de materiales, donde se establece que para el caso de los sobrantes de excavación por las obras del proyecto Regulación del río Tona- Embalse de Bucaramanga, estos podrán ser empleados en la construcción de las mismas obras objeto del proyecto, sin requerir para esto modificación o licencia ambiental. Pero en el caso de extraer materiales por fuera de las áreas requeridas para el emplazamiento de la infraestructura se deberá tramitar la modificación de la licencia ambiental.</li> </ul>
Comunicación CSAS-EB-020-2013-C Con radicado 01352	24 de enero del 2013	Ocupación de cauce		El contratista con el poder que le ha otorgado el amb, solicitó conforme lo indicado por la CDMB en reunión de socialización el 21 de enero de 2013 el permiso de ocupación de cauce para la canalización del río Tona en un tramo de 200 m.
Auto No. 0072	21 de febrero del 2013	Ocupación de cauce		La CDMB admitió la solicitud de ocupación de cauce en el río Tona para su canalización en 200 m.
Comunicación CSAS-EB-122-2013-C Con Radicado No. 06114	01 de abril de 2013	Permiso de investigación biológica en flora y fauna silvestre		El contratista con el poder que le ha otorgado el amb, solicitó el permiso de investigación biológica en flora y fauna silvestre.
Resolución 1056	02 de septiembre de 2014	permiso de investigación científica		Se otorgó al amb el permiso de investigación científica que incluye la manipulación y colecta de especímenes de la diversidad biológica sin acceso a recursos genéticos
Resolución 681	18 de julio de 2014	permiso de emisiones atmosféricas		Se otorgó el permiso de emisiones atmosféricas, para la operación de la nueva planta de trituración ubicada en el km 8 vía matanza – Bucaramanga, departamento de Santander en las coordenadas X: 1.109.727.47 47 Y:1.282735.82

Fuente: Adaptación de los Autores

### 3. METODOLOGÍA

La metodología para la elaboración del manual técnico, social y ambiental del embalse del Río Tona, se desarrolló mediante tres fases, las cuales se mencionan a continuación:

- **FASE 1.** Esta fase se basó en una revisión bibliográfica y recopilación técnica, ambiental y social con base en los estudios y diseños de pre-factibilidad, factibilidad y detalle de ingeniería realizados para la obtención de la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución No. 1193 de 2005 y sus correspondientes modificaciones: resolución No. 1366 de 2009 y resolución 1235 de 2014 para el proyecto de regulación del río Tona-Embalse Bucaramanga.

También, se identificaron las problemáticas ambientales y sociales que provienen de la operación del embalse, para establecer los lineamientos a desarrollar en el plan de seguimiento y monitoreo durante la etapa mencionada.

- **FASE 2.** En esta se analizó la evaluación de impacto ambiental presentada ante la autoridad ambiental competente, para identificar los aspectos e impactos ambientales y sociales significativos en la etapa de llenado y operación del embalse.
- **FASE 3.** En esta fase se determinaron los programas ambientales y sociales establecidos en la etapa de llenado y operación del embalse. Finalmente, se definieron los lineamientos para el manejo técnico, ambiental y social de la etapa operativa del Embalse del Río Tona.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL EMBALSE

El río Tona nace en el páramo de Berlín del Macizo de Santander, con elevación máxima de 3850 msnm y una cuenca aferente de 194 km<sup>2</sup> hasta su desembocadura en el río Suratá; las fuertes pendientes de la cuenca hacen que los cursos de las aguas corran por gargantas y tengan alto poder erosivo y de arrastre (escorrentía del 49%), entre otras razones porque algunas de las rocas y suelos que afloran son de origen ígneo metamórfico, bastante alterados.

La dirección general del curso del río Tona es Sur-Suroeste y sus principales afluentes son las quebradas Arnania, Carrizal, Golondrinas, El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Hoyos, Campo Hermoso, Las Ranas, Los Monos y El Gualilo. Las principales fuentes de contaminación actuales son las aguas residuales del casco urbano del municipio de Tona.

El área de inundación del embalse es de 54.45 Ha, la cota de fondo está ubicada en 798.00 msnm, la cota del embalse muerto se localiza en 841.00 msnm y el nivel máximo de operación está en la cota 885.80 y el nivel máximo extraordinario en la cota 891.60 msnm.

De igual manera, es importante recalcar que las elevaciones del nivel del embalse útil, están ubicadas entre las cotas 841 y 885,8 msnm, permiten alimentar la planta potabilizadora de Los Angelinos, la cual suministrará agua por gravedad a las zonas norte y occidental del Área Metropolitana de Bucaramanga, incluyendo las zonas del Café Madrid, Girón, y Río Frio Bajo. De esta manera se logra una disminución importante en los costos de operación del bombeo de Bosconia. Para lograr tal propósito esta planta se localiza a unos 600 m al norte de la Planta Bosconia en la cota 837 msnm. La planta es alimentada desde el nuevo embalse por medio de una tubería de aducción de agua cruda, de unos 4000 m de longitud y 1143 mm (45") de diámetro. Dicha planta se proyectó para una capacidad de 1200 l/s. El agua tratada es conducida hasta el tanque Girón Mayor en la elevación 774 msnm por medio de una conducción de 14.658 metros de longitud y diámetros de 33", 30" y 14", con entregas en ruta al tanque Ferrovías (12" de diámetro y 214 m de longitud) y al tanque La Esmeralda (8" y 10" de diámetro y 913 m de longitud).

### 4.1 LA PRESA

Esta estructura corresponde al diseño de una presa de enrocado con cara de concreto, para regular un caudal de 1,1 m<sup>3</sup>/s del río Tona para el Acueducto de Bucaramanga - amb. La presa construida tiene las siguientes características:

- Altura del relleno desde el nivel de fundación en el eje de la presa (785 msnm) 103 m
- Elevación de la cresta del relleno 888 msnm
- Ancho de la cresta 10 m

- Longitud de la cresta 270 m
- Volumen de excavación 37.000 m<sup>3</sup>
- Aguas abajo: 1,4H:1,0V
- Volumen de relleno de la presa 1.528.000 m<sup>3</sup>
- Volumen de concreto dental 500 m<sup>3</sup>
- Volumen de la cara de concreto 9.800 m<sup>3</sup>
- Volumen de la losa perimetral (plinto) 1.750 m<sup>3</sup>
- Espesores de la cara de concreto Entre 0,30 m y 0,60 m
- Pendientes de los taludes de los espaldones Aguas arriba: 1,5H: 1,0V

## 4.2 EL VERTEDERO

El vertedero tiene como propósito evacuar de forma segura las crecientes que llegan al embalse cuando éste no tiene capacidad de almacenamiento, es decir, cuando se encuentra en un nivel igual o superior al máximo normal de operación. Como premisa fundamental del diseño se considera que el vertedero deberá manejar el caudal máximo resultante al transitar la Creciente Máxima Probable (CMP) por el embalse. Se consideró un caudal pico para la CPM de 1500 m<sup>3</sup>/s, el cual al transitarse en el embalse genera un caudal máximo a descargar de unos 1460 m<sup>3</sup>/s. Se trata de un vertedero tipo Morning Glory de concreto convencional, cuya estructura de entrada se encuentra fundada sobre una plazoleta de aducción a la cota 883. El vertedero está conformado por un azud circular de radio 10 m, continuando con un pozo vertical de aproximadamente 25 m de profundidad y de radio variable (entre 10 y 4,50 m), éste se conecta a través de un codo a un túnel de 317 m de longitud, el cual conduce el flujo hasta un deflector de chorro, permitiendo disponer el caudal evacuado en el cuenco de socavación de la obra.

El diámetro del pozo varía entre 20,00 m a la entrada y 9,00 m en el empalme con el codo. Su geometría se definió de acuerdo con lo propuesto por el U. S. Bureau of Reclamation en función de la altura de la estructura de entrada, el radio a la entrada del pozo, el coeficiente de descarga, la cabeza máxima sobre la cresta y el caudal de diseño.

El pozo y el túnel se conectan a través de un codo de 18 m de radio vertical, correspondientes a una distancia igual a dos veces el diámetro del pozo, de sección circular y diámetro hidráulico de 9 m. El diámetro del túnel de descarga se determinó de 9,00 m, con una pendiente normal de 6,80%, la cual permite que el flujo sobre el túnel no alcance velocidades superiores a 30 m/s, y además ocupe el 75% del área de la sección para el caudal de diseño (CMP). Aproximadamente los primeros 34 m del túnel son en sección circular, con el fin de impermeabilizar el tramo, dado que se encuentra aguas arriba de la intercepción con la cortina de inyecciones del plinto; luego se presenta una transición de 15 m, para cambiar a una sección en bóveda de 9,00 m de diámetro.

## **5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL EMBALSE**

La CDMB expidió la Resolución N° 1193 del 08 de Agosto de 2005 mediante la cual otorgó Licencia Ambiental al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - amb., para el proyecto construcción de la presa con capacidad inferior a 200 millones de metros cúbicos de agua denominado “AMPLIACIÓN Y ADECUACIÓN DE LAS CAPTACIONES SOBRE EL RÍO TONA”, localizado aguas debajo de la trituradora y la confluencia con la Quebrada El Gualilo aproximadamente 700 metros aguas arriba de la confluencia con el río Suratá, en jurisdicción del Municipio de Bucaramanga, cuyo objeto es regular el caudal generado por el complejo Tona para el abastecimiento actual del amb. Para la aprobación de la licencia ambiental anteriormente mencionada se inició trámite en mayo de 2007, la alta gerencia del Acueducto, mediante oficio radicado con el número 5763 informó a la CDMB que se encontraba ejecutando los Estudios y Diseños Fase 2 para el proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, y dentro de su alcance además de la Presa y el Embalse de regulación de agua por gravedad desde el Embalse hasta el tanque Girón Mayor, por lo que solicitó emitir términos de referencia necesarios para complementar estudios ambientales y se inició trámite de modificación de Licencia Ambiental anexando los documentos de conformidad con los artículos 26 y 27 del Decreto 1220 de 2005.

La Resolución 1366 de Diciembre de 2009 modifica la Resolución 1193 de Agosto de 2005, mediante la cual se otorgó Licencia Ambiental al amb., para el proyecto construcción de la presa con capacidad inferior a 200 millones de metros cúbicos de agua denominado “AMPLIACIÓN Y ADECUACIÓN DE LAS CAPTACIONES SOBRE EL RÍO TONA”, y que en virtud de la modificación se denominara “PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA – EMBALSE DE BUCARAMANGA.” Las actividades del proyecto que contemplaba la modificación de licencia correspondía a actividades de construcción de presas, tales como: desmonte y limpieza, excavación en roca, excavaciones en tierra, estabilización de taludes, excavaciones a cielo abierto para los portales de túneles, construcción de la presa, obras de captación, desviación del río (a través de un túnel, pre-ataguía, ataguía y contra-ataguía) y conformación de terraplenes para vías de acceso. La construcción del Proyecto requirió en la fase de construcción y operación, de la intervención y aprovechamiento de distintos recursos naturales.

### **5.1 CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**

Previo a la etapa constructiva al acueducto, trámite la concesión de aguas, durante la etapa constructiva se utilizó agua para la humectación de los terraplenes (compactación), de las áreas donde se lleve a cabo descapote y de las vías en afirmado, así mismo, para la preparación de concretos, lavado de tuberías durante la instalación y en los baños ubicados en los frentes de obra. La demanda teórica de agua utilizada en la etapa constructiva corresponde a 1.5 Lt. /seg. El

agua para consumo humano en los campamentos de obra, se obtuvo de la planta potabilizadora Bosconia ubicada a menos de 1 Km de la zona del proyecto.

Durante la etapa operativa el caudal máximo a aprovechar es de 1.2 m<sup>3</sup>/s para la planta de tratamiento de los Angelinos (abastecimiento del acueducto de Bucaramanga) y además de los servicios sanitarios de las diferentes instalaciones donde labora el personal, el caudal estimado es 0.017 Lts/Seg. El caudal total es de 1.200,017 Lts/Seg. Se contempló el aprovechamiento de un caudal de 2 m<sup>3</sup>/s para atender ocasionalmente (mediante bypass) situaciones de emergencias sanitarias en la planta de tratamiento de Bosconia.

## **5.2 OCUPACIÓN DE CAUCE**

Mediante Resolución N° 1356 de 27 de Julio de 2011 proferida por la CDMB se otorgó permiso de ocupación de cauce permanente Al Acueducto sobre el río Tona y sobre la quebrada pertenecientes a la Microcuenca del río Tona, subcuenca del río Suratá, cuenca del río Lebrija y que corresponden a las obras de construcción de un Box Culvert y Puente aguas arriba de la presa, en el trayecto de la vía sustitutiva que se usará para el tránsito de la comunidad, las obras se geo referenciaron sobre el eje central de la siguiente forma: Box Culvert N=1'282.613 E= 1'109.309; Puente N= 1'282.833 E= 1'109.550, obras complementarias del proyecto dentro de los predios N° 300-68552; 300-95291; 300-188070 del municipio de Bucaramanga.

## **5.3 CONCESIÓN DE AGUAS**

Mediante Resolución 1355 del 26 de julio de 2011 proferida por la CDMB otorgó una concesión de aguas de uso público, con destino al uso doméstico y actividades industriales, para el Embalse de Bucaramanga, cuya captación se realizará de las siguientes fuentes:

- ✓ FUENTE RÍO TONA: Identificada con el código 00, subcuenca río Suratá de código 1 y cuenca del río Lebrija de código 2319. Se localiza sobre la cota 802 msnm y coordenadas N= 1'283.062 E= 1'109.332 para derivar un caudal de 22 l/s = 1900800 l/d para uso doméstico (0.4920 l/s) y actividades industriales (21.508 l/s): (etapa de construcción oficinas, planta de concretos, construcción de la presa, oficina de la pera y humectación de vías) en beneficio del proyecto.
- ✓ FUENTE QUEBRADA LA REFORMA: identificada con el código 161, perteneciente a la Microcuenca Río Tona de código 00, Subcuenca río Suratá de código 1 y cuenca río Lebrija de código 2319. Se localiza sobre la cota 995 msnm y coordenadas N= 1'282.145 E= 1'109.115 para desviar 5l/s = 432000 l/d para uso doméstico (0.5093 l/s) actividades industriales (4.4907 l/s) (etapa construcción oficinas, planta de concretos, construcción de la presa, oficina de la presa y humectación de vías) ubicada en la vereda Retiro Grande del municipio de Bucaramanga.

- ✓ FUENTE QUEBRADA LOS MONOS Identificada con el código 154, perteneciente a la Microcuenca Río Tona del código 00, Subcuenca del río Suratá de código 1 y cuenca río Lebrija de código 2319. Se localiza sobre la cota 937 msnm y coordenadas N= 1´283.202 E= 1´109.962 para derivar el caudal de 1l/s = 86400 l/d para uso doméstico (0.4920 l/s) actividades industriales (0.508 l/s) (etapa construcción oficinas, planta de concretos, construcción de la presa, oficina de la presa y humectación de vías) ubicada en la vereda Retiro Grande del municipio de Bucaramanga.

#### 5.4 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La CDMB Mediante Resolución 1394 del 8 de Agosto de 2011 se otorga permiso de emisiones atmosféricas al sociedad Acueducto Metropolitano de Bucaramanga para la PLANTA DE TRITURADOS Y MOLIENDA DE MATERIAL PÉTREO BOSCONIA, para el desarrollo del proyecto denominado “Regulación del río Tona – Embalse de Bucaramanga”, ubicada en la vereda Las Delicias – Puente Tona, coordenadas E=1´285.00 N= 110.965.

#### 5.5 PERMISO DE VERTIMIENTOS

La CDMB concede mediante la Resolución 658 del 24 de mayo de 2013 permiso de vertimientos al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, bajo las condiciones y estudios estipulados en el Decreto 3930 de 2010. En la siguiente tabla se presentan los puntos donde se realizará vertimiento de aguas residuales tanto domesticas como industriales:

Tabla 3. Puntos de vertimientos de aguas residuales

ORIGEN VERTIMIENTO	MATRICULA INMOBILIARIA	ADQUISICIÓN
Curados, perforaciones, presa, vertedero y portales de entrada	300-136745 300-8811	Expropiación(Res.0139/10)
Baños zona de presa	300-136745	Expropiación(Res.01239/10)
Industrial Talleres	300-143798	Negociación directa
Baños, Talleres, Oficinas Interventoría	300-131107	Expropiación(Res.0139/10)
Piscinas de sedimentación, Planta de Concreto	300-143798	Negociación Directa
Baños Oficinas Contratistas	300-74899	Negociación Directa

Fuente: Resolución 0658 del 24 de Mayo de 2013.

## **6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El equipo consultor PONCE DE LEÓN Y ASOCIADOS S.A. INGENIEROS CONSULTORES para los estudios y diseños fase 2 del proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, allegó el Estudio de Impacto Ambiental radicado ante la Corporación Autónoma Regional de la meseta de Bucaramanga – CDMB. A continuación, se presenta una breve descripción del EIA.

El área de influencia directa del proyecto es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. La caracterización del AID debe ofrecer una visión detallada de los medios y basarse fundamentalmente en información primaria.

### **6.1 CRITERIOS DE DELIMITACIÓN ÁREAS INFLUENCIA INDIRECTA (AII)**

Área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa la cual se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.

### **6.2 ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL**

Se tuvieron en cuenta las áreas a intervenir por la presa, obras anexas y obras adicionales, incluyendo las diferentes unidades fisiográficas naturales y ecosistemas, susceptibles de modificación por el desarrollo del proyecto.

Área de influencia directa ambiental (AID). El AID ambiental, se concibe esencialmente en función de las obras civiles ligadas a la construcción de la presa, obras anexas y obras adicionales como la PTAP Los Angelinos, vías de acceso y las tuberías de aducción y conducción, las cuales obedecen a una secuencia propia del ejercicio de la ingeniería.

El AID está formado por el emplazamiento de la presa, toda el área a inundar (hasta la cota de 895 m)<sup>2</sup>, y una franja adicional de amortiguamiento, de 15 m bordeando el área de inundación hasta la cota de 910 m. Cota máxima de la obra civil 892.2msnm, cota de evaluación para efectos del estudio ambiental 985msnm.

Aguas abajo de la presa, el AID corresponde a la zona de intervención por las obras adicionales asociadas al embalse. Se incluye el cauce del Rio Tona, hasta su confluencia con el Rio Surata, en una longitud aproximada de 700 m donde se manifestara el efecto del cauce seco, generado por la presa. Igualmente se incluye la vía sustitutiva que reemplazara el tramo de la vía existente que lleva hacia la vereda Retiro Grande, la carretera provisional que pasa por la ataguía, la carretera que pasa por la cresta de la presa y se conecta con la carretera interveredal, el empalme de la tubería

de aducción - presa y la vía de acceso a la PTAP Los Angelinos. Las vías tendrán una franja de 10 m a lado y lado de su eje, ya que allí es donde se llevara a cabo la intervención directa del ambiente para la construcción de las vías y todas las operaciones del contratista de obra. Desde la confluencia del río Tona con el Surata, la AID se convierte en una franja que incluye el río Surata y la tubería de aducción, que va hasta la planta potabilizadora en una longitud aproximada de 4 km. Se dejaran 30 m al margen derecho del río Surata (correspondiente a la zona de ronda) y 5 m al costado occidental de la tubería de aducción (zonas que se verán intervenidas para la instalación de la tubería). En el tramo de subida hasta la futura planta potabilizadora, se mantiene una franja de 5 m a lado y lado de la tubería de aducción, en la que se considera la zanja propia de la tubería y las zonas de disposición temporal del material excavado. Para la zona correspondiente a la planta potabilizadora, se incluye el sitio propio de la planta y una franja perimetral de 20 m de ancho correspondiente a la zona de operaciones del contratista. Adicionalmente se incluye dentro de esta zonificación, el área donde se construirá la planta de tratamiento de lodos y una franja de 4 m a lado y lado de la tubería de lodos, que baja desde la PTAP Los Angelinos hasta la PTAP Bosconia. Por último, hace parte del AID ambiental todo el corredor por donde se construirá la tubería de conducción y sus derivaciones a los tanques Ferrovías, La Esmeralda y Girón Mayor.

Área de influencia indirecta ambiental (AII). Debido a que las obras de mayor envergadura e importancia por los impactos que acarrearán, están ligadas a la construcción de la presa, el AII ambiental está conformada por la Microcuenca del río Tona, el cauce del río Suratá 100 m antes de la confluencia con el Tona, y el cauce del Río Suratá desde la confluencia, hasta las compuertas de la planta potabilizadora Bosconia (a partir de las cuales ya cambia el comportamiento del cuerpo hídrico mencionado).

### **6.3 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL**

Para el área de Influencia Social, se tuvieron en cuenta las áreas de uso social, económico y cultural asociadas a las comunidades asentadas cerca de las obras, o que se verán beneficiadas o perjudicadas indirectamente por el proyecto.

Área de influencia directa social (AID). El AID social, está conformada por las comunidades localizadas en la zona de inundación (vereda Retiro Grande Parte Baja), las cuales han sido objeto o están en proceso de reubicación, así como las asentadas a lado y lado de la vía de acceso desde el casco urbano de Bucaramanga hasta el sitio del Proyecto. Igualmente, se incluyen las veredas aledañas al embalse, pertenecientes a la cuenca baja del Río Tona, bajo la consideración que el proyecto incidirá en la dinámica social y cultural de las familias localizadas en esta zona. Las principales veredas involucradas dentro del AID social pertenecen a los Corregimientos 2 y 3 de la Zona metropolitana de

Bucaramanga, según el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Bucaramanga (2000) estas son:

- ✓ Vereda Retiro Grande Parte Baja
- ✓ Vereda Monserrate
- ✓ Vereda Bolarqui Alto
- ✓ Vereda Gualilo Bajo
- ✓ Predios afectados para la construcción de la PTAP “Los Angelinos”, vía de acceso a la PTAP, tubería de aducción y conducción.
- ✓ Viviendas aledañas a la tubería de conducción en los barrios Zona Industrial, Kennedy, Tejar 1, Tejar 2, La Esmeralda y Rincón de Girón Parte Alta.
- ✓ Vereda Retiro Grande Acueducto
- ✓ Vereda Palmas
- ✓ Vereda Rosa Blanca
- ✓ Barrio Bosconia

Área de influencia indirecta social (All). En el All social se incluye los barrios del norte de Bucaramanga y el costado occidental de la Zona Metropolitana de Bucaramanga, en donde se incluye: las Comunas 1 y 2 (desarrollos nuevos y existentes en el anillo vial Café Madrid – El Palenque y Zona Industrial) los cuales recibirán agua de los tanques Ferrovías y La Esmeralda; así como todos los distritos del Municipio de Girón que recibirán agua del tanque Girón Mayor.

#### 6.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

El plan de manejo ambiental - P.M.A y el plan de gestión social - PGS, son el conjunto de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas. El P.M.A y PGS, ha sido presentado en fichas en las cuales se precisa: objetivos, etapa (construcción / operación), impactos a controlar, tipo de medida, medidas de manejo, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, tecnologías y materiales a utilizar, población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, responsable de la ejecución, indicadores de seguimiento y monitoreo, cronograma y presupuesto.<sup>7</sup>

P.M.A. El P.M.A se ha dividido en fichas del Gestión Ambiental (Dimensión Abiótica y Biótica), Las fichas correspondientes al P.M.A se presentan a continuación:<sup>8</sup>

Tabla 4. Fichas correspondientes al P.M.A

ASPECTO	FICHA	NOMBRE
	GA-01	Manejo de escombros y Residuos Sólidos
	GA-02.	Explotación de materiales de construcción
	GA-03.	Manejo de obras de concreto y materiales de construcción
	GA-04.	Manejo de Residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias Químicas

<sup>7</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008.Cap 1,Pg.10-13

<sup>8</sup> Ibid., Cap 7, Pg 2

ASPECTO	FICHA	NOMBRE
ABIÓTICOS	GA-05.	Manejo de aguas superficiales
	GA-06	Manejo de maquinaria y equipo
	GA-07	Instalación y operación de campamentos
	GA-08	Manejo y control de emisiones atmosféricas material particulado
	GA-09	Manejo de Tránsito y Señalización
	GA-10	Estabilidad de Taludes
	GA-11	Manejo de Explosivos
BIÓTICOS	GA-12	Manejo de Aprovechamiento Forestal
	GA-13	Manejo Silvicultura
	GA-14	Manejo Rescate de Fauna
	GA-15	Manejo de Descarga de Fondo
	GA-16	Manejo de Corredores Biológicos
	GA-17	Protección de la Calidad del Agua en el Embalse y control de la eutrofización
	GA-18	Evaluación de Cambios en el Nuevo Ecosistema
	GA-19	Producción de Alevinos
	GA-20	Vigilancia y Control Macrófitas Acuáticas
	GA-21	Detección y Control de Vectores Acuáticos

Fuente: Autores.

PGS. El Plan de Gestión Social (PGS); contiene las medidas de manejo aplicables a las etapas de construcción y posterior operación de la presa, y obras adicionales como la PTAP Los Angelinos, las vías de acceso, y tuberías de aducción, conducción y lodos.<sup>9</sup><sup>10</sup>

Tabla 5. Fichas del Plan de Gestión Social

ASPECTO	FICHA	NOMBRE
SOCIAL	GS-01	Información, comunicación y participación de comunidades
	GS-02	Vinculación laboral al Proyecto
	GS-03.	Estrategia para la reubicación de la escuela
	GS-04.	Estrategia para adquisición de predios
	GS-05	Estrategia de reubicación de viviendas
	GS-06.	Levantamiento de actas de vecindad y restitución de daños a terceros
	GS-07.	Oficina de Atención a la Comunidad (OAC)
	GS-08.	Potenciación de actividades productivas durante construcción y Operación
	GS-09	Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
	GS-10.	Educación ambiental para los trabajadores del Proyecto
	GS-11.	Manejo patrimonio arqueológico

Fuente Autores.

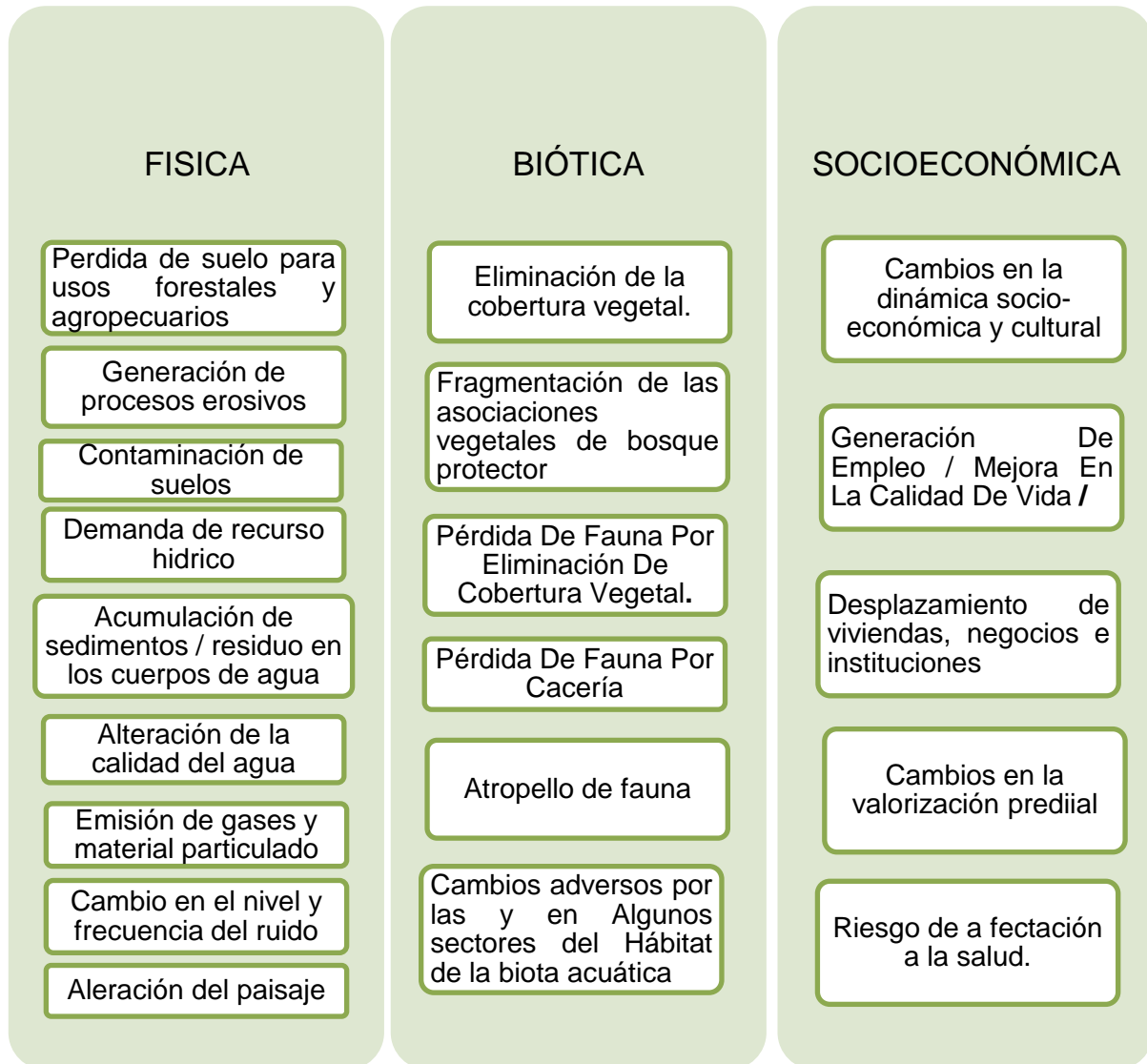
<sup>9</sup> PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Cap. 7, Pg.2

<sup>10</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Cap. 7, Pg.2

## 7. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En la Figura 1, se presentan los aspectos e impactos que se identificaron en la etapa de construcción de la presa y obras adicionales, los cuales son causados por las actividades preliminares y propias de la obra a construir, según los componentes de la dimensión física.

**Figura 1. Identificación de aspectos e impactos**



Fuente Autores.

## **7.1 DIMENSIÓN FÍSICA**

### **7.1.1 Componente suelo.**

- **RETIRO DE MATERIA ORGÁNICA.** Para la cimentación de las obras requeridas por el proyecto, la construcción de las vías y la instalación de las tuberías de aducción y conducción, fue necesario retirar la cobertura vegetal y el primer horizonte de suelo que corresponde a la capa vegetal, sustrato indispensable para el desarrollo de la biota. El retiro de la capa vegetal significa la pérdida de la cobertura vegetal, de fauna y de generación de procesos erosivos tanto durante el mismo proceso como por el hecho de que los materiales subyacentes quedan expuestos de forma temporal a los agentes erosivos como el aire y el agua.
- **GENERACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS.** El descapote, las excavaciones y los cortes, aceleraron los procesos erosivos debido al retiro de la cobertura vegetal existente en las zonas a ser intervenidas dejando expuesto los suelos a los agentes que causan la erosión como el aire y el agua.
- **PÉRDIDA DE SUELO PARA USOS FORESTALES Y/O AGROPECUARIOS.** Impacto generado por el área que será inundada y por la construcción de presa, vías de acceso, planta de tratamiento y demás infraestructura que requiere el proyecto. Estas áreas pierden su vocación forestal y/o agrícola de forma definitiva y permanente, por lo cual se deberá compensar el impacto.
- **CONTAMINACIÓN DE SUELOS.** La contaminación de suelos es uno de los impactos más frecuentes durante la construcción de obras de infraestructura, se presentó por falta de manejo apropiado de residuos sólidos y líquidos, tanto domésticos como industriales, en los frentes de obra y campamentos, talleres, plantas y fuentes de materiales y durante el transporte de los materiales e insumos que requiere la obra, tales como aceites, grasa, combustibles, cemento y aditivos.

### **7.1.2 Componente agua.**

- **DEMANDA DE RECURSO HÍDRICO.** El proyecto para su ejecución demandó la utilización de agua tanto para el consumo del personal que laboró en la obra como para las diferentes actividades que esta conlleva como la preparación de concretos, el lavado de las tuberías de aducción y conducción, la compactación y nivelación de terraplenes, la humectación del descapote, las excavaciones en roca (utilizada por el taladro para lubricar e ir sacando el material), la trituración de materiales pétreos, entre otros.

- **ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS O RESIDUO EN LOS CUERPOS DE AGUA.** Debido a la cercanía de las obras y de las instalaciones del contratista en el área del embalse, existió un alto riesgo de que se aporten materiales, sedimentos y residuos al río Tona. Asimismo, las obras y actividades más cercanas al cauce del río Tona en el lugar donde se construyó la presa (aprovechamiento forestal, descapote, excavaciones, las obras de desvío temporal del cauce, la extracción de materiales, y el transporte de materiales) presentan alto riesgo de aportar materiales y sedimentos al mismo.
- **ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA.** La calidad del agua del río Tonase vio afectada con las mismas actividades que causaron contaminación de los suelos, debido a que con las lluvias los contaminantes son lavados y transportados hasta las corrientes hídricas. En este caso, las actividades que presentan alto riesgo de contaminación por su cercanía al río Tona, son las obras de desviación de cauce, la construcción de la presa, las obras de drenaje y protección (pueden afectarlos drenajes) y la instalación de las tuberías, sobre todo en los cruces especiales sobre el río Suratá.

La inadecuada disposición de vertimientos, residuos sólidos, materiales de construcción, materiales sobrantes, aceites, lubricantes y gasolina, propios de las instalaciones del contratista de obra (en el área de presa y el las obras anexas), pueden alterar la calidad del agua, pues las sustancias son arrastradas de los suelos por escorrentía superficial o por transporte subsuperficial.

Las actividades que demandan agua tales como la preparación de concretos, el lavado de las tuberías y la trituración de agregados pétreos, generan vertimientos que deberán ser canalizados y deberán recibir un tratamiento físico químico adecuado, antes de devolver dichas aguas a la fuente receptora.

### **7.1.3 Componente atmosférico.**

- **EMISIÓN DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO.** Las labores de excavación, trituración de materiales pétreos, transporte de los mismos, el extendido de material y su compactación son fuentes de material particulado que pueden afectar la calidad del aire y afectar además la salud de los pobladores. Asimismo, las actividades que involucran el funcionamiento de maquinaria pesada y la circulación de vehículos, son fuente de material particulado. La producción de material particulado se incrementó en los barrios por la rotura de pavimento de las vías o calles (como en el Barrio Kennedy o el Municipio de Girón).

Por otra parte, el funcionamiento de maquinaria de la obra, equipos y vehículos automotores de motor a combustión, generarán dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, que pueden afectar la calidad del

aire en la medida en que no se tomen las acciones correspondientes. En el caso de que se dispongan inadecuadamente los residuos sólidos generados en los campamentos, pueden llegarse a producir gases como el metano (producido por la descomposición de la materia orgánica) y malos olores, que igualmente pueden alterar la calidad del aire.

- **CAMBIO EN EL NIVEL Y FRECUENCIA DE RUIDO.** La operación de maquinaria en general, la circulación de vehículos y la rotura de calles, necesariamente aumentaron los niveles de ruido en los frentes de obra. Estos afectaron principalmente a las personas que trabajaron en la obra y en mayor escala a los habitantes que se ubican en la vía por donde se construyó la tubería de aducción, o la tubería de conducción (especialmente barrio Kennedy y Municipio de Girón), por encontrarse muy cerca de las obras.

#### **7.1.4 Paisaje.**

Debido a los grandes cortes, rellenos y nuevas estructuras civiles, se presentará una alteración del paisaje el cual será de mayor magnitud en el sitio del embalse que en las obras de la planta de tratamiento, tubería deducción y conducción, y vías de acceso, por cuanto en aquella se introduce un elemento completamente nuevo en el paisaje que es la presa y el embalse que se generará. Sin embargo, realizando la readecuación morfológica adecuada y las compensaciones forestales, este nuevo elementos espera genere efectos positivos en cuanto a la percepción del paisaje tanto para los habitantes de la zona del proyecto como a los foráneos. En el área de las obras adicionales, quedarán como estructuras nuevas, la PTAP Los Angelinos y los cruces especiales de la tubería de aducción y conducción sobre las corrientes hídricas (impacto visual considerado menor que el que causará la presa).<sup>11</sup>

### **7.2 DIMENSIÓN BIÓTICA**

#### **7.2.1 Flora.**

- **ELIMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL, EN SUS DIFERENTES ESTADOS SUCESIONALES.** Dentro de las labores de construcción de las diferentes obras que conforman el proyecto se realizó de manera preliminar, la tala raza de los individuos maderables. Dicha tala está enmarcada dentro del “aprovechamiento único”, el cual se define como aquel aprovechamiento que se realiza por una sola vez, en áreas donde se demuestre, con base en estudios técnicos una aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando exista razones de utilidad pública o interés social” (decreto 1791 de 1996). Este tipo de aprovechamiento obliga a dejar limpio el terreno, pero no la de renovar o conservar el bosque.

---

<sup>11</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Aspectos e Impactos ambientales, Anexo3. Dimensión Física

Los árboles que se cortados proporcionaron parte de la madera que el proyecto requiera para la construcción de las obras provisionales y definitivas. Además de la tala raza de los árboles, igualmente se eliminaron de todas las especies vegetales restantes que conforman la cobertura que se encuentra actualmente en las zonas de las obras, como rastrojos altos y bajos, pastos enmalezados, y árboles sin valor comercial (palmas, frutales entre otros). Una vez que se realizó la tala raza de los individuos maderables, se debe procedió a dejar limpia la zona; por lo cual es necesario despejar el área eliminando rastrojos altos y bajos y demás coberturas que presenten alturas. La desaparición de la cobertura vegetal es la consecuencia directa de las labores de desbroce y limpieza de terreno que se realizan en la adecuación y operación de campamentos, así como las actividades que impliquen movimientos de tierra.

- **FRAGMENTACIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES DE BOSQUE PROTECTOR.** Es un impacto indirecto, que repercute en la división de las franjas continuas de bosque, que se encuentran tanto en la parte alta como en el parte baja dela cuenca del Río Tona; ésta fragmentación es el resultado de las actividades del aprovechamiento forestal, el desmonte y descapote, así como otras operaciones de la obra.

### **7.2.2 Fauna terrestre.**

La mayor magnitud de impactos sobre la fauna terrestre se registra durante la construcción, donde la remoción de sustratos terrestres, la inundación de tierras y la formación de nuevos ambientes generan la desaparición y/o desplazamiento de fauna. En este componente se esperan los siguientes impactos:

- **PÉRDIDA DE FAUNA POR ELIMINACIÓN DE COBERTURA VEGETAL.** Uno de los impactos más significativos durante la construcción de obras, consiste en la deforestación parcial o total de la cobertura vegetal en el área de inundación y otras áreas aledañas a un proyecto; este impacto es permanente y posee importantes implicaciones sobre la fauna local en términos de la pérdida o reducción poblacional de muchas especies a nivel de una región; el efecto es marcadamente negativo en aquellas especies que presentan una baja movilidad por diferentes razones como hábitats específicos, sitios de reproducción, entre otros. Para el área del embalse del río Tona los procesos de deforestación afectarían grupos como anfibios, reptiles, aves y en menor proporción mamíferos.

En el área de obras adicionales, dado que existe un impacto previo sobre la cobertura arbórea, producto de la influencia y conformación de asentamientos suburbanos, los procesos de deforestación, no afectarían en una gran magnitud las especies de fauna silvestre.

- **PÉRDIDA DE FAUNA POR CACERÍA.** Este impacto se incrementa de manera sustancial sobre la fauna asociada a un proyecto de embalse, debido a que muchas de las especies por los procesos de construcción (como la tala, descapote y remoción de sustrato) se vuelven más vulnerables y fáciles de cazar para los pobladores locales, trabajadores y pobladores de zonas aledañas.
- **AFECTACIÓN DE LA FAUNA POR FLUJO VEHICULAR.** Durante la construcción se incrementó el flujo vehicular y se operó maquinaria pesada, situación que incidió de manera proporcional en el aumento de eventos de atropello. La magnitud o tasa de accidentes, pueden llevar a una disminución en mayor o menor proporción de algunas especies con muy baja movilidad.

### **7.2.3 Biota acuática.**

En el ecosistema acuático, representado por la biota acuática y las condiciones del medio donde viven (hábitat del río Tona), se identificó un impacto directo global, ocasionados por las actividades constructivas del proyecto, consistente en la “alteración general del ecosistema”.

- **CAMBIOS ADVERSOS POR LAS OBRAS EN LA CALIDAD DEL AGUA Y EN ALGUNOS SECTORES DEL HÁBITAT DE LA BIOTA ACUÁTICA.** Afectación de las poblaciones de organismos hidrobiológicos que viven en esos hábitats propios para la cría y desarrollo de organismos bentónicos y nectónicos, los cuales son de características eminentemente loticas (aguas corrientosas).<sup>12</sup>

## **7.3 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL**

El objetivo de desarrollar el componente social en la etapa de construcción, es conocer las alteraciones que puedan generar las actividades de obra en las comunidades del área de influencia del proyecto, especialmente en el área donde se presentarán los impactos directos, para evaluar la magnitud de los mismos y priorizar la formulación de actividades de gestión social en esta etapa del proyecto. A continuación se señalan los impactos sociales que se identificaron con la Construcción del proyecto:

- **CAMBIOS EN LA DINÁMICA SOCIO-ECONÓMICA Y CULTURAL.** Como el acueducto requirió de un área grande para la construcción de las obras principales y complementarias, para los campamentos donde trabajo el personal del contratista y para las áreas de protección, se produjeron los siguientes aspectos en la zona del embalse:

---

<sup>12</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Aspectos e Impactos ambiental, Anexo3. Dimensión Biótica

Los suelos que estaban dedicados a actividades productivas tales como la agricultura o ganadería, cambiaron su uso. Causando disminución de la oferta de productos locales (en caso de que fuera un negocio), poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de los hogares, teniendo en cuenta que no se cuenta con otra porción de tierra donde cultivar o criar sus animales. Algunos areneros que sacaban arena del río Tona continuaron con esta labor una vez se comenzaron las obras (solo se identificó una familia que sacaba arena del río Tona, ubicada en la confluencia de este río con el Surata). Estas personas fueron objeto de vinculación laboral al proyecto de una manera prioritaria, En las zonas urbanas se generó un cambio en la dinámica socioeconómica y cultural de los habitantes debido a la instalación de las tuberías de aducción y conducción, debido a que las obras pueden obstaculizar la entrada a colegios, centros de salud, negocios, modificaron la circulación por calles de los barrios, se incrementó el ruido y polvo.

- **MEJORA EN LA CALIDAD DE VIDA.** Los proyectos generaron empleos directos para su construcción e indirectos especialmente a nivel de comercio y servicios en la región. Este hecho a su vez tiene varias consecuencias, las cuales pueden ser positivas para el grupo que logra la vinculación en la construcción de la obra y negativas para los que no pueden hacerlo. Los efectos que puede producir este aspecto, varían notablemente en magnitud y orientación dependiendo de las características del proyecto y de la región donde se localiza.

En este caso, como el proyecto se localiza cerca de una ciudad (Bucaramanga), la generación de empleo constituye un impacto positivo que ayuda a absorber mano de obra desempleada, por lo menos, en la etapa de construcción. Sin embargo, como el objetivo en este caso es vincular mano de obra local rural, donde las actividades tradicionales no reportan buenos ingresos, un gran número de mano de obra se desplazará de sus labores ordinarias hacia estas actividades atraídas por los mayores ingresos. Esto puede mejorar la calidad de vida de los habitantes de las veredas aledañas al futuro embalse constituyendo un impacto altamente positivo. Por otra parte, la generación de nuevos empleos también podría causar una disminución en la producción local agropecuaria, dado que los habitantes de la zona estarán trabajando en labores de construcción y ya no se dedicarán a las actividades productivas descritas en el anterior escenario.

Adicionalmente, pueden generarse conflictos debido a la participación laboral de las veredas del área de influencia directa e indirecta. La participación laboral de la zona de influencia directa, fue mayor pues sus habitantes se sentirán más afectados por la cercanía al proyecto, sin embargo, los habitantes del área de influencia indirecta también fueron tenidos en cuenta para vincularse laboralmente a la construcción de la presa. Asimismo, la comunidad generó presión al contratista de obra, para que se tengan en cuenta como mano de obra no calificada a personas que no cumplen con los perfiles requeridos para los cargos o que no se encuentren médicamente aptos para desempeñar

determinadas labores. Según Correa (1997), esta gran demanda de mano de obra también puede atraer a población foránea, la cual en general predomina sobre la nativa en la vinculación.

- **DESPLAZAMIENTO DE VIVIENDAS, NEGOCIOS E INSTITUCIONES.** Esta etapa consiste en el desplazamiento de la población a un nuevo lugar, producto de la compra de predios por parte del dueño del proyecto para llevar a cabo las obras. Como casos especiales, el proyecto reubicó algunas viviendas, negocios y una escuela que se encontraba en la vereda Retiro Grande Parte Baja. Estos impactos se refieren a los cambios que se generaron en las unidades sociales o socioeconómicas que se encontraron en los predios requeridos por el traslado al que se ven abocadas. Este impacto puede tener los siguientes efectos:
- **CAMBIOS EN VALORIZACIÓN PREDIAL.** Este tipo de impacto se registró desde antes de iniciar la construcción, debido a que los predios aledaños adquirirán para los habitantes un valor de uso y aprovechamiento, debido al sustento diario que les generará el habitar cerca del proyecto, durante la etapa de construcción (por la vinculación laboral) y durante la operación (por el potencial turístico de la zona con el embalse).
- **AFECTACIÓN EN LA MOVILIDAD POR OBRAS EN LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN EXISTENTES.** Generalmente, para la construcción de una obra se deben mejorar las vías existentes o construir nuevas para el acceso a las zonas de trabajo o para el transporte de insumos y maquinaria. Estas nuevas vías pueden tener impactos positivos al mejorar la comunicación intra e inter-regional o impactos negativos si modifica la jerarquía de vías anteriores o si le resta competitividad a la región (Correa, 1997). En el caso de los proyectos que demandan una gran área concentrada, como es el caso del proyecto evaluado, ésta concentración interrumpe vías existentes las cuales cumplen regionalmente funciones específicas tales como el transporte de productos y de población para el acceso a servicios (salud, educación, etc.). En cuanto a la vía veredal que cambiará su trazado, no se esperan afectaciones a la población, debido a que en esta vía no se interrumpirá el flujo vehicular sino hasta que se tengan construidas totalmente las vías etapa 1 y etapa 2. Una vez construidas estas vías, la población continuará su movilización por las vías Etapa 1 y 2 sin ninguna alteración.

Por otra parte, al iniciar la construcción de las obras adicionales, aumentará la movilización de vehículos hacia la zona de construcción. Se tendrá flujo de vehículos pesados y maquinaria de modo constante, situación que puede acarrear en su inicio molestia a los habitantes del área de influencia directa. Cuando ya haya avanzado dicha construcción el impacto disminuirá y manejará una frecuencia de tráfico menor, trayendo beneficios de bien común para las veredas aledañas al embalse y de mucha mejor calidad de las que existen actualmente en la zona.

- **RIESGO DE AFECTACIÓN A LA SALUD.** Durante las obras de desviación del río y de la conformación de los nuevos hábitats acuáticos temporales o definitivos (pre embalse, embalse – lecho semiseco debajo de la presa y otros) se generaron nichos propicios para el desarrollo de huevos, larvas y adultos de vectores de enfermedades en humanos como varias especies del género *Anopheles spp.*, transmisores de dengue y malaria u otros como *Biomphalaria sp.*, caracol responsable de la esquistosomiasis o bilharziasis compleja enfermedad parasitaria padecida y producida por el ser humano, causada por gusanos del género *Schistosoma sp.* Los lugares con poca o nula corriente, son donde las hembras ven buenas posibilidades para la postura de huevos y el inicio de unas poblaciones que se pueden convertir en un problema sanitario no solo para los obreros, sino para la población humana aledaña (en este caso la magnitud puede ser mayor debido a que hay un gran número de trabajadores en la zona).
- **RIESGO DE ACCIDENTALIDAD EN TRABAJADORES Y POBLADORES.** La construcción de las obras implica una serie de actividades que pueden afectar a los residentes de la zona y a los trabajadores del proyecto. Dentro de éstas se pueden señalar el aumento considerable del tránsito, la operación de maquinaria pesada, las explosiones con dinamita (que serán controladas), el transporte de los materiales, los botaderos de material, apertura de túneles, zanjas, cortes para las vías, etc. Estas actividades ocasionan contaminación por ruido, material particulado incrementan la posibilidad de accidentes y crean diferentes tipos de perjuicios que afectan la salud humana también las propiedades de terceros.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Aspectos e Impactos ambiental, Anexo3. Dimensión Social.

## **8. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

### **8.1 DIMENSIÓN FÍSICA**

#### **8.1.1 Componente suelo.**

Las actividades que generan mayor afectación al componente suelo son las labores agropecuarias que se realizaron en el área de influencia del proyecto, la extracción de material aluvial, actividades que modificaron las propiedades físicas del suelo, causaron erosión y además generaron contaminación de los suelos. Durante la etapa constructiva el componente suelo se vio altamente impactado debido a la desprotección del mismo (por el retiro de la cobertura vegetal), siendo la generación de procesos erosivos el impacto que recibe la mayor calificación ambiental (muy alta), impactos que se producirán en un tiempo relativamente largo, y son de magnitud media a alta, hasta que la presa y sus obras anexas queden finalizadas. Las actividades propias de la construcción de las vías, y la apertura de zanjas para la instalación de la tubería, generaron los mismos impactos anteriormente mencionados para el área de las obras adicionales, sin embargo, su magnitud será mucho menor. El impacto de mayor importancia ambiental en este caso es el aprovechamiento forestal y el descapote, lo cual a su vez, tiene efectos sobre la aceleración de los procesos erosivos.

#### **8.1.2 Componente agua.**

El componente agua en el área del embalse, obtuvo su mayor puntaje (importancia ambiental media) en “demanda de recurso hídrico”, ya que evidentemente hay una demanda de agua en la zona para las comunidades que viven en estas veredas y gran parte de ésta es utilizada para regar los cultivos agrícolas en época seca. La calidad del agua en el río Tona sin proyecto, tuvo una alteración lenta pero progresiva aumentándose en la misma proporción que crece la población humana en la cuenca, incrementándose consecuentemente nutrientes y los valores de DBO y DQO que tienen directa relación con el ingreso de vertimientos.

Habrà una demanda del recurso hídrico para las actividades de obra en el área del embalse, como la humectación del descapote, las excavaciones enroca (utilizada por el taladro para lubricar e ir sacando el material), la trituración de materiales pétreos, la preparación de concretos, la compactación y nivelación de terraplenes y por parte de los campamentos. En el área de obras adicionales, existió demanda del recurso para el lavado de las tuberías de aducción y conducción, la humectación de descapote, compactación de terraplenes y los campamentos o frentes de obra, sin embargo, esta demanda es mucho menor que la concesión total otorgada para este proyecto (1200 l/s).

Un impacto de alta importancia ambiental, es causado por las obras de desviación del río Tona (ataguía, contraataguía), las cuales ocuparon “temporalmente” el cauce durante las obras, y posteriormente, lo ocupó permanentemente la presa.

En el caso de las obras adicionales, este impacto ocurrió en los bordes de los cauces por donde crucen las tuberías deducción y conducción. En el caso de la aducción se cruza el río Suratá por encima de la estructura existente de las compuertas de la PTAP Bosconia, mientras que en la conducción si habrá que hacer ocupaciones de cauce nuevas (calificación ambiental media).

El impacto con mayor significancia fue la alteración de la calidad del agua, debido principalmente a la remoción de vegetación y movimiento de tierras que ocasionarán mayores ingresos de vertimientos de residuos sólidos, orgánicos y hasta químicos (combustibles y lubricantes), aporte de sólidos de origen terrígeno producto de la limpieza de la biomasa del vaso y de las modificaciones del cauce para realizar obras de desviación del río.

### **8.1.3 Componente aire.**

La calidad del aire en el área del proyecto, fue influenciada por los asentamientos humanos, las labores agropecuarias y el tránsito de vehículos por las carreteras o vías rurales existentes. Sin embargo, estas actividades en la zona rural no representaron aspectos significativos que alteren la calidad del aire. No se reportaron fuentes fijas en la zona de influencia directa del proyecto que puedan afectar la calidad del aire. En cuanto a ruido, por no existir fuentes generadoras importantes, este impacto se definió en el rango de muy bajo, por cuanto no afectan las condiciones de vida de los habitantes del área de influencia del proyecto.

De acuerdo a los resultados de la evaluación la calidad del aire se vio afectada por la emisión de material particulado y gases, siendo el movimiento de tierras, la utilización de explosivos y la operación de maquinaria y equipos las actividades que más inciden, sin embargo los resultados del ejercicio muestran que este impacto se encuentra en el rango de bajo. Por otro lado, se presentaron cambios en el nivel y frecuencia del ruido, inducido principalmente por las labores de aprovechamiento forestal, utilización de explosivos y operación de maquinaria. Igualmente este impacto se encuentra en el rango de bajo. Los anteriores impactos fueron temporales y se podrán mitigar con la aplicación de las correspondientes medidas ambientales.

### **8.1.4 Paisaje.**

El paisaje en la zona del embalse no se encontró casi modificado (a excepción de los cambios generados por las labores agrícolas y la tala de árboles), mientras que la zona suburbana, ha ido modificado progresivamente el paisaje por la aparición de asentamientos humanos regulares e irregulares, vías e industria. El paisaje se modificó de forma moderada en el área del proyecto por la magnitud y características de la obra (presa), la desviación de cauce, la afluencia de trabajadores, maquinaria, equipos, y por las actividades de tala y descapote, movimiento de tierras y extracción de materiales pétreos. Este impacto será definitivo y no mitigable, por lo que se deberá compensar con medidas que

permitan un mejoramiento de las condiciones paisajísticas aprovechando el potencial que proporcionará el nuevo embalse de tal forma que el impacto de negativo pase a positivo.<sup>14</sup>

## **8.2 DIMENSIÓN BIÓTICA**

### **8.2.1 Flora terrestre.**

Las actividades con mayor incidencia en la calificación ambiental corresponden a los asentamientos humanos y labores agropecuarias, pues las comunidades asentadas en la zona del proyecto, con el fin de adelantarlas labores agropecuarias y de subsistencia han talado la vegetación natural, generándose impactos como pérdida y/o fragmentación de la cobertura vegetal, el impacto que reportó un mayor valor fue la transformación de la cobertura boscosa; ésta situación está asociada a la presencia de asentamientos humanos los cuales directamente han cambiado la cobertura boscosa a través de la ampliación de la frontera agropecuaria. El impacto sobre la flora se sitúa en el rango de alto, siendo las actividades que inciden el desmonte, limpieza y descapote y el aprovechamiento forestal. Este impacto es permanente y compensable con las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental.

### **8.2.2 Fauna terrestre.**

La actividad que registró una mayor calificación, es la cacería. Dicha actividad se ve acrecentada por la presencia de asentamientos humanos, y especialmente por la extracción maderera, esta última, repercute de manera directa sobre la fauna terrestre (desplazamiento). Uno de los factores adicionales, son las actividades agropecuarias, por la eliminación de ecosistemas y la utilización de fertilizantes y agroquímicos que afectan de forma directa a la fauna silvestre. En el área de obras adicionales del proyecto, el atropello de individuos constituye el principal factor de impacto sobre la fauna terrestre. Los dos factores que contribuyen fuertemente a este impacto, son la presencia de asentamientos humanos y la movilización de vehículos dentro de las vías existentes. De acuerdo a los calificadores empleados, la deforestación es el principal impacto en el área de influencia del embalse durante las labores de construcción, siendo los factores que inciden de manera homogénea sobre este aspecto el aprovechamiento forestal, el desmonte y el descapote. Dichas actividades afectan especies de fauna terrestre con baja movilidad, como: algunos reptiles, anfibios y mamíferos pequeños. Otra actividad que registra un valor importante acorde con los calificadores, es la actividad de caza. Para este caso específico, la actividad se ve influenciada de manera directa por la tala con fines de aprovechamiento, y por el desmonte y descapote.

---

<sup>14</sup>PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Evaluación de Impactos ambientales, Anexo4. Dimensión Física.

### 8.2.3 Biota acuática.

La alteración del hábitat de la biota acuática, se refleja como “cambios adversos en la calidad del agua y en algunos sectores y de las poblaciones de la biota acuática”, producidos por el ingreso de sedimentos y contaminantes orgánicos y químicos generados por las actividades de construcción como:

- Instalación y operación de campamentos y frentes de obra
- Generación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos
- Generación de aguas residuales
- Almacenamiento de materiales de construcción, combustibles y lubricantes
- Obras de desviación de cauce (túnel de desvío, ataguía y contraataguía)
- Construcción de obras de drenaje y de protección

Las características del impacto al hábitat son en esencia las de sobreponer material sólido particulado producto del ingreso de sedimentos no controlados por cualquiera de los sectores identificados anteriormente, sobre los biotopos de esta biota y que ocasionan en las poblaciones de organismos bentónicos daños en la estructura poblacional que pueden ir de leve a fuerte según la dimensión de los aportes y el peso y tamaño de las partículas que ingresan al cauce.

Algunas manifestaciones del impacto sobre las comunidades hidrobiológicas, están relacionadas con los cambios en el tamaño de la composición de especies y por lo tanto de la estructura poblacional, prevaleciendo las especies que en su momento tengan mayor capacidad de adaptación ante la invasión del hábitat. En el caso de las poblaciones de organismos bentónicos, se alteran los nichos donde se desarrollan especies de los órdenes Tricotera, Ephemeroptera y Odonata (que fueron observados en campo), grupos característicos de aguas cristalinas y muy oxigenadas como las del río Tona en la actualidad y que viven debajo de los cantos rodados y sustratos duros del cauce.

Las poblaciones de peces en especial las especies de tamaño reducido como *Saccoderma falcatum* y los alevinos de otras especies sufrirán con los sólidos suspendidos un alejamiento de los sitios habituales de consecución de alimento y de refugio, quedando expuestos a depredadores y a una deficiente alimentación natural. Esta serie de eventos adversos sobre los organismos hidrobiológicos, produce impactos de leve a moderada magnitud, muy probable ocurrencia, duración media, evolución muy rápida pues se espera una afectación casi inmediata y con una importancia ambiental de baja a media. Dentro de los organismos zooplanctónicos encontrados tanto en el río Suratá como en el Tona, se encontró una especie de copépodo ciclopoideo llamado *Mesocyclops* sp.

### 8.3 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

Es de tener en cuenta que los aspectos sociales están íntimamente relacionados, entrelazándose en una cadena de impactos tanto positivos como negativos, por ejemplo:

El primer impacto está referido a la dinámica actual del empleo en la zona del proyecto, representada principalmente por las actividades de extracción de materiales aluviales para construcción, labores agropecuarias y en menor proporción extracción de madera. En general se encontró que el impacto actualmente es positivo, teniendo en cuenta que la población cuenta con fuentes de empleo en su mayoría independientes, con los cuales aseguran su manutención y el cubrimiento de las necesidades básicas.

En cuanto a infraestructura, el impacto está referido hacia su demanda, generada como es de esperarse por las comunidades asentadas en la zona de influencia. De acuerdo al análisis, este impacto se ubicó en el rango de medio, teniendo en cuenta que a pesar que se cuenta con infraestructura, la misma no está en el mejor estado, como por ejemplo las vías de tipo secundarias y terciarias, así como las diferentes escuelas ubicadas en el sector, sin dejar de mencionar la infraestructura asociada al cubrimiento de servicios públicos, especialmente con el manejo de residuos sólidos y líquidos y el suministro de agua potable. La generación de empleo está unida a la participación laboral tanto en las áreas de influencia directa como indirecta, esta influye a su vez en la valorización de los predios (la cercanía al embalse será apetecida por la generación de nuevos ingresos); la utilización y/o construcción de las vías altera el normal funcionamiento de las mismas; el flujo de maquinaria y equipo genera riesgo de accidentalidad en trabajadores y pobladores; convirtiéndose estos en factores que pueden generar conflictos con la comunidad de no brindárseles el valor y la atención necesaria.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup>Ibid, Evaluación de Impactos ambientales, Anexo4. Dimensión Social.

## **9. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN**

- Acumulación de sedimentos o residuo en los cuerpos de agua
- Perdidas en la actividad agroindustrial por inundación de zonas
- Cambios en la ecología de la zona
- Traslados de asentamientos humanos
- Inestabilidad de taludes
- Posible incremento de la actividad sísmica, durante la etapa de llenado del embalse.
- Perdida d potencial del suelo
- Contaminación del aire por tráfico
- Descomposición orgánica en el embalse
- Eutrofización
- Cambio de uso del suelo
- Cambio en la dinámica socioeconómica y cultural de los habitantes
- Aumento de riesgos de accidentes
- Conflictos debido a la participación laboral de las veredas del área de influencia directa e indirecta

## 10. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN ETAPA DE OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA

A continuación se presentan los aspectos e impactos ambientales identificados en la etapa de operación y llenado del Embalse de Bucaramanga.

Tabla 6. Aspectos e impactos ambientales en etapa de operación del embalse

DIMENSIÓN ABIÓTICA		
COMPONENTE SUELO		
<b>ASPECTO</b>	<b>Generación de procesos erosivos</b>	Los procesos erosivos se generarán especialmente en una franja de aproximadamente 3 m bordeando el área de inundación, donde se producirán los cambios en el nivel del agua en época de invierno / verano, o día / noche por el efecto de las mareas. Adicionalmente, si llega a ser necesario abrir las compuertas del rebosadero, debido a algún episodio de crecida máxima, es posible que el poder erosivo del agua (con caudales mucho mayores que los normales, antes de represar el río Tona) se incremente significativamente aguas abajo de la presa, fenómeno que igualmente se presentará en los eventos de descarga de fondo. Por último, durante el mantenimiento de las vías es posible que se genere erosión en el evento donde requiera intervención de taludes y transporte de materiales.
<b>IMPACTO</b>	<b>Contaminación del suelo</b>	La contaminación de los suelos en el área del embalse, se puede dar por varios factores: 1). Si se disponen inadecuadamente los lodos provenientes de la descarga de fondo los cuales tienen un alto contenido de materia orgánica parcialmente descompuesta; el segundo, causado por los residuos sólidos o vertimientos provenientes de la caseta de control de la presa. 2). Generada por las actividades turísticas y el mantenimiento de las vías (aguas residuales domésticas de baños, residuo, entre otras). En el área de las obras adicionales se puede dar por la inadecuada disposición de vertimientos y residuos sólidos generados en la PTAP, debido a algún derrame de los insumos químicos utilizados, en la vía de acceso a la misma durante el transporte de dichos insumos, o debido a algún accidente ocasionado en la tubería de lodos.
COMPONENTE AGUA		
<b>IMPACTO</b>	<b>Contaminación del agua</b>	1) Los impactos más importantes en la fase de operación, ocurrirán principalmente por el efecto de represamiento del río Tona, debido a que la vida en los “lagos” depende enteramente de la luz. Los rayos del sol no pueden penetrar más allá de la “zona limnética fótica” por los sedimentos y por el mismo crecimiento del fitoplancton, razón por la cual, los procesos fotosintéticos se verán limitados a ocurrir únicamente en el “epilimnion” del embalse (franja más superficial, caliente y menos densa de agua que se forma en los lagos con considerable profundidad).

<b>IMPACTO</b>	<b>Contaminación del agua</b>	<p>2). La temperatura también cambia con la profundidad del embalse, ya que por cada metro de profundidad, la temperatura desciende aproximadamente 1°C, La disponibilidad de oxígeno puede ser limitada en todo el embalse, ya que únicamente una porción del agua está en contacto directo con el aire, y este a su vez es consumido por la descomposición en las capas profundas. Dichas variaciones de oxígeno, temperatura y luz determinan la distribución y adaptaciones de los seres vivos en los lagos.</p> <p>3). El oxígeno aportado por la acción de mezcla del viento y por la actividad fotosintética del fitoplancton mantiene la capa superficial del lago bien aireada (ambiente aeróbico), sin embargo, las aguas más profundas pueden presentar un déficit de oxígeno al ser este consumido por los descomponedores (se generan condiciones anaeróbicas). Las aguas profundas presentan concentraciones relativamente altas de nutrientes, pero como estos no están al alcance del fitoplancton que habita en las aguas superficiales del mismo, estos nutrientes se acumulan junto con el resto de sedimentos, en una capa de agua fría y densa en el fondo del embalse.</p> <p>4). Todos estos factores que interactúan (condiciones anóxicas en el fondo del embalse, exceso de nutrientes y baja temperatura), repercuten en que los procesos degradativos de la materia orgánica se vean limitados, y que por consiguiente, ésta se empiece a acumular en el fondo del embalse (macrófitas, animales, y organismos unicelulares muertos y sus desechos), junto con los sedimentos minerales que son arrastrados desde la cuenca alta del río Tona.</p>
<b>ASPECTO</b>	<b>Acumulación de sedimentos o residuo en los cuerpos de agua</b>	<p>El embalse actuará como un gran sedimentador de los materiales que arrastre el río desde la cuenca alta, de tal forma que estos materiales se acumularán en el fondo del embalse.</p> <p>Los residuos sólidos generados por las comunidades aledañas al embalse, y por las actividades turísticas (si no se lleva a cabo un control sobre los visitantes), el cuerpo de agua podrá verse afectado por el aporte de residuo y sedimentos.</p> <p>Durante las actividades de reparación y mantenimiento de las vías y tuberías de aducción y conducción, sobre todo en los cruces especiales, existe la posibilidad de que caigan materiales, herramientas o sustancias en las aguas de las corrientes hídricas. Dependiendo del objeto o sustancia que caiga en el río, este impacto puede ser más o menos grave.</p>
<b>ASPECTO</b>	<b>Alteración de la calidad de agua</b>	<p>Al captar casi la mitad del caudal del río Tona para llevarlo a la planta potabilizadora, ocurrirán dos situaciones:</p> <p>1) se mejorará la calidad del agua captada para volverla apta para el consumo humano (la que se envía por la conducción y posteriormente se distribuye a la población beneficiaria del proyecto)</p> <p>2) se disminuye el efecto de dilución que el río Tona ejercía sobre las aguas del río Suratá, aumentando la concentración de los nutrientes y contaminantes del Suratá. Esto puede generar problemas para el tratamiento de agua en la planta potabilizadora de Bosconia, la cual tiene su captación aguas abajo de la confluencia con el río Tona.</p>
	<b>Alteración de la</b>	<p>Los cambios de la calidad del agua, al pasar de un ecosistema lótico a uno léntico, implica una serie de drásticas modificaciones, inducido por la reducción y estancamiento del agua del río Tona, por las consecuencias de la inundación de materia orgánica vegetal (foliar y leñosa), por el actual aporte de</p>

<b>ASPECTO</b>	<b>Calidad del Agua del Embalse del Tona</b>	nutrientes del río Tona y por los pasivos ambientales de las actividades constructivas realizadas dentro del vaso. Ante tales cambios se afectarán los niveles de oxígeno, aumentándose las demandas química y biológica, paulatinamente las aguas embalsadas se convertirán en una trampa de la materia orgánica y todo tipo de material bio y no biodegradable. También se prevé una lenta sedimentación de los sólidos producidos en la cuenca y por último se anticipa un aumento rápido del fósforo y en general los nutrientes que producen la eutrofización.
<b>ASPECTO</b>	<b>Alteración de área del río Tona Aguas Abajo</b>	Afectación drástica de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua. Y Alteración de la Calidad del Agua en el área de obras adicionales. En el área de las obras adicionales, es posible que durante el mantenimiento y reparación de vías y de las tuberías de aducción y conducción, caigan sustancias o materiales que puedan afectar la calidad de las aguas de las corrientes hídricas, así como la inadecuada disposición de vertimientos líquidos y residuos sólidos generados por el turismo en la zona del embalse (Río Tona).
<b>COMPONENTE ATMOSFÉRICO</b>		
<b>ASPECTO</b>	<b>Emisión de gases y material particulado</b>	La emisión de gases como CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> y material particulado, podrá producirse de una manera moderada en el área del embalse y obras adicionales, en las nuevas vías construidas ya en operación, debido a la combustión de los motores de los vehículos que las transitan y al polvo que levantan sus llantas. Igual situación podrá presentarse durante el mantenimiento de las vías por la operación de maquinaria.
<b>IMPACTO</b>	<b>Cambio en el nivel y frecuencia de ruido</b>	Este impacto puede producirse, por el aumento del tránsito en las nuevas vías construidas. Por otra parte, la operación de la misma presa (apertura y cierre de las compuertas) y el funcionamiento de la PTAP aumentarán los niveles de ruido, en zonas donde antes este aspecto era irrelevante.
<b>PAISAJE</b>		
<b>ASPECTO</b>	<b>Alteración en la percepción del paisaje</b>	La presa, el embalse, las nuevas tuberías y vías, la planta potabilizadora y la reubicación de hogares y escuela, cambiarán evidentemente la configuración del paisaje antes existente. El hecho de que se construya el embalse, cambiará tanto la percepción del paisaje de la zona, que es posible que se convierta en un atractivo turístico el cual podrá ser visitado por las personas de varias partes del país (ecoturismo). En el área de las obras adicionales, aparecerá una nueva PTAP donde antes solo había un lote baldío, y serán visibles los cruces de las tuberías de aducción y conducción sobre el Suratá y demás cuerpos hídricos (cruces especiales), ya que el resto de la tubería estará enterrada bajo tierra.
<b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>		
	<b>Flora terrestre</b>	La tendencia de disminución de las coberturas vegetales, es un resultado del incremento de las actividades antrópicas sobre la zona: una vez efectuada la obra, la valorización de la zona será un

<b>IMPACTO</b>	<b>Transformación de coberturas vegetales</b>	atrayerente para los asentamientos humanos y la ubicación de familias en las áreas cercanas al embalse; por tanto, es muy posible que se aumente la frontera agrícola y se efectúen aprovechamientos domésticos y extracción de madera, que propicien a la desaparición parcial de los relictos de bosque natural
<b>IMPACTO</b>	<b>Fauna terrestre</b>  <b>Formación de nuevos ecosistemas y comunidades</b>	El reemplazo de las condiciones originales, donde, se pierden los hábitats terrestres y se reemplazan por hábitats acuáticos, conforma nuevos recursos que favorecen de manera gradual, a determinados grupos de fauna terrestre; en primera instancia aparecen o se recuperan aquellas especies generalistas de hábitat y en segunda medida, en los nuevos ecosistemas, aparecen aquellas especies que se aprovechan los recursos que ofrece el nuevo hábitat. No obstante, algunas otras especies desaparecen completamente, reduciendo sus distribuciones a los remanentes de vegetación original periféricos a la zona del embalse. En el área de obras adicionales, no existen cambios sustanciales dentro de los diferentes tipos de coberturas presentes. El principal cambio que se puede dar, es la ampliación y consolidación de nuevos asentamientos suburbanos, más no la creación de nuevos paisajes.
<b>IMPACTO</b>	<b>Biota acuática</b>	Los impactos están relacionados con cambios permanentes ocurridos durante la conversión de un sistema lótico a lenticó y todo lo que ecológicamente implica este abrupto proceso. Algunas manifestaciones de este gran impacto al ecosistema acuático son: 1).Cambios drásticos del hábitat, pasando de río a lago; y por lo tanto de la química del agua que involucra procesos de adaptabilidad biótica. 2).Cambios en la composición de especies planctónicas, bentónicas y tectónicas. 3). Reducción de la productividad de la “sabaleta” Brycon henny, especie de gran importancia para la pesca deportiva de la región.
<b>DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>Cambio en la dinámica socioeconómica y cultural</b>	El proyecto en la fase de operación presentará un cambio en la dinámica socioeconómica de la zona, en cuanto a la aparición de nuevas actividades relacionadas con el turismo (fuentes de ingresos), lo cual beneficiará no solo la economía local sino a nivel departamental. Por otra parte, es importante resaltar que desde la etapa de construcción y durante toda la operación, el amb desarrollará actividades de educación ambiental encaminadas principalmente a la conservación de la microcuenca del río Tona. Los principales aspectos a desarrollar serán el control de erosión, la protección de bosques, la importancia en el manejo y la calidad del agua, y el saneamiento básico (recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales y residuos sólidos), generando un cambio cultural positivo en las veredas aledañas al proyecto.
<b>IMPACTO</b>	<b>Generación de empleo</b>	Este aspecto disminuirá en la etapa de operación si se compara la demanda de personal con la que habrá en la construcción de las obras, sin embargo, debe tenerse en cuenta que el proyecto permanecerá en el área por mucho tiempo y que generará expectativas laborales de modo constante, máxime si se consideran los nuevos empleos que el turismo podrá generar en la zona, actividad que bien planificada y gestionada, podrá crear un número considerable de empleos.

<p><b>IMPACTO</b></p>	<p><b>Conflictos con la comunidad</b></p>	<p>Este aspecto será una constante la cual se modificará en intensidad dependiendo del tipo de conflicto. Los conflictos con la comunidad se podrán presentar por la generación de empleo (cantidad de empleos, remuneración, rotación del personal, estabilidad laboral etc.), la infraestructura (el desgaste de las vías existentes, la subutilización, la construcción de vías privadas etc.), o el no cumplimiento de acuerdos previos a la operación, convirtiéndose estas en situaciones que generan inconformidad con la comunidad. En cuanto a la población que tuvo que ser reubicada, pueden ocurrir las siguientes condiciones en la etapa de operación del proyecto:</p> <p>1).En el período de “transición”, (etapa que sigue al traslado físico de la población y que raramente dura menos de tres años), se presenta una gran tensión física, social y psicológica y los reubicados sienten que el apoyo y ayuda por parte del dueño del proyecto es un derecho merecido por la pérdida de sus hogares y no un favor o un privilegio (Scudder, 1986). Inevitablemente exigirán en esta etapa más ayuda y se quejarán de la falta de éste. También esta etapa se caracteriza por un gran número de respuestas conservadoras (poca o nula aceptación a las innovaciones) de la población, comportándose como si su sistema sociocultural se hubiese cerrado. La etapa termina cuando los reubicados han podido volver a sus niveles anteriores de ingreso y seguridad (Scudder, 1986).</p> <p>2). En la etapa propiamente de “desarrollo económico”, los reubicados tienden a un incremento en la iniciativa y en asumir riesgos, es decir, que aparece un sistema social más dinámico y abierto. En muchos casos esta etapa no se alcanza y la población desplazada se dispersa o queda en un grupo marginado con poca voluntad para tomar decisiones. Es en esta etapa cuando las oficinas gubernamentales y las instituciones privadas pueden ofrecer sus servicios tales como: crédito normal, asistencia técnica, asistencia educacional y ayuda para el mejoramiento de la vivienda (Scudery Colson, 1982).</p> <p>3).La etapa de “incorporación dentro de la estructura administrativa y económica regional”, casi nunca se alcanza y si ocurre es después de diez años cuando ha finalizado la etapa anterior. En esta etapa las actividades productivas de las familias reubicadas entran a competir con el mercado local. Además, su sistema de producción debe resultar atractivo para la segunda generación, quienes serán encargados de mantenerla.</p>
<p><b>IMPACTO</b></p>	<p><b>Cambios en valorización de predial</b></p>	<p>Como es sabido, la construcción ha generado cambios que se mantendrán durante la operación del proyecto. Sin embargo, para esta etapa la valorización predial irá ligada no tanto a la generación de empleo (porque en esta fase el personal necesario para la operación será mucho menor), sino por el gran potencial turístico que el embalse representará durante todo su funcionamiento, el cual desencadenará a su vez, la prestación de servicios como hospedaje, cafeterías, actividades turísticas y deportivas, guías turísticos, guardabosques, entre otros.</p>
<p><b>IMPACTO</b></p>	<p><b>Mejora de la infraestructura</b></p>	<p>Una de las primeras acciones de las empresas propietarias de las obras es la construcción de vías de acceso a los lugares de construcción, para la disposición de material sobrante, y transporte de materiales. Dependiendo de las características previas de la región, las consecuencias pueden ser positivas o negativas. Así como se puede mejorar la comunicación con otras zonas y facilitar el transporte de productos, se puede presentar también la competencia de los productos locales con extra-</p>

	<b>regional</b>	regionales y alterar las relaciones comerciales con otras zonas. La mayoría de las veces la infraestructura mejora, como es el caso de este proyecto, donde las vías de acceso, el saneamiento básico (construcción de acueductos veredales y pozos sépticos) y la escuela nueva, mejorarán notablemente respecto a su condición anterior
<b>IMPACTO</b>	<b>Mejora en la movilidad</b>	Después de la construcción del proyecto, quedarán para el uso de la comunidad nuevas y mejores vías, que intercomunicarán las veredas y mejorarán la movilidad entre los habitantes de la zona.
<b>IMPACTO</b>	<b>Accidentalidad en trabajadores y pobladores</b>	El riesgo de accidentalidad en trabajadores es bajo en la etapa de operación, dado que las actividades son menos peligrosas que las que debieron desarrollarse en la construcción y hay menos densidad de trabajadores en una misma áreas. En cuanto a la accidentalidad de los pobladores, el riesgo es bajo por cuanto la infraestructura habrá mejorado considerablemente, especialmente en relación a las vías.

Fuente: Adaptación de los autores

## 10.1 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN

Tabla 7. Descripción de impactos ambientales en etapa de operación del embalse

<b>DIMENSIÓN ABIÓTICA</b>		
<b>COMPONENTE SUELO</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>Contaminación del suelo</b>	El componente suelo se verá afectado principalmente, por un cambio drástico en el uso del suelo de la zona a inundar, por el aporte de material orgánico y sedimentos y el mantenimiento de vías. El impacto principal es la pérdida de suelo causado por el represamiento del río Tona. Se deberá evitar a toda costa la contaminación del suelo en las áreas aledañas al embalse, para evitar que los contaminantes y nutrientes sean arrastrados por lixiviación al mismo.
<b>COMPONENTE AGUA</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>Contaminación del agua</b>	Los impactos más significativos para el componente agua en la etapa de operación están referidos a la alteración de la calidad y la acumulación de sedimentos y nutrientes, generados por el represamiento del río Tona y a la reducción de su caudal natural a su caudal ecológico. Alteración de la Calidad del Agua del río Tona
<b>IMPACTO</b>	<b>Alteración de la Calidad del Agua del Embalse del Tona</b>	Las alteraciones que se podrían presentar sobre la calidad del agua del nuevo ecosistema, se presentan a continuación: Una vez se llene el embalse del río Tona, se iniciarán una serie de procesos oxidativos (consumo del oxígeno del agua) que inicialmente se centran en la descomposición de la materia orgánica derivada de la vegetación foliar y leñosa que no fue erradicada antes del llenado.

<p><b>IMPACTO</b></p>	<p><b>Alteración de la Calidad del Agua del Embalse del Tona</b></p>	<p>Esa gran demanda biológica y química de oxígeno en las capas cercanas al cauce, formará sobre ellas zonas anóxicas (sin oxígeno), y por más lento que sea el llenado, la autodepuración natural u oxidación de esa materia orgánica, no dispondrá de oxígeno libre en el agua para procesos biológicos fundamentales para la adaptación de los organismos al nuevo hábitat, más cuando este embalse morfológicamente es angosto, profundo y recibe dos drenajes a su cuerpo principal incluyendo el cauce principal.</p> <p>El contacto del viento con el agua en la superficie una vez se culmine el llenado, es muy reducido, se pueden realizar intercambios de oxígeno aire agua, hasta pocos metros de profundidad.</p> <p>El embalse se podría convertir en una trampa para la materia orgánica incluyendo los coliformes y aún para muchos desechos de origen urbano y agrícola de difícil degradabilidad como los plaguicidas y fertilizantes. Es necesario depurar las aguas residuales domésticas de manera artificial (en su fuente) y aún las agropecuarias, que drenen al embalse, pues ya no existe la auto-oxigenación de las aguas por las fuertes corrientes que operaban en el río Tona.</p> <p>En el proceso de llenado del embalse ingresarán y se sedimentarán los sólidos producidos a lo largo y ancho de la cuenca aferente, y esto ocurre por un simple proceso de acción de la gravedad cuando el agua se interrumpe o se mantiene en reposo. De no contenerse los procesos erosivos y las malas prácticas desarrolladas con el suelo en la cuenca, sus concentraciones aumentarían y por lo tanto este impacto acelerará la velocidad de colmatación del mismo.</p> <p>Lo encontrado a nivel de Fósforo elemento responsable de la Eutrofización del agua del río Tona antes de que se inicien actividades para el represamiento de ese mismo río, permite señalar que el embalsamiento de sus aguas, atraparán este nutriente que genera problemas como las malezas acuáticas; aumento incontrolable de vectores acuáticos de enfermedades en humanos, los que pueden ocasionar brotes epidemiológicos de algunas enfermedades tropicales y por último afloramientos fitoplanctónicos que disminuyen la calidad del agua para uso doméstico (agregan toxicidad e inducen sabores desagradables).</p>
<p><b>IMPACTO</b></p>	<p><b>Alteración de área del río Tona Aguas Abajo</b></p>	<p>Aguas abajo de la presa se producirán impactos al componente agua, ya que el caudal se reducirá al ecológico de 50 l/seg, provocándose un ambiente altamente reductor, pues el sedimento orgánico allí depositado no alcanza a ser depurado por el caudal de agua dejado para esos 800 m de cauce semiseco del río. Este impacto se manifiesta al presentarse alta DBO y DQO en el cauce, que podría generar condiciones desagradables con posibles complicaciones sanitarias y epidemiológicas (dengues) por proliferación de vectores acuáticos de enfermedades en humanos, especialmente de insectos.</p>
<p align="center"><b>COMPONENTE ATMOSFÉRICO</b></p>		
		<p>La calidad del aire en operación estará en buenas condiciones, tanto en el área del embalse como en el área de las obras adicionales, debido a que la única actividad que generará emisiones, es el tránsito</p>

<b>ASPECTO</b>	<b>Emisión de gases y material particulado</b>	que circulará por las nuevas vías existentes. Durante las labores de mantenimiento de las vías se generaran material particulado y gases de la combustión de la maquinaria, sin embargo serán de baja magnitud y de corta duración. El aumento en los niveles de ruido, será ocasionado por el funcionamiento de la presa y de la PTAP, y el mantenimiento de las vías pero su magnitud no es considerada significativa ya que ambas están alejadas de los asentamientos humanos.
<b>PAISAJE</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>Alteración en la percepción del paisaje</b>	Una vez terminadas las obras, el área del embalse tendrá un paisaje completamente diferente al existente (sin proyecto), lo cual puede atraer en un futuro las actividades turísticas en la zona y posiblemente algunas especies de avifauna acuática. Los cambios en la percepción del paisaje en el área de las obras adicionales son de significancia alta, sin embargo con las medidas que se implementen este impacto se tornará positivo por cuanto puede representar un atractivo turístico de gran valor para la región.
<b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>Flora terrestre</b>	El impacto en la flora durante la etapa de operación no se considera importante, ya que este ha tenido lugar durante la ejecución de las obras. Se podría presentar alguna presión sobre la flora por el aumento del turismo que necesariamente generará el embalse, pues algunas personas podrían talar el bosque para la construcción de viviendas, situación que debe ser controlada por las autoridades locales.
<b>IMPACTO</b>	<b>Fauna terrestre</b>	Durante esta etapa, uno de los impactos con una mayor incidencia, dados los calificadores, consiste en la formación de nuevos ecosistemas y comunidades. Debido al reemplazo de las condiciones originales (se pierden los hábitats terrestres y se reemplazan por hábitats acuáticos), aparecen en la zona nuevos recursos que favorecen de manera gradual a determinados grupos de fauna terrestre. En primer lugar, aparecen las especies generalistas de hábitat y en segundo lugar, aquellas especies que se aprovechan de los recursos que ofrece el nuevo hábitat. No obstante, algunas especies desaparecen completamente, reduciendo sus distribuciones a los remanentes de vegetación original periféricos a la zona del embalse. Adicionalmente aparece como impacto a considerar el atropello. Este impacto está sujeto a varios factores como el represamiento del río Tona, pues cambian las condiciones originales de la zona, generando desplazamientos, lo que incide de manera directa en esta situación; otros factores asociados, es el tránsito vehicular tanto en las vías existentes, como en las nuevas, y la actividad turística, aspectos estos, que aumentan sustancialmente las probabilidades de este tipo de eventos.
<b>IMPACTO</b>	<b>Biota acuática</b>	Los impactos ocurridos durante la fase de operación del embalse al ecosistema acuático están dados por la alteración drástica del hábitat y de las poblaciones de organismos que viven en él, por el paso de un ecosistema de aguas corrientes a aguas remansadas, es decir de río a lago en un tiempo relativamente corto.  1). Zona de embalse:

Los cambios que se producirán en el río al construir una presa de 98 m de altura, que represará un volumen de agua del río Tona de 12,2 Mm<sup>3</sup>, con un llenado en 6 meses aproximadamente, ocasionará básicamente las siguientes afectaciones:

\_ Cambios drásticos del hábitat pasando de río a lago y por lo tanto de la química del agua, reduciéndose la capacidad de autodepuración natural de río, aumentándose la demanda de oxígeno del embalse por la descomposición del material vegetal inundado y no retirado de la zona de inundación.

\_ Cambios a la composición de especies planctónicas, bentónicas y nectónicas, apareciendo unas que la velocidad del agua las mantuvo a raya; eliminándose otras que requieren niveles de oxígeno muy alto y estímulos generados por la velocidad del agua, y por último adaptándose muchas que pueden encontrar en el nuevo hábitat, oportunidades alimentarias o de refugio que no contaban en el río.

\_ Reducción de la productividad de la "sabaleta" Brycon henny, especie de gran importancia para la pesca deportiva de la región y que tiene definidos hábitos reófilos no migratorios, que condicionan especialmente su crianza y desarrollo en el cauce de la parte del río que será transformada. Por las capturas obtenidas en el río, se puede afirmar que muchos alevitos y juveniles de esta especie prefieren las aguas corrientosas del río Tona, constituyéndose por esta razón en el impacto más importante y de mayor magnitud ocurrido en el ecosistema acuático.

#### 2).Zona Aguas Abajo:

Las actividades específicas del Proyecto en la fase operativa identificadas como responsables de las afectaciones al hábitat de la biota acuática y a los organismos hidrobiológicos, son la reducción del caudal actual del río Tona a 50 L/s y las descargas de fondo de la Presa.

- La afectación de la fauna bentónica en los 800 m del río Tona, abajo de presa, están relacionados con la reducción del agua en el cauce, que pasará a recibir solo 50 L/s, de caudal, ocasionando daños a las poblaciones allí asentadas y que de ahora en adelante serán abastecidas con esa exigua lámina de agua (cauce semiseco del Tonarío Tona). En el caso de los peces, no existe volumen suficiente de aguapara que éstos puedan merodear los 800 m que se hay entre la presa la desembocadura en el río Suratá.

- Se ocasionará una afectación directa en las poblaciones bentónicas y nectónicas que sobrevivan al caudal dejado aguas abajo en ese mismo tramo (entre la presa y el río Suratá). La fauna acuática que habita en el cauce del río Suratá aguas abajo de río Tona, indudablemente se verá afectada moderadamente debido a que sus poblaciones, una vez construida la presa, no recibirán las aguas de excelente calidad proveniente del río Tona, las cuales diluyen la carga contaminante que transporta el río Suratá normalmente.

- Las descargas de fondo realizadas de manera periódica (2 por año)afectarán el paisaje del tramo semiseco del río Tona y los organismos que allí se hubieren ubicado, debido a que un gran volumen de sólidos(lodos anaeróbicos), invadirán ese tramo, lo mismo ocurrirá con los primeros kilómetros del cauce del río Suratá, ocasionando por un tiempo malos olores, proliferación de microorganismos propios de esa clase lodos orgánicos y de especies de organismos vectores de enfermedades para los humanos (ratas, zancudos y otros insectos).

		<p>Este conjunto de eventos adversos sobre el hábitat y los organismos hidrobiológicos aguas abajo del río Tona y del río Suratá, causados durante la operación del Proyecto, producirá impactos de moderada a alta magnitud, con probabilidad de ocurrencia cierta, duración permanente, con excepción de los producidos por las descargas de fondo que serán periódicos, evolución rápida y con una importancia ambiental alta.</p> <p>Tendrán estos impactos un puntaje de 6,36 (en una escala de 1 a 10), debido que se producirán cambios muy drásticos del paso de un río oligotrófico aun embalse al que se le debe ejercer un control muy estricto para que no evolucione a un medio eutrófico con repercusiones funestas o muy costosas sobre su calidad de agua que se va a distribuir al acueducto de Bucaramanga.</p> <p>Y también cambios drásticos aguas abajo disminuyendo la calidad del agua del río Suratá, pues se cancela la dilución que aporta el río Tona (por el embalsamiento de sus aguas), sobre las concentraciones y cargas orgánicas que trae el río Suratá de su extensa cuenca antrópicamente muy intervenida.</p> <p>Las descargas de fondo son un problema difícil para la biótica acuática y para las comunidades humanas ribereñas del río Suratá, corriente que se ve afectada de manera directa con esta operación técnica que será realizada dos veces al año.</p> <p>En sus primeros kilómetros (después de la desembocadura del río Tona), la cantidad de lodos afectarán el cauce parcial y temporalmente, así como su calidad del agua la cual aumentará de manera inmediata la carga de sólidos llegando casi a la saturación también de manera temporal. Estas descargas son muy espaciadas en el tiempo (dos por año), lo que conlleva a presumir que serán lodos anaeróbicos, que al ser liberados al aire libre, ocasionan fuertes olores, agotamiento del oxígeno disuelto con muerte de la biota allí localizada y también cambios drásticos del paisaje en las orillas y cauce seco del río Tona y de los primeros kilómetros del río Suratá.</p>
<b>DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b>		
<b>IMPACTOS</b>	<p>Durante la etapa de operación disminuirá notablemente el riesgo de accidentalidad en trabajadores y habitantes de la zona, sin embargo, es importante tener en cuenta que el nuevo embalse se convertirá en un hábitat idóneo para la proliferación de vectores de enfermedades que pueden afectarla salud humana, por esta razón, este impacto merece de un especial manejo durante la construcción de las obras y sobre todo, a lo largo de toda la operación del embalse basándose en la ayuda de la comunidad y de un monitoreo constante.</p> <p>Otro factor que puede ocasionar conflictos con la comunidad será aquel que se presente con respecto a las migraciones al área de influencia. Debido a las nuevas oportunidades de trabajo, es posible que se registre un aumento en el número de habitantes de la zona. Este aspecto puede ocasionar conflictos si se contempla que estos nuevos habitantes pueden solicitar vinculación laboral o en su defecto, podrán asentarse en áreas no aptas creando cinturones de invasión.</p> <p>La adaptación a largo plazo de los hogares reubicados es un aspecto de mucho cuidado, debido a que se pueden generar conflictos con los vecinos en las nuevas áreas. A los hogares reubicados se les debe hacer un seguimiento constante y se les deberá brindar ayuda hasta que consigan tener las mismas condiciones de vida que tenían antes del desplazamiento.</p>	

Fuente: Adaptación de los Autores

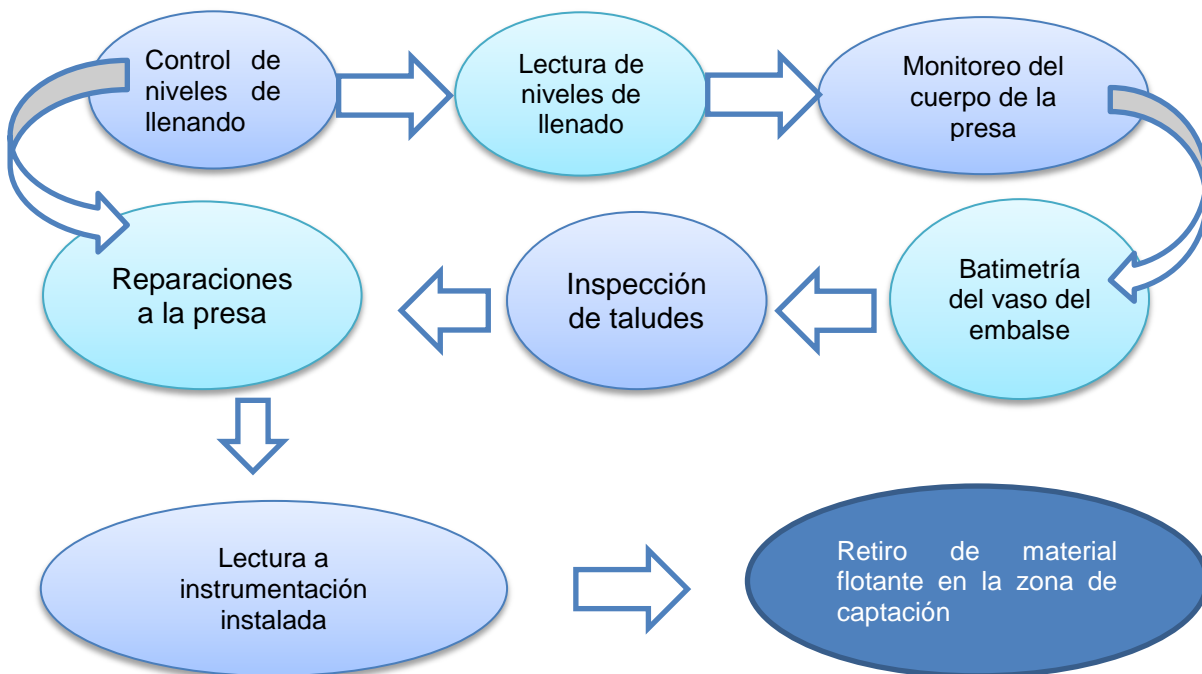
## 11. LINEAMIENTOS TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES PARA OPERAR EL EMBALSE DE BUCARAMANGA

### 11.1 LINEAMIENTOS TÉCNICOS

#### 11.1.1 Etapa de llenado y prueba.

La etapa de llenado y pruebas se inicia con el cierre de la compuerta en la estructura del portal de entrada del túnel de desviación, a partir de la cual se desarrollan las siguientes actividades:

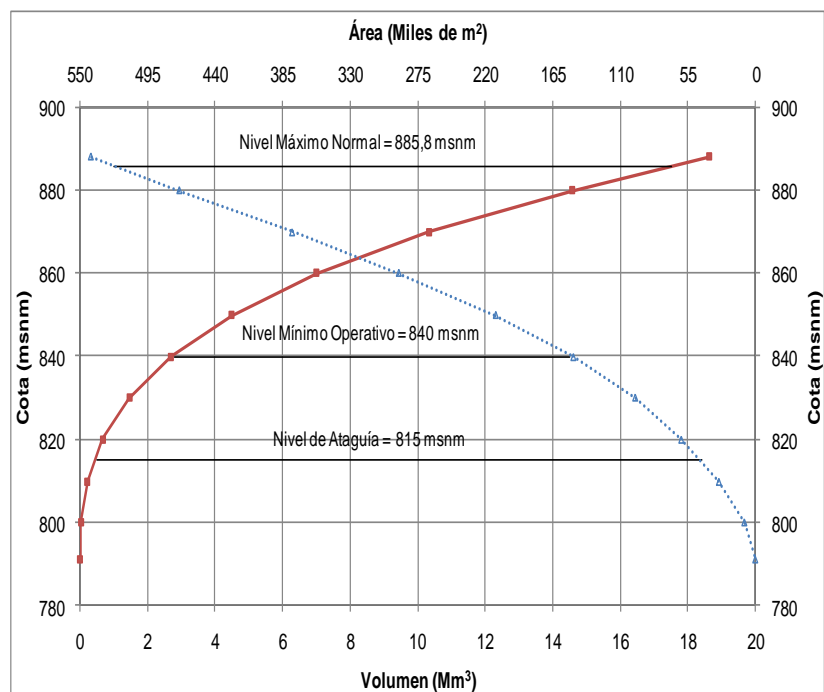
**Figura 2. Actividades de la etapa de llenado y prueba.**



Fuente. Autores

- Control de los niveles de llenado del embalse, para lo cual se cuenta con un control de nivel instalado sobre la estructura de captación y se tiene la siguiente gráfica de elevación vs volumen, que muestra los niveles máximos y mínimos de operación del embalse. En la Grafica N°1 se evidencia el comportamiento de elevación vs volumen en el proceso de llenado del embalse.

**Gráfica 1. Curva elevación – Volumen**



Fuente: Contrato 073 de 2010.CONALVIAS Construcciones

- Lectura del caudal de infiltración del cuerpo de la presa, en el vertedero construido en el espaldón aguas abajo presa. En la figura 3 se observa una de las estructuras del embalse que corresponde al vertedero de excesos.

**Figura 3. Vertedero espaldón aguas debajo de la Presa**



Fuente: Autores

- Monitoreo del cuerpo de la presa y de la zona de los estribos aguas debajo de la presa, con el fin de identificar zonas inestables o aportes de agua.
- Una vez se alcance el nivel de operación normal del embalse (cota 885,80 msnm) o se tenga un nivel estable, se realiza la batimetría del vaso del embalse cada 25 m, utilizando un River Surveyor (Ver Figura 4 4), que es un equipo que utiliza un algoritmo inteligente que determina velocidad, profundidad y turbulencia del embalse.

**Figura 4. River Surveyor**



Fuente Autores.

- Inspección de los taludes del vaso del embalse, con el fin de identificar zonas inestables o deslizamientos del terreno.
- En caso de ser necesario efectuar reparaciones en el cuerpo de la presa, si las infiltraciones son superiores a 100 l/s, por causas o defectos constructivos imputables al Contratista, se puede operar válvula mariposa y Howell Bungler de la descarga de fondo, en caso de ser necesario de bajar el nivel del embalse.
- Lectura de la instrumentación instalada en el cuerpo de la presa, con la frecuencia recomendada en el manual de la instrumentación de la presa, los resultados de las lecturas y su interpretación se presentará mensualmente en un informe.
- Retiro de material flotantesedimentos, residuos, vegetación, ramas de árboles, etc. en la zona del embalse o de la captación, para evitar colmatación de la captación o daños al cuerpo de la presa, para lo cual se instala una retención flotante.

### **11.1.2 Descripción del sistema captación – aducción – entrega a las PTAP.**

A continuación, se describen cada una de las estructuras que componen el embalse tanto en el proceso de llenado como de conducción hacia la planta de tratamiento de agua potable y posterior distribución.

**ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN.** Las compuertas para la captación del río Tona, debe utilizarse para efectuar el cierre del túnel de la conducción, el cual tiene tres (3) aducciones. El ingreso de agua a las tres tomas de la captación está controlado en cada una por un sistema de compuerta y de reja de coladera fija.

**SISTEMA ACCIONAMIENTO DE LAS COMPUERTAS.** Las compuertas del sistema de captación son del tipo tablero con dimensiones de 2,16m de ancho por 2,20 m de alto, con seis ruedas guías tipo ferrocarril de construcción soldada de 254mm de diámetro y 70 mm de ancho, su movimiento se realiza mediante malacates eléctricos y cables ubicados en la caseta de captación del primer nivel.

Los malacates están instalados en el primer nivel de la caseta de captación en la cota 891,6 msnm, junto con el conjunto de tambor arrollamiento, motor eléctrico, y freno eléctrico acoplado al eje del motor. El cable de acero baja a cada compuerta por el centro de cada vía de rodadura, guiado por una polea guía cable, en cada compuerta tiene doble sistema de sujeción. Las compuertas están localizadas en las siguientes cotas:

- Asiento inferior compuerta 1: 833,94 msnm
- Asiento inferior compuerta 2: 850,94 msnm
- Asiento inferior compuerta 3: 867,94 msnm

El sistema de accionamiento de las compuertas está compuesto por tres conjuntos de compuertas, malacates de 3,5 toneladas, velocidad de izaje 0,5 m/min con motor de 1hp AC 220 voltios, reductor de 6500Newton-metro, tambor para arrollamiento de cables, recogedor cable, sensores de posición montados sobre el tambor, freno eléctrico acoplado al eje del motor y tablero eléctrico con sistema de arrancador directo para cada malacate alimentado a 220 voltios 60 Hz.

Cada una de las compuertas de la estructura de captación está provista de ruedas que permiten el desplazamiento sobre rieles fijados sobre vigas de apoyo. Su movimiento de apertura y cierre puede realizarse en modo Local–Manual, Local - Automático y Remoto.

Para la operación de las compuertas de la estructura de captación se dispone un tablero eléctrico para cada malacate, en el cual hay un selector de tres posiciones para modo prueba – cero - normal, y un tablero de control del PLC 101 donde se realiza la supervisión y selección del modo de control “local – manual - local-automático - remoto. Adicionalmente el controlador lógico

programable - PLC tiene una Human Machine Interface - IHM del sistema Unitronics donde se visualizan las siguientes variables y sus niveles de alarma:

- a) Presiones Diferenciales: La señal de presión diferencial de cada una de las compuertas serán adquiridas mediante un transductor de presión instalado en la línea de aducción aguas abajo y comunicado con el PLC201 a través de una señal de corriente 4-20 mA.
- b) Medida de Nivel: Se supervisará la medida de nivel del embalse mediante un transductor de presión hidrostática LIT101 a través de una señal de corriente 4-20mA.
- c) Posición de Compuertas: Se indican señales de estado de cierre o apertura de cada una de las compuertas a través de finales de carrera en señales digitales.
- d) Estado de Motores Malacates: Se indican señales cuando el motor se encuentre encendido, apagado o tenga posibles fallas, estas señales son adquiridas mediante entradas digitales.

- **Modos de Control de operación de las compuertas.**

- a) Local-Manual

En el tablero PLC 101, se debe seleccionar la posición local manual de esta forma las compuertas se operan directamente desde los pulsadores instalados en el tablero TAM1, TAM2, TAM3 de los Malacates, el selector asociado a cada compuerta debe estar en posición de prueba con el selector de prueba – cero - normal. En estas condiciones se operan únicamente una compuerta a la vez, este modo de operación permite las siguientes funciones:

- Arranque- parada del motor eléctrico del malacate de cada compuerta
- Apertura y cierre de las compuertas en la captación revisando el nivel del embalse y el equilibrio de presiones en las compuertas.

- b) Local – Automático

En el tablero PLC 101se debe seleccionar la posición Local Automático y los selectores de las correspondientes compuertas se deben encontrar en posición normal, el sistema de apertura y cierre de las compuertas opera de la siguiente manera:

- Con el embalse en nivel alto, la compuerta N°1 estará abierta y las compuertas intermedia N°2 e inferior N°1 estarán cerradas.
- Si el nivel desciende al nivel de sumergencia de la compuerta N°1, entonces la compuerta N°1 se cierra y la compuerta del nivel medio N°2 se abre.
- Si el nivel desciende debajo del nivel de sumergencia de la compuerta N°2, la compuerta N°2 cierra y la compuerta del nivel 3 abre.

- En la medida que el nivel ascienda se realiza el proceso inverso hasta tener la compuerta N°1 abierta y las compuertas N°2 y N°3 cerradas. La compuerta N° 3 no podrá abrirse si el caudal de conducción es mayor de 3,2 m<sup>3</sup>/s.
  - Cuando el selector de una compuerta se encuentre en posición de prueba o cero, o se presenten fallas en el arrancador, la compuerta no puede ser comandada por el PLC y el sistema deberá realizar la operación de las otras dos compuertas considerando el nivel del embalse. Este modo de operación permite la operación de apertura y cierre automático de las compuertas, conforme a lo descrito anteriormente.
- c) Remoto:** En el tablero PLC 101, se debe seleccionar la posición normal, y el selector del tablero de control debe estar en posición remota, de esta manera se realizará el control automático desde la estación de operación.

A continuación, se describe el proceso de conducción del agua hacia la PTAP por medio de la línea de aducción.

### **11.1.3 LÍNEA DE ADUCCIÓN.**

Incluye la válvula mariposa DINICOLA DN1400 PN16, ubicada Cámara de Válvulas, la válvula Mariposa DINICOLA DN1200PN16 de guarda a la válvula Howell Bungler DINICOLA DN800PN16 ubicadas en la descarga de fondo.

#### **11.1.3.1 Válvula mariposa emergencia DN1400 PN16.**

La válvula Mariposa de emergencia DN1400 PN16 se encuentra instalada en la Cámara de Válvulas de la tubería de aducción y su función es cortar el flujo en la aducción. La Válvula mariposa DINICOLA DN1400 PN16 de emergencia está dispuesta para cumplir la función de protección a la tubería metálica de la aducción, con la unidad hidráulica realiza la apertura una vez se tengan equilibradas las presiones por medio de la Válvula Bypass DN150 PN16 en la operación manual local, el cierre se efectúa con el contrapeso, mediante la liberación controlada de la presión de aceite en la cámara del cilindro actuador. El cierre está considerado realizarse automáticamente en caso de ruptura de la tubería. En la figura 5 se observa la válvula mariposa emergencia DN1400 PN1

**Figura 5. Válvula Mariposa Emergencia DN1400 PN16**



Fuente: Autores

La válvula es de tipo mariposa marca DI NICOLA, está fabricada en hierro dúctil, con disco en fundición de hierro; su diámetro nominal es de 1400mm y su presión nominal es de 80 m.c.a; consta de unión de desmontaje, unidad hidráulica, accionamiento por servo cilindro hidráulico y cierre por contrapeso; sistema de Bypass DN150 PN16 con válvula DINICOLA. Acoplada con brida weldingneck en norma DIN a la tubería aguas arriba y aguas abajo a la unión de desmontaje. Soportada en pedestal de concreto y asegurada con pernos de anclaje, tiene los siguientes accesorios y equipos asociados:

- a) Extensiones de tubería aguas arriba y aguas abajo
- b) Línea de bypass: Para el llenado de la conducción y el equilibrio de presiones previo a la operación de apertura, en esta línea está instalada una válvula de aguja y dos válvulas de guarda acopladas.
- c) Tubería y Válvula de compuerta: Para drenaje, instalada aguas arriba para facilitar la evacuación de residuos de agua en caso de reparaciones en la Válvula Mariposa.
- d) Sistema de aireación: Dos válvulas automáticas ubicadas aguas abajo previstas para admisión y expulsión del aire durante el vaciado, llenado y protección tubería de aducción.
- e) Detector de sobre velocidad: Para generar el cierre automático de la válvula mariposa a un caudal máximo de 3,84 m<sup>3</sup>/s y ajustable entre 3 y 5 m<sup>3</sup>/s. En caso de sobre velocidad hay una señal de alarma generada en el sistema de control.
- f) Mecanismo de operación: La válvula mariposa se abre mediante servomotor hidráulico de simple efecto, instalado en posición vertical al lado del cuerpo de la válvula y debe cerrarse por acción de un contrapeso. El mecanismo de operación incluye servomotor, pistón, el vástago, conexiones, contrapeso, sistema de bloqueo manual para mantener la válvula en posición completamente cerrada durante labores de inspección o mantenimiento.
- g) Tablero de control: El tablero de control identificado con la sigla TVAM, ubicado en la cámara de válvulas, contiene todos los accionamientos eléctricos para la operación local de la válvula mariposa.
- h) Central Hidráulica  
Integrada por dos bombas hidráulicas en aceite de paletas desplazamiento positivo, acopladas a motores 5 HP 220 V A.C, depósito de aceite, bloque de electro válvulas y conexiones para distribución línea de presión.

Con un selector de tres posiciones local – manual, local – automático, remoto, ubicado en tablero PLC RIO201, selecciona local – manual para realizar el proceso de apertura y cierre se realiza de la siguiente forma: Antes de la puesta en marcha de la válvula mariposa DINICOLA DN1400 PN16, el operador debe conocer el manual de instalación, uso y mantenimiento. Las actividades que debe seguir el operador, para la puesta en marcha de la válvula son las siguientes:

- **APERTURA, UTILIZANDO EL TABLERO DE CONTROL.**

- a) **Local-Manual**

Si la bomba de la central hidráulica está fuera de servicio, la operación de apertura se debe realizar por medio de una bomba manual. Los siguientes pasos deben ser efectuados:

- Selector en tablero PLC RIO 201 en posición local – manual
- Equilibrar presiones aguas arriba y aguas debajo de la válvula mariposa VMC201, ésta igualación de presiones se realiza abriendo manualmente la válvula VBC-201.
- Una vez la presión está equilibrada, verificar manómetros, se da pulso con el pulsador de apertura ubicado en tablero TVAM.
- Se inicia bombeo con la bomba manual hasta llegar a la apertura de la válvula mariposa VMC-201

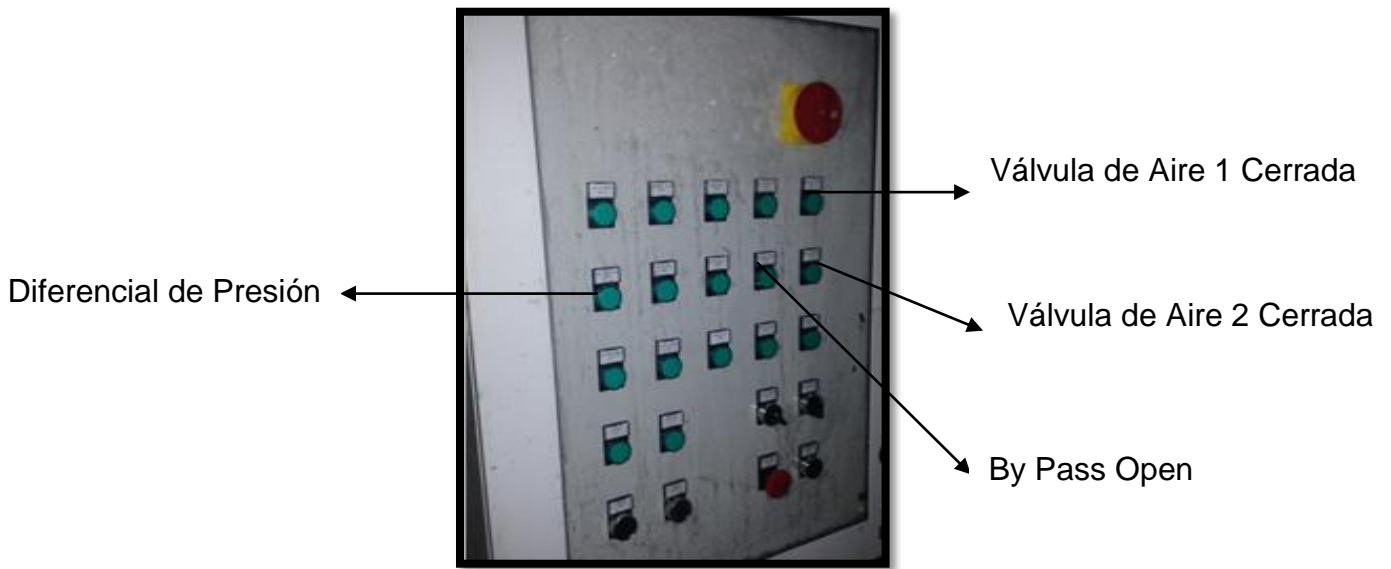
- b) **Local- Automático**

Para realizar la apertura en modo Local –Automático de la Válvula Mariposa VMC-201. Los siguientes pasos deben ser efectuados:

- Selector en tablero PLC RIO 201 en posición local - automático y tablero TVAM selector local – remoto en remoto.
- Equilibrar presiones aguas arriba y aguas debajo de la válvula mariposa VMC201, ésta igualación de presiones se realiza abriendo manualmente la válvula VBC-201, y se verifican las siguientes condiciones:

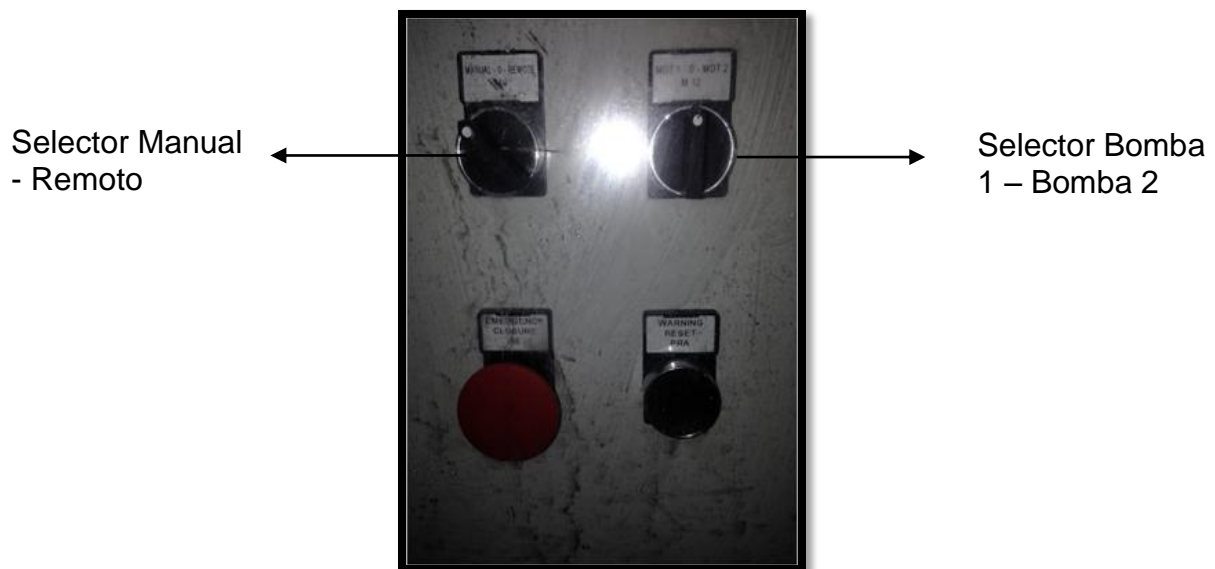
A continuación en la figura 6 se identifican las partes del tablero central hidráulica TVAM

**Figura 6. Tablero Central Hidráulica TVAM**



Fuente. Autores

**Figura 7. Tablero TVAM**

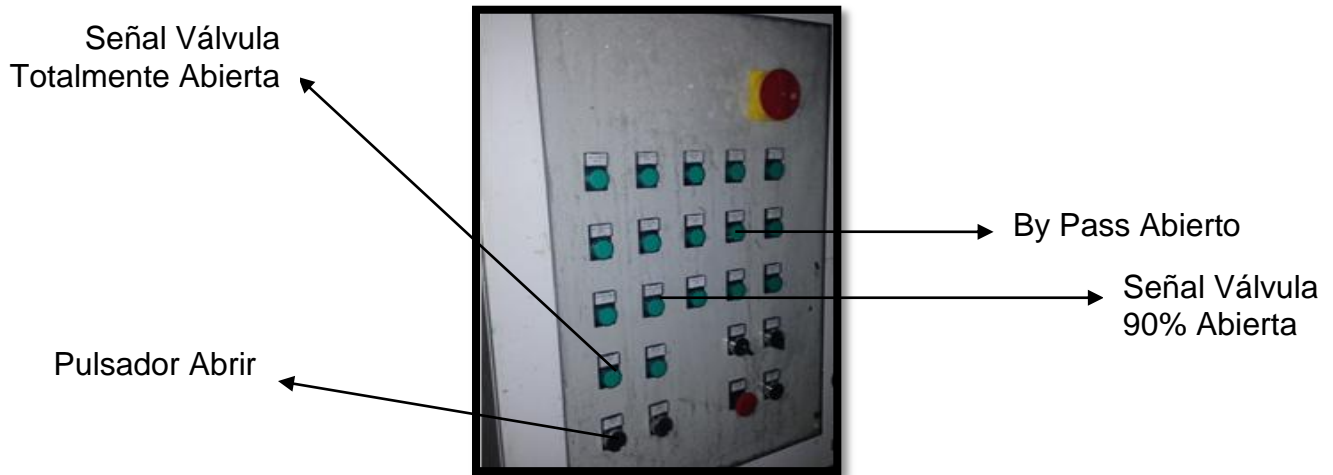


Fuente: Autores

- Seleccionar Bomba Central Hidráulica Bomba 1- Bomba 2
- Accionar el Pulsador ABRIR que se encuentra en el tablero TVAM

A continuación en la figura 8 se indican las partes del tablero TVAM

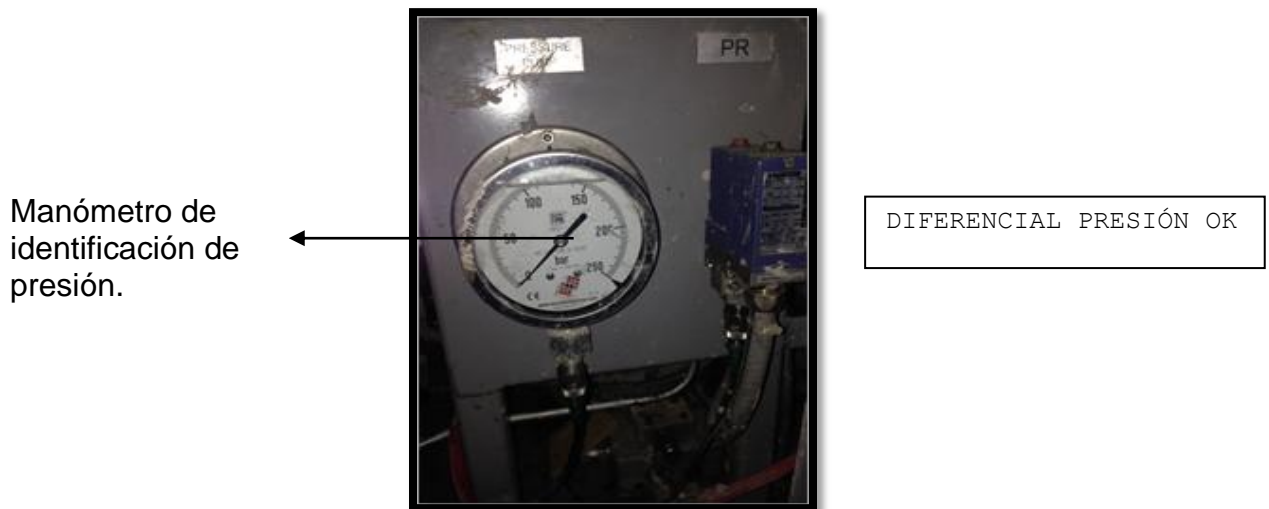
**Figura 8. Tablero TVAM Señalización**



Fuente: Autores

Verificar que la bomba seleccionada envíe la presión necesaria para que el servomotor gire el disco y pare cuando llegue a su máxima apertura, la presión del aceite máxima debe alcanzar la predeterminada. A continuación se identifica el manómetro de verificación de presión.

**Figura 9. Tablero TVAM Señalización**



Fuente Autores

**c) Remoto**

Para operar en modo remoto se siguen los mismos pasos de local – automático, desde la estación de operación.

- **CIERRE, UTILIZANDO EL TABLERO DE CONTROL.**

**a) Normal**

Para este modo de operación, sea local o remoto, la válvula solenoide de control permite el drenaje del aceite del servomotor, produciendo que el disco de la válvula mariposa VMC-201 se cierre por la acción del contrapeso.

#### **b) Disparo por sobre velocidad**

Cuando se registra un caudal por encima de  $3,83 \text{ m}^3/\text{s}$ , se produce el cierre de la válvula mariposa, la válvula solenoide de control permite el drenaje del aceite del servomotor, produciendo que el disco de la válvula mariposa VMC-201, se cierre por la acción del contrapeso.

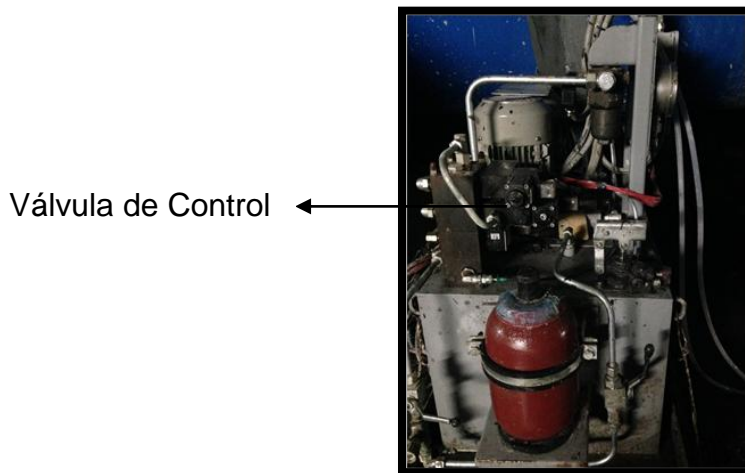
#### **c) Cierre por pérdida de posición**

Cuando el disco de la válvula mariposa alcanza una posición límite predeterminada desde la posición completamente abierta, lo cual podría deberse a una falla del dispositivo de control y a fugas excesivas en el sistema hidráulico, o a otras razones, el interruptor límite correspondiente debe operar el mecanismo de control causando que el disco de la válvula se cierre.

#### **d) Cierre Manual**

Si se presenta una falla en el control eléctrico de la Válvula Mariposa, se puede operar manualmente la válvula de control que se ubica en la central hidráulica, produciéndose el cierre. En la figura 10 se evidencia la válvula de control.

**Figura 10. Válvula de Control**

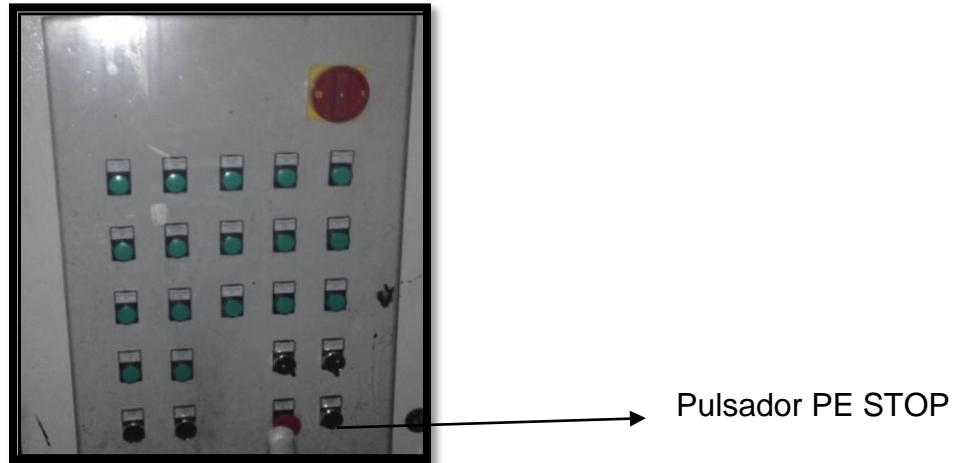


Fuente Autores.

Para ejecutar la acción para detener el proceso de apertura o cierre de la válvula, el operador debe: presionar el pulsador rojo PE *STOP* en el plano del tablero de control. Ésta acción se cumple siempre y cuando esté en ejecución alguna de las

acciones anteriores. “abrir” o “cerrar”. A continuación se identifica el pulsador PR STOP. En la figura 11 se evidencia el pulsador PE STOP.

**Figura 11. Pulsador PE STOP**



Fuente Autores

#### **11.1.3.2 Válvula mariposa dinicola DN1200PN16 de guarda.**

Se encuentra ubicada en la descarga de fondo y funciona como válvula de Guarda de la válvula Howell Bunger DN800PN16. Válvula tipo mariposa marca DINICOLA DN1200PN16, fabricada en hierro dúctil, con disco en fundición de hierro de 1200mm de diámetro y 105 m.c.a de presión; es un órgano de división de tubería instalada como guarda de la válvula Howell Bunger, con muñones puestos en forma horizontal y está compuesta por los siguientes accesorios: cuerpo de la válvula y tubería aguas arriba, bridas aguas abajo, posee ejes longitudinales que permiten la rotación del lente. La válvula mariposa posee un sello unidireccional y está conectada a una línea de bypass con la válvula DN100 PN16. La válvula mariposa de guarda, permanece abierta, salvo en el caso en el que se deba hacer el mantenimiento a la válvula Howell Bunger.

La válvula mariposa DN1200PN16, es operada manualmente, previa igualación de presiones por medio de una línea de bypass, con una válvula de compuerta DN100PN16.

#### **11.1.3.3. Válvula línea by pass y tubería DN100PN16.**

Es una válvula DN100PN16, para el llenar y presurizar tubería aguas abajo, e igualar presiones cuando se va abrir la válvula mariposa DN1200PN16.

#### **11.1.3.4 Válvula howell bunger de cono FIJO DN800PN16.**

La válvula Howell Bunger es de marca Di Nicola de 800mm de diámetro y 109 m.c.a de presión, tipo terminal, realiza el drenaje a la atmósfera disipando energía

de altos caudales, disminuyendo la cavitación y vibraciones, está constituida por un cuerpo fijo, un manguito obturador, vástagos para transmitir el movimiento, sistema de control con cajas de engranajes desde donde se transmite el accionamiento.

La válvula Howell Bunger es regulada mediante un motor eléctrico controlado desde el PLC RIO201 de la caseta de operación de la descarga de fondo, para transmitir el movimiento al conjunto obturador, vástagos, un sistema indicador y de sensores que dan información visual y entregan la señal eléctrica de posicionamiento al sistema de control. La válvula Howell Bunger tiene como función inicial regular el nivel del embalse durante el primer llenado, y para drenarlo cuando se requiera por condiciones de extrema seguridad.

### **OPERACIÓN DE LA VALVULA HOWELL BUNGER DE CONO FIJO DN800PN16.**

Para la operación de la valvula HOWELL BUNGER es necesario que el operador conozca la información técnica el manual de la válvula.

#### **a) Local Manual**

Para la operación local – manual, ubicar el selector en posición manual.

Antes de operar realizar las siguientes verificaciones:

La válvula no debe operar bajo las siguientes condiciones:

- Aperturas mayores al 50%
- Nivel de operación del embalse por debajo del mínimo
- Falla apertura- cierre en la Válvula Howell Bunger

#### **b) Apertura utilizando tablero de control.**

Seguir los siguientes pasos:

1. Verificar condiciones de no operación, observando señal de listo
2. Verificar que esté en posición de cerrada
3. Pulsar apertura válvula verificando que señalice la indicación de abierta

#### **c) Cierre para Mantenimiento Válvula Howell Bunger**

Realizar las siguientes verificaciones:

1. Verificar cierre válvula mariposa de Guarda
2. Selector tablero de control en posición de PRUEBA
3. Se puede cerrar y abrir válvula Howell Bunger de acuerdo a la necesidad durante las actividades de revisión o mantenimiento

#### **d) Operación Remota**

La operación remota de la válvula Howell Bunger, se realiza desde la caseta de operación en el sistema de supervisión y control, ubicando el selector de local - remoto, que se ubicado en el tablero del PLC RIO201 en remota.

Para la operación integrada de la línea de aducción se cuenta con dos sistemas de PLC'S PLC 201 PLC RIO201 Y RIO202, que integran la información de la cámara de válvulas y descarga de fondo respectivamente, el PLC 201 tiene un IHM donde se puede visualizar las señales y adicionalmente realizar la operación de los equipos en cámara de válvulas integrados por medio de una red propia de los PLCS UNITRONICS. El tablero de control local del PLC 201 ubicado en la descarga de fondo será encargado de realizar las siguientes funciones:

- I. Supervisión
- II. Control

El sistema de control supervisará las siguientes variables:

- a) **Presiones diferenciales:** Las señales de presión diferenciales de las válvulas VMC-201 y VMD-201, serán adquiridas mediante un contacto seco libre de potencial a través interruptor diferencial de presión.
- b) **Medida de caudal:** Se supervisará la medida de caudal de la tubería de aducción mediante un medidor de caudal ultrasónico a través de una señal de corriente 4-20mA.
- c) **Medida de presión:** Se supervisará la medida de presión de la tubería de aducción aguas arriba de las válvulas VMC-201 y VMD-201 mediante un transmisor de presión a través de una señal de corriente 4-20mA.
- d) **Posición de válvulas:** Serán indicadas señales de estado de cierre o apertura de las válvulas VBC-201, VMC-201y VMD-201 a través de finales de carrera en señales digitales de entrada del controlador, y la señal de posición de la válvula VHB-201 a través de una señal análoga de 4-20 mA.
- e) **Estados de unidad oleo hidráulica:** Serán indicadas señales de bomba encendida, de bomba apagada y fallas, las cuales sonadquirí mediante entradas digitales.

➤ **FUNCIONES DE ALARMAS.**

El rango de operación de los instrumentos comunicados a través de 4-20mA es el siguiente:

Tabla 8. Operación de instrumentos comunicados

DESCRIPCIÓN SENSOR	TAG	FALLA	UNIDAD	
Transmisor Indicador de Caudal de la conducción	FIT-201 FS-201	Alarma HH	11	m <sup>3</sup> /s
		Alarma H	3.4	m <sup>3</sup> /s
		Alarma LL	N/A	m <sup>3</sup> /s
		Alarma LL	N/A	m <sup>3</sup> /s
Transmisor Indicador de Presión Aguas Arriba Válvula VMC-201	PIT-201	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor Indicador de Presión Aguas Arriba Válvula VMD-201	PIT-202	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor de Posición	ZT-201	Alarma HH	60	%

Válvula VHB-201	Alarma H	55	%
	Alarma LL	N/A	%
	Alarma LL	N/A	%

Fuente Autores

- **DESPLIEGUES.**

En la IHM se tendrán los siguientes despliegues:

- Despliegue de los enclavamientos eléctricos básicos del sistema.
- Despliegue de los modos de control de las válvulas VMC-201 y VHB-201, despliegue de alarmas y despliegue de eventos.
- Despliegue del estado de los equipos y variables del proceso.
- El sistema realizará la indicación de la posición de las válvulas VMC-201, VBC-201, VMD-201 y VHB-201.
- Todas las alarmas asociadas al sistema.
- Todos los eventos asociados al sistema.
- Visualización del estado automático y remoto del sistema

#### 11.1.4 Sistema de entrega Bosconia.

A continuación se describe el proceso de conducción del agua desde la estructura de captación hacia la planta de tratamiento de agua potable la cual se realiza por medio de la tubería de aducción.

##### 11.1.4.1 Válvula mariposa de guarda DN600PN25.

La válvula mariposa funciona como guarda para la válvula multichorro que se encuentra en la descarga en la Planta de Bosconia.

La válvula tipo mariposa marca DINICOLA DN600PN25, está fabricada en hierro dúctil GJS400/500 ES1563, con disco en fundición de hierro 600mm de diámetro y 105 m.c.a de presión; es un órgano de división de tubería instalada como guarda de la válvula multichorro, tiene instalado para su operación segura una válvula de BYPASS de Globo DN65PN25 y sus accesorios con tubería, válvulas de cortina.

La válvulamariposa de guarda permanece abierta, salvo en casos donde es necesario cerrar para hacer el mantenimiento a la válvula multichorro Di- Nicola DN600PN25.

La válvula mariposa DN600PN25 es operada manualmente mediante un volante acoplado a caja de engranajes verificando en indicador manual.

##### a) Manual-Abrir

Se debe realizar la igualación de presiones por medio de una línea de bypass, con una válvula de compuerta DN65PN25. Operar volante en la dirección antihoraria hasta tener indicación de posición abierta

## b) Manual-Cerrar

Operar volante en la dirección horaria hasta tener indicación de posición cerrada.

### 11.1.4.2 Válvula multichorro.

La válvula de descarga en la planta de Bosconia es una válvula multichorroDN600PN10 instalada en una estructura de concreto reforzado sobre la margen izquierda del rio Suratá y en cercanías de la estructura de captación de la Planta.

La válvula tipo multichorroDN600PN10 es de construcción robusta, el diámetro es de 600mm, presión entre 142 y 171 m.c.a flujo máximo de 2 m<sup>3</sup>/s, la válvula está construida por cilindros coaxiales bridados uno en el interior fijo perforado alrededor y unido al cuerpo externo aguas arriba de la válvula, el otro cilindro deslizante llamado obturador y accionado por husillos movidos por un actuador eléctrico instalado en la brida aguas abajo de la válvula.

La línea de aducción entrega en la descarga de Bosconia un caudal máximo de 2 m<sup>3</sup>/s en un rango de presión a la entrada de la válvula multichorro entre 142 y 171 m.c.a para los niveles mínimo 857,55msnm y máximo 885,8 msnm, a una presión de 2 m.c.a a la salida de la válvula independiente del nivel del embalse.

Para el manejo de la descarga en Bosconia se cuenta con una caseta de operación provista de un tablero de control con un PLC Unitronics 401, en el cual se realizan las siguientes operaciones.

a) Supervisión de las variables que se relacionan a continuación:

Tabla 9. Supervisión de variables.

DESCRIPCIÓN SENSOR	TAG	FALLA	UNIDAD	
Transmisor Indicador de Caudal hacia Bosconia	FIT-401	Alarma HH	2.2	m3/s
		Alarma H	2.1	m3/s
		Alarma LL	N/A	m3/s
		Alarma LL	N/A	m3/s
Transmisor Indicador de Presión Aguas Arriba Válvula VM-401	PIT-401	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor Indicador de Presión Aguas Abajo Válvula VM-401	PIT-402	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor de Posición Válvula VM-401	ZT-401	Alarma HH	N/A	%
		Alarma H	N/A	%
		Alarma LL	N/A	%

Fuente Autores.

- **INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (IHM).**

En la IHM se tienen los siguientes despliegues:

- Despliegue de los enclavamientos eléctricos básicos del sistema.
- Despliegue de los modos de control de la válvula VM-401, despliegue de alarmas y despliegue de eventos.
- Despliegue del estado de los equipos y variables del proceso.
- El sistema realizará la indicación de la posición de las válvulas VMB-401 y VMB-402.
- Todas las alarmas asociadas al sistema.
- Todos los eventos asociados al sistema.
- Visualización del estado manual, automático y remoto del sistema.

## **MODOS DE OPERACIÓN.**

### **a) Local-Manual**

La Válvula Multichorro VM-401 se puede operar manualmente mediante comandos dados por parte del operador desde la IHM del tablero de control. Este modo de operación es adecuado para realizar las funciones de puesta en servicio y mantenimiento. En esta selección, el control bloqueará los automatismos locales. Antes de la apertura de la válvula multichorro, se hará la apertura manual de las válvulas de mariposa VMB-401 y VMB-402. Los enclavamientos de seguridad del sistema permanecerán operativos. A continuación se enuncian las secuencias normales de operación para la apertura o cierre manual desde la IHM de la válvula mariposa VM-401.

- El selector ubicado (VM-401) en la puerta del tablero de control PLC-401 debe colocarse en la posición manual. Esta indicación de estado (Manual/Automático) se visualizara en el despliegue principal.
- En el despliegue principal el estado de la válvula VM-401 aparece el estado de (Lista ó No Lista). Si está en lista se pulsa sobre el mímico de la válvula que se quiere operar, y se pulsa sobre abrir o cerrar según sea el caso.
- Cuando la válvula VM-401 esté en “No Lista”, se debe verificar en el despliegue enclavamiento válvulas cuál es la condición anormal. (falla eléctrica, discordancia, sobre torque), cuando alguna de estas condiciones no se está cumpliendo no es posible abrir la válvula asociada. Cada una de estas anomalías generará una alarma en el despliegue de alarmas de la IHM.
- La condición falla eléctrica hace referencia a la falla de bajo voltaje en línea, tomada desde el actuador de la válvula VM-401.
- La condición discordancia es cuando llega la señal de Válvula Mariposa Abierta y Válvula Mariposa Cerrada (VMB-401 y VMB-402) al mismo tiempo.

### **b) Local-Automático**

Se podrá operar la válvula VM-401 mediante los automatismos propios de cada válvula, tales como modulación de la apertura de la válvula multichorro de acuerdo al valor del caudal descargado. La apertura de las válvulas VMB-401 y VMB-402 y

sus respectivos bypass no se realizará de forma automática su operación es únicamente manual. A continuación se enuncian las secuencias normales de operación del sistema de regulación de caudal a Bosconia:

- 1) El selector ubicado en la puerta del tablero de control PLC-401 se debe colocar en Automático. Una vez está en automático se podrá visualizar en la pantalla su estado.
  - 2) Las válvulas VMB-401 y VMB-402 deben estar en posición abierta (su apertura se hace de forma manual)
  - 3) Una vez el selector esté en el modo automático, y las válvulas VMB-401 y VMB-402 estén abiertas el sistema que tiene un control de lazo cerrado, buscará tener una consigna de caudal (según lo especificado debe ser de 2 m<sup>3</sup>/s)
  - 4) En el caso en que el medidor de caudal FIT-401 falle, el control de descarga se hará por la posición de apertura de la válvula VM-401.
  - 5) Cuando la válvula VM-401 esté en “No Disponible”, se debe verificar en el despliegue Enclavamiento Válvulas cuál es la condición anormal. (Falla Eléctrica, Discordancia, Sobre torque), cuando alguna de estas condiciones no se está cumpliendo no es posible abrir la válvula asociada. Cada una de estas anomalías generarán alarma en el despliegue de alarmas de la IHM.
- La condición Falla Eléctrica hace referencia a la falla de Bajo Voltaje en Línea tomada desde el actuador de la válvula VM-401.
  - La condición Discordancia es cuando llega la señal de Válvula Mariposa Abierta y Válvula Mariposa Cerrada (VMB-401 y VMB-402) al mismo tiempo.
  - La condición de sobre torque hace referencia a que la válvula está atascada y no es posible algún movimiento.

#### **11.1.5 Sistema de entrega planta angelinos.**

Para la descarga en la planta Angelinos se tiene una configuración de doble ramal y en cada uno se tiene instalado dos mariposas DN600PN25 con su línea de bypass con válvulas de cortina DN65PN25 y una Válvula Multichorro DN600PN25.

##### **11.1.5.1 Válvulas mariposa de guarda.**

Válvula DN600PN25 ubicadas aguas arriba y aguas debajo de cada válvula Multichorro. La operación de estas válvulas es manual previa igualación de presiones utilizando la línea de bypass. La válvula mariposa se mantiene abierta, excepto durante mantenimiento.

##### **11.1.5.2 Válvulas multichorro DN600PN25.**

Se encuentran localizadas en la descarga de Angelinos sobre una estructura de concreto reforzado, cerca de la planta de tratamiento de los Angelinos. La válvula tipo multichorro DN600PN25 es de construcción robusta, el diámetro es de 600mm,

presión entre 9,2y 50 m.c.a flujo máximo de 1,2 m<sup>3</sup>/s, con los dos o un solo ramal las válvulas están construidas por cilindros coaxiales bridados uno en el interior fijo perforado alrededor y unido al cuerpo externo aguas arriba de la válvula, el otro cilindro deslizante llamado obturador y accionado por husillos movidos por un actuador eléctrico instalado en la brida aguas abajo de la válvula.

En la planta Angelinos se entrega un caudal máximo de 1,2 m<sup>3</sup>/sya sea utilizando un solo ramal o los dos, con un rango de presión a la entrada de cada válvula multichorro de 9,2 a 50 m.c.a para los niveles mínimo de 843 msnm y máximo 885,8msnmrespectivamente, y una presión de 8,7 m.c.a a la salida de la válvula independiente del nivel del embalse. El control de flujo se realiza por medio de la válvula multichorro con un accionamiento por motor eléctrico

### **11.1.5.3 Operación del sistema de las válvulas mariposa y multichorro para los angelinos.**

El sistema de entrega de flujo para la planta los Angelinos está conformado por cuatro válvulas tipo mariposa (VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304) utilizadas para mantenimiento y dos válvulas tipo multichorro (VM-301 y VM-302) en línea para regular el caudal de salida.

- **INTERFAZ HOMBRE – MÁQUINA (IHM).**

En la IHM se pueden observar los siguientes despliegues:

- Despliegue de los enclavamientos eléctricos básicos del sistema.
- Despliegue de los modos de control de las válvulas VM-301 y VM-302, despliegue de alarmas y despliegue de eventos.
- Despliegue del estado de los equipos y variables del proceso.
- El sistema realizará la indicación de la posición de las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304.
- Todas las alarmas asociadas al sistema.
- Todos los eventos asociados al sistema.
- Visualización del estado manual, automático y remoto del sistema.

- **FUNCIONES DE SUPERVISIÓN.**

El sistema de control supervisará las siguientes variables:

- I. **Presiones Diferenciales:** Las señales de presión diferenciales de las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 las cuales serán adquiridas mediante un contacto seco libre de potencial a través interruptor diferencial de presión.
- II. **Medida de Caudal:** Se supervisará la medida de caudal de la tubería hacia Angelinos mediante un medidor de caudal ultrasónico a través de una señal de corriente 4-20mA.
- III. **Medida de Presión:** Se supervisará la medida de presión de la tubería de aducción aguas arriba de las válvulas VM-301 y VM-301

mediante un transmisor de presión a través de una señal de corriente 4-20mA.

- IV. **Posición de Válvulas:** Serán indicadas señales de estado de cierre o apertura de las válvulas VMA-301, VMA-302, VM-303 y VMA-304 a través de finales de carrera en señales digitales de entrada del controlador, y la señal de posición de las válvulas VM-301 y VM-302 a través del actuador eléctrico.

- **INSTRUMENTACIÓN RANGO DE VARIABLES.**

El rango de operación de los instrumentos comunicados a través de 4-20mA es el siguiente:

Tabla 10. Operación de instrumentos

DESCRIPCIÓN SENSOR	TAG	FALLA		UNIDAD
Transmisor Indicador de Caudal hacia Angelinos	FIT-301	Alarma HH	1.5	m3/s
		Alarma H	1.3	m3/s
		Alarma LL	N/A	m3/s
		Alarma LL	N/A	m3/s
Transmisor Indicador de Presión Aguas Arriba Válvula VM-301	PIT-301	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor Indicador de Presión Aguas Abajo Válvula VM-301	PIT-302	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor Indicador de Presión Aguas Arriba Válvula VM-302	PIT-303	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor Indicador de Presión Aguas Abajo Válvula VM-302	PIT-304	Alarma HH	105	m.c.a
		Alarma H	100	m.c.a
		Alarma LL	10	m.c.a
		Alarma LL	5	m.c.a
Transmisor de Posición Válvula VM-301	ZT-301	Alarma HH	N/A	%
		Alarma H	N/A	%
		Alarma LL	N/A	%
		Alarma LL	N/A	%
Transmisor de Posición Válvula VM-302	ZT-302	Alarma HH	N/A	%
		Alarma H	N/A	%
		Alarma LL	N/A	%

Fuente: Autores

- **MODOS DE OPERACIÓN.**

a) **OPERACIÓN LOCAL – MANUAL.**

En este modo de operación tiene las siguientes consideraciones:

- Operación directa desde el actuador o el volante de las válvulas multichorro VM-301 y VM-302

- Este tipo de operación inhibe la operación para niveles de control superiores.

**b) OPERACIÓN LOCAL – AUTOMÁTICO.**

En este modo de operación permite operar el sistema de acuerdo con la siguiente secuencia:

- Apertura y Cierre de las válvulas multichorro VM-301 y VM-302 para el control de caudal para entrega de la planta los Angelinos, con un caudal máximo hacia Los Angelinos de 1.2 m<sup>3</sup>/s.

**11.1.5.4 Operación de las válvulas de guarda tipo mariposa.**

**a) Operación Local – Manual.**

Estas válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 sólo operan en este modo bajo las siguientes condiciones.

- I. Las válvulas permanecerán abiertas durante la operación del embalse.
- II. Únicamente para mantenimiento en las Válvulas Multichorro VM-301 y VM-302 las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 deben permanecer cerradas.
- III. La apertura y cierre de las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 es de forma manual.
- IV. La operación de la válvula se realiza mediante presiones equilibradas determinadas por los interruptores de presión diferencial (PDS-301, PDS-302, PDS-303 y PDS-304).

• **OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS MULTICHORRO.**

**a) OPERACIÓN LOCAL – MANUAL.**

En este modo de operación se podrán operar las válvulas VM-301 y VM-302 manualmente mediante comandos dados por parte del operador desde la IHM del tablero de control. Este modo será adecuado para realizar las funciones de puesta en servicio y mantenimiento. En esta selección, el control bloqueará los automatismos locales. Antes de la apertura de la(s) válvula(s) multichorro, se hará la apertura manual de las válvulas de mariposa VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304. Los enclavamientos de seguridad del sistema permanecerán operativos. A continuación se enuncian las secuencias normales de operación para la apertura o cierre manual desde la IHM de las válvulas mariposa VM-301 y VM-302:

- I. El selector ubicado (ya sea el de la válvula VM-301 ó VM-302) en la puerta del tablero de control PLC-301 debe colocarse en la posición manual. Esta indicación de estado (Manual/Automático) se visualizara en el despliegue Principal.
- II. En el despliegue Principal el estado de las válvulas VM-301 y/o VM-302

aparece el estado de (Lista ó No Lista). Si está en Lista se pulsa sobre el mímico de la válvula que se quiere operar, y se pulsa sobre abrir o cerrar según sea el caso.

Cuando las válvulas VM-301 ó VM-302 estén en “No Lista”, se debe verificar en el despliegue Enclavamiento Válvulas cuál es la condición anormal. (Falla eléctrica, discordancia, sobre torque), cuando alguna de estas condiciones no se está cumpliendo no es posible abrir la válvula asociada. Cada una de estas anomalías generará una alarma en el despliegue de alarmas de la IHM.

- La condición Falla Eléctrica hace referencia a la falla de Bajo Voltaje en Línea tomada desde el actuador de las válvulas VM-301 y VM-302.
- La condición Discordancia es cuando llega la señal de Válvula Mariposa Abierta y Válvula Mariposa Cerrada (VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304) al mismo tiempo.
- La condición de sobre torque hace referencia a que la válvula está atascada y no es posible algún movimiento

#### **b) Operación Local – Automático.**

Se podrán operar las válvulas VM-301 y VM-302 mediante los automatismos propios de cada válvula, tales como modulación de la apertura de la válvula Multichorro de acuerdo al valor del caudal descargado. La apertura de las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 y sus respectivos bypass no se realizará de forma automática su operación es únicamente manual. A continuación se enuncian las secuencias normales de operación del sistema de regulación de caudal a Los Angelinos:

- I. Los selectores ubicados en la puerta del tablero de control PLC-301 se deben colocar en Automático. Una vez están en automático se podrá visualizar en la pantalla su estado.
- II. Las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 deben estar en posición abierta (su apertura se hace de forma manual)
- III. Una vez los dos selectores estén en el modo automático, y las válvulas VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304 estén abiertas el sistema que tiene un control de lazo cerrado, buscará tener una consigna de caudal (según lo especificado debe ser de 1.2 m<sup>3</sup>/s) este caudal se toma entre los dos ramales de las válvulas VM-301 y VM-302.
- IV. En el caso en que el medidor de caudal FIT-301 falle, el control de descarga se hará por la posición de apertura de las válvulas VM-301 y VM-302.
- V. Cuando las válvulas VM-301 ó VM-302 estén en “No Disponible”, se debe verificar en el despliegue Enclavamiento Válvulas cuál es la condición anormal. (Falla eléctrica, discordancia, sobretorque), cuando

alguna de estas condiciones no se está cumpliendo no es posible abrir la válvula asociada. Cada una de estas anomalías generarán alarma en el despliegue de alarmas de la IHM.

- La condición Falla eléctrica hace referencia a la falla de Bajo Voltaje en Línea tomada desde el actuador de las válvulas VM-301 y VM-302.
- La condición Discordancia es cuando llega la señal de Válvula Mariposa Abierta y Válvula Mariposa Cerrada (VMA-301, VMA-302, VMA-303 y VMA-304) al mismo tiempo.
- La condición de sobre torque hace referencia a que la válvula está atascada y no es posible algún movimiento.

## **12. LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS FASES DE LLENADO Y OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA**

Durante la fase de llenado y hasta el primer año de operación del embalse, ha de continuar dando cumplimiento a las fichas de manejo ambiental que incluyen el manejo y disposición de residuos sólidos, control de vertimientos, monitoreo de fauna, rescate y cuidado de especies vegetales y animales amenazados o en veda.

A manera general y a partir del inicio de la fase de llenado, las responsabilidades del amb incluyen:

- Durante las fases de llenado, operación y hasta el momento de cierre de la presa, se deberá hacer compensación forestal mediante reforestación y mejoramiento del paisaje tanto en la zona amortiguadora del embalse como en los diferentes predios que ha venido adquiriendo.
- Durante la operación del embalse deberá instruirse en el funcionamiento y correcto manejo de los equipos de operación del embalse. Lo anterior incluye conocer la evolución del nuevo ambiente léntico, controlar si fuese necesario la población de macrófitas y vectores acuáticos y garantizar el caudal ambiental de 50 l/s. Durante la fase de llenado el amb deberá comprobar el cumplimiento de las medidas de implementación de rescate y ahuyentamiento de fauna, la remoción de la vegetación del vaso y la implementación de señalización preventiva.
- Realización del manejo de las descargas de fondo y mitigación de sus posibles afectaciones aguas debajo de la presa.
- Implementación de un plan especial para el manejo de sequías que permita prever y regular el flujo hídrico y el abastecimiento de agua de las comunidades que se benefician del embalse.
- Potenciación de actividades productivas, económicas, recreacionales y turísticas con la participación de las comunidades del área de influencia del proyecto.
- Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica del embalse. Durante la fase de llenado los muestreos se han de realizar cada cuatro meses. Durante la fase de operación se realizarán dos monitores anuales hasta 5 años después del cierre del embalse; uno en la época de máxima precipitación y otro en la época de menos precipitación.
- Durante la fase de operación se deberá realizar la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la descarga de fondo mediante muestreos a realizar en el sitio de confluencia con el río Suratá o en el lugar donde se ubica la estación limnimétrica. Estos muestreos se han realizar de forma previa y posterior a cuando se hagan descargas de fondo.
- Durante la fase de llenado y pruebas habrá de continuarse la implementación del sistema de seguimiento de las actividades de aprovechamiento forestal como establece la ficha de manejo.

- Durante la fase de llenado, pruebas y operación, se habrá de continuar con la verificación de las actividades de conservación de especies de flora amenazada con relación a las metas planteadas, tal y como establece la ficha de manejo.
- Durante la fase de llenado y pruebas, y dando cumplimiento a la ficha de manejo, la interventoría habrá de continuar con las actividades de seguimiento del programa de compensación forestal de tal manera que se cumplan con las metas propuestas.

A continuación, se explican de forma clara y detallada los lineamientos a seguir a partir del momento en que se inicie el llenado del embalse, durante la fase de operación y el futuro cierre y abandono del mismo.

## 12.1 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

A continuación en la tabla 11 se incluye la ficha de manejo correspondiente al programa de residuos sólidos.

Tabla 11. Manejo De Residuos Sólidos

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS			
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
		Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operadores de la caseta de control y vigilancia de la presa y descarga de fondo.</li> <li>- Personal encargado de la recolección de residuos sólidos</li> <li>- Residente ambiental / Inspector Ambiental</li> <li>- Servicio de recolección de residuos sólidos convencionales y peligrosos</li> </ul>			
<b>RESPONSABLES:</b>			
<p>Es responsabilidad del contratista implementar las medidas de manejo de residuos sólidos durante el llenado y el primer año de operación del embalse.</p> <p>Es responsabilidad del amb implementar todas las medidas de manejo de residuos sólidos durante el llenado desde operación hasta la clausura del proyecto.</p>			
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación y segregación de residuos sólidos de acuerdo a sus características</li> <li>- Almacenar temporalmente los residuos de tal manera que exista propagación de vectores</li> <li>- Disposición de residuos con prestadores de servicio autorizados por la autoridad ambiental Diligenciamiento de registro RESPEL</li> </ul>			
<b>MEDIAS DE MANEJO</b>			
<p>Tanto en la fase de llenado como durante la operación del embalse se debe continuar la separación de residuos sólidos obedeciendo a la siguiente clasificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ordinarios e inertes (Verde):</b> Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, colillas, icopor, plástico no reciclable, papel carbón, envases tetra pack y residuos de alimentación.</li> </ul> <p><b>Papel, cartón, Periódico (Gris):</b> Todo tipo de material reciclable como: papel y cartón limpio y seco (archivo, periódico y revistas), radiografías, envases, plástico, frascos de vidrio, tapas, latas metálicas y plásticos recuperables (para el caso de frentes de obra).</p>			

- **Plásticos (Azul) (solo oficinas):** plástico recuperable como garrafas, tarros de bebidas, bolsas de suero y polietileno.<sup>16</sup>

En caso que durante estas fases se presenten residuos con características de peligrosidad se dispondrán en contenedores de color rojo, estos residuos pueden ser lámparas de litio, tóner de impresoras, cartuchos, estopas impregnadas con aceites lubricantes, hidrocarburos u otro tipo de sustancias químicas, envases de sustancias químicas, bolsas de cemento.

### a. ALMACENAMIENTO TEMPORAL

Durante el primer año de operación y hasta la finalización de la vida útil del proyecto, se deberá disponer de un lugar de almacenamiento temporal de residuos. Este lugar debe ser acorde a lo establecido en la normativa nacional.

El lugar de almacenamiento debe estar siempre aseado, fumigado y desinfectado con la regularidad que exige la actividad que allí se va a desarrollar de conformidad con los requisitos y normas establecidas en el decreto 2981 del 2013.

### b. DISPOSICIÓN FINAL

Los residuos de acuerdo a su clasificación se dispondrán de la siguiente forma:

- **Domésticos y/o Ordinarios:** se dispondrán en un relleno sanitario debidamente autorizado por la autoridad ambiental, se adelanta esta gestión con la Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB.
- **Reciclables y/aprovechables:** Se dispondrán a través de empresas y/o cooperativas, dedicadas al reciclaje. Las natas y sedimentos producidos por las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas se podrán disponer como abono en los ZODMES.
- **Residuos Peligrosos y especiales:** Se debe asegurar la prestación de este servicio por parte de una empresa debidamente autorizada por la autoridad ambiental. Actualmente esta labor de recolección es realizada por la empresa ALBEDO S.A.S. E.S.P.

Todos los lugares de almacenamiento deberán estar señalizados con las correspondientes señales de advertencia, obligación, prohibición e información, además de contar con sistemas de control de incendios, tales como equipos de extinción y/o suministro cercano de agua.

### c. REGISTRO RESPEL

El amb debe reportar anualmente ante el IDEAM los residuos sólidos peligrosos generados el año anterior por medio del portal electrónico: <http://kuna.ideam.gov.co/mursmpr/index.php>; como cumplimiento de los requisitos legales.

## 12.2 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y/O VERTIMIENTOS

A continuación en la tabla 12, se presenta la ficha de manejo correspondiente al programa de aguas residuales y/o vertimientos

<sup>16</sup>INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos.2009

Tabla 12. Manejo De Aguas Residuales.

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES</b>			
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><b>RECURSOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de laboratorio acreditado por el IDEAM semestralmente</li> <li>- Servicio de laboratorio para el estudio de capacidad de asimilación de la corriente de la descarga vertida.</li> <li>- Personal para el mantenimiento de los sistemas de tratamiento</li> <li>- Residente ambiental / Inspector Ambiental</li> </ul>			
<p><b>RESPONSABLES:</b></p> <p>Es responsabilidad del contratista implementar las medidas de manejo de aguas residuales o vertimientos el primer año de operación del embalse.</p> <p>Es responsabilidad del amb implementar todas las medidas de manejo de vertimientos después del primer año de operación hasta la clausura del proyecto.</p> <p><b>ASPECTOS RELEVANTES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo semestrales de los sistemas de tratamiento de las oficinas y casetas de operación</li> <li>- Servicio de laboratorio para el estudio de capacidad de asimilación de la corriente de la descarga vertida.</li> </ul> <p>Reporte y pago de tasas retributivas anualmente</p>			
<p><b>MEDIDAS DE MANEJO</b></p> <p><b>Mantenimiento de los sistemas de tratamiento compactos:</b></p> <p>Los sistemas de tratamiento de aguas residuales han de recibir mantenimiento según las especificaciones del fabricante y diseño del sistema, que por lo general contempla un mantenimiento cada seis meses.</p> <p style="text-align: center;"><b>a. PERMISO DE VERTIMIENTOS Y MONITOREO FASE OPERACIÓN.</b></p> <p>El amb cuenta con un permiso de vertimientos definitivo en calidad de usuario nuevo con las siguientes características.</p> <p>Vigencia: 10 (diez) años (2013-2023), de conformidad con lo establecido en el decreto 3930 de 2010.</p> <p>➤ <b>b. OBLIGACIONES DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una vez entren en funcionamiento los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica, se deberán crear formatos, minutas u hojas de vida de cada una de las unidades de tratamiento, donde se registrará diariamente los caudales afluentes y efluentes, volúmenes de lodos de las unidades, caudales tratados, cantidades de lodo generado, mantenimientos preventivos y correctivos, parámetros In Situ, entre otros. Dichos formatos de información estarán sujetos a revisión, seguimiento, vigilancia y control por parte de la autoridad ambiental competente.</li> <li>2. Una vez empiece a funcionar la oficina técnica y casetas de control y vigilancia, deberá realizar lo estipulado en la resolución CDMB 1235 de 2014, (artículo tercero numeral 2).</li> </ol>			

- Estudio de capacidad de asimilación de la corriente de la descarga vertida (río Tona).
- Monitoreo del afluente y efluente de cada punto de interés (oficina técnica y casetas de control y vigilancia) con el fin de caracterizar cada uno de los vertimientos a realizar en la etapa de operación del embalse teniendo en cuenta los parámetros del artículo 72 y 74 del decreto 1594/84 y la resolución 631 de 2015.
- Monitoreo a la corriente hídrica receptora de los vertimientos, por lo menos en un punto aguas arriba y uno agua abajo de éstos, en una distancia establecida técnicamente, con el fin de evaluar el comportamiento hidráulico del río Tona (caudal). Este monitoreo se debe realizar en el mismo momento que se estén realizando los vertimientos sobre el río, y se procurará siempre tomar la muestra de agua correspondiente al volumen de control.

“La autoridad ambiental competente podrá exigir valores más restrictivos en el vertimiento a aquellos generadores que aun cumpliendo con la norma de vertimiento, generen concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para el uso asignados al recurso. Para tal efecto, deberá realizar el estudio técnico que lo justifique”. Como se observa en la tabla 13 se muestran los valores de referencia.

Tabla 13. Valores referencia exigidos por la norma

REFERENCIA	VALOR	
Ph	5 a 9 unidades	
Temperatura	≤ 40°C	
Ácidos, bases o soluciones acidas o básicas que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables	Ausentes	
Solidos sedimentables	≤ 10 mL/1	
Sustancias solubles en hexano	≤100 mg/1	
	<b>Usuario E istente</b>	<b>Usuario Nuevo</b>
Solidos suspendidos para desechos domésticos e industriales	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Demanda bioquímica de oxígeno		
Para desechos domésticos	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción ≥ 30% en carga	Remoción ≥ 30% en carga
Caudal Máximo	1.5 veces del caudal promedio horario	

Fuente. Autores.

3. Se debe presentar a la CDMB un informe cada seis meses sobre la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento debidamente soportados en un estudio de caracterización de vertimientos.
4. Para programar esta caracterización, se debe anexar el formato de plan de muestreo, el cual debe ser enviado a la CDMB con quince (15) días de anterioridad a la fecha del monitoreo.

El monitoreo deberá ser realizado por empresas acreditadas por el IDEAM según Decreto 1600 de 1994, tanto en monitoreo como en análisis de laboratorio.

## **b. TASA RETRIBUTIVA: POR USO DEL AGUA COMO CUERPO RECEPTOR DE VERTIMIENTOS.**

De conformidad con lo establecido en el Decreto 2667 de 2012 “por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones”, las Autoridades Ambientales son las competentes para cobrar y recaudar la tasa retributiva por vertimientos puntuales al recurso hídrico, siendo obligados al pago de la misma todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales directa o indirectamente al recurso hídrico.

Para el cálculo de este pago el amb, los tres primeros meses de cada año debe hacer llegar a la CDMB el formato de auto declaración de vertimientos para Industria debidamente diligenciado, donde incluirá información de uno de los monitores más representativos de cada uno de los puntos muestreados en el año anterior.

Este formulario se encuentra disponible para descargar en el link <http://www.CDMB.gov.co/web/ciudadano/tramites> de la página de la CDMB, en el ítem 13. Cobro de tasa retributiva por vertimientos, sin embargo en el anexo 1 se encuentra dicho formato.

Si se presentan modificaciones a las condiciones por las que se otorgó el permiso de vertimientos el amb deberá dar aviso por escrito a la CDMB, indicando en que consiste la modificación y anexando la información pertinente.

## **12.3 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES.**

A continuación en la tabla 14 se observa la ficha de manejo correspondiente al programa de aguas superficiales

Tabla 14. Ficha de Manejo De Aguas Superficiales

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES</b>									
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b> - Servicio de laboratorio acreditado por el IDEAM cuatro veces en el año donde contemple parámetros físicos, microbiológicos, e hidrobiológicos.									
<b>RESPONSABLES:</b> El seguimiento y evaluación del desempeño está a cargo de la Interventoría. En la operación del embalse: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga									
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>  Monitoreos periódicos 4 veces en el año en los 6 puntos mencionados  Durante las fases de llenado, pruebas, operación, cierre y abandono, se han de realizar muestreos anuales en cuatro momentos procurando incluir períodos hidrológicos contrastantes (aguas altas, aguas bajas y transiciones) durante y después de la									

construcción del embalse y serán definidas 6 estaciones de muestreo:

1. Aguas abajo de la Presa - (en donde estará ubicada la estación limnimétrica)
2. Quebrada la Reforma - (en donde estará ubicada la estación limnimétrica)
3. Río Tona – (antes de la confluencia de la Q. Ranas a esta fuente.)
4. Quebrada Ranas - (en donde estará ubicada la estación limnimétrica)
5. Quebrada los Monos (en donde estará ubicada la estación limnimétrica)
6. Quebrada Gualilo – (en donde estará ubicada la estación limnimétrica)

En las fuentes hídricas mencionadas anteriormente se deberán monitorear los siguientes parámetros:

- **Físicoquímicos In situ:** pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y % de saturación de oxígeno, Temperatura del agua y temperatura ambiente.
- **Laboratorio:** DBO, DQO, Sólidos totales, Sólidos disueltos, Sólidos suspendidos, Fósforo total, Fosfatos, Nitrógeno total, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Turbiedad, Alcalinidad, Dureza y bicarbonatos.
- **Microbiológicos:** Coliformes totales y fecales
- Caudal en cada afluente del embalse (Q. Reforma, Gualilo, Ranas y Los Monos) medido en las estaciones de aforo construidas
- **Hidrobiológicos:** Para las comunidades hidrobiológicas (perifíton, macro invertebrados y peces) se establecerá índices de diversidad, dominancia y equidad, estimadores de riqueza aparición y pérdida de especies, curva de acumulación de especies, abundancia por especies, aporte de biomasa por especie, frecuencia de ocurrencia por estación y muestreo.

El monitoreo deberá ser realizado por empresas acreditadas por el IDEAM según Decreto 1600 de 1994, tanto en monitoreo como en análisis de laboratorio.

## 12.4 CONCESIÓN DE AGUAS DE USO PÚBLICO.

A continuación en la tabla 15 se observa la ficha de manejo correspondiente al programa de concesión de aguas.

Tabla 15. Resumen Concesión De Aguas

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA LA CONCESIÓN DE AGUAS									
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>									
- Caudalímetro para control de agua en la quebrada los monos de acuerdo a la concesión									
- Caudalímetro para control de agua en la quebrada la reforma de acuerdo a la concesión									
<b>RESPONSABLES:</b>									
Después del primer año de operación del embalse hasta la clausura del proyecto: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga									
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>									
- Toma de lectura de Caudalímetro diariamente para el control de la concesión									
- Modificación de la Resolución No. 0136 del 26 de febrero de 2001									
- Pago por tasas por uso del agua anualmente.									

El operador del embalse deberá contar con instrumentos de control de caudal (caudalímetro debidamente calibrado) para las siguientes concesiones de agua de uso público otorgadas mediante resolución 1235 de 2014 para las fases de llenado y operación:

➤ **FASE LLENADO**

1. Captación de aguas sobre el río Suratá en las coordenadas N= 1.283.068 E= 1.106.512; para humectación de vías en caudal de 2 l/s, durante un periodo de 2 años, es decir hasta diciembre de 2016.
2. Captación de aguas sobre el río Tona en las coordenadas N= 1.283.056 E= 1.109.185, para el llenado del embalse y posterior uso doméstico. El caudal inicial corresponderá a todo el caudal que discurra por el río Tona una vez se baje la compuerta dejando como obligación, que el Acueducto deberá mantener en la fuente un caudal ecológico o ambiental, aguas abajo de la presa de 50 l/s. El periodo de otorgamiento inicial para este propósito se considera en 10 años, es decir hasta diciembre del año 2024.
3. La descarga del caudal ecológico que debe entregar al río Tona inmediatamente aguas abajo de la presa será inicialmente de 66 l/s con el nivel máximo extraordinario del embalse a la elevación 891,60 msnm, y 50 l/s con el embalse al nivel mínimo a la elevación 841 msnm.

En este sentido el caudal ecológico de 50 l/s se entregaría a partir de la cota 776,61 msnm aguas abajo de la presa. Dado que la presa del río Tona se construyó muy cerca de la confluencia de éste con el río Suratá, el tramo regulado con dicho caudal es muy corto de 80 a 100 metros aproximadamente, por tanto de deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aguas abajo del cuerpo de la presa y antes de la confluencia con el río Suratá, se ubicaron las obras del cuenco de disipación del vertedero de excesos del embalse (en caso que se presenten grandes crecientes que superen la capacidad de desembalse), de igual forma se encuentra la estructura de disipación de la salida de la descarga de fondo y en sus inmediaciones se encuentra enterrada la tubería de aducción hacia la planta Los Angelinos.
- Un aspecto que se debe considerar es que de los 28.260 km de longitud que tiene el río Tona en su cuenca, solo se afectará por la regulación del caudal ecológico los últimos 100 m, es decir el 0,35 % de su longitud total.
- Estos últimos 100 m y de acuerdo a los estudios forestales, faunísticos e ícticos, el río no albergan nichos de conservación o de importancia ecológica. Este tramo corresponde al área más estrangulada del río y de otra parte históricamente se presentaron afectaciones por la construcción de la vía interveredal, la construcción del puente sobre el río Tona en la vía que conduce de Bucaramanga al municipio de Matanza, explotaciones mineras y pastizales dedicados a la ganadería. Actualmente este tramo no tiene usuarios del recurso agua y los predios son propiedad del .amb
- Con las consideraciones expuestas el impacto de regulación del caudal ecológico sobre el río Tona es mínimo. Una vez se normalice la operación del embalse, el caudal remanente del río aportante después de la captación de los 1200 l/s para la planta Los Angelinos y de los 2000 l/s ocasionales para la planta Bosconia, se descargará al río Tona.

## 12.5 FASE OPERACIÓN

Para la etapa de operación, el amb directamente y en nombre propio, deberá modificar la Resolución No. 0136 del 26 de febrero de 2001 en el sentido de adicionar los 1.200 l/s para la planta de tratamiento Los Angelinos y de forma ocasional 2.000 l/s para la planta de Bosconia cuando las condiciones sanitarias del Río Suratá así lo obligue. De igual forma se requiere que se adicione la concesión en 0,4 l/s para las oficinas y casetas de vigilancia y control en la etapa de operación (0,2 l/s se captarían en la Q. La Reforma o en su defecto del mismo embalse, y 0,2 l/s de la Q. Los Monos). El control de los caudales concesionados se deberá llevar en un registro de mediciones donde se evidencie el cumplimiento a lo mencionado en la resolución CDMB.

### 12.5.1 Tasa por uso del agua.

Anualmente se enviará a la autoridad ambiental CDMB, el reporte de los caudales concesionados de las fuentes adscritas en los diferentes actos administrativos (resolución CDMB 001355 y resolución CDMB 1235 de 2014), donde adjuntará los registros diligenciados de consumo de agua que se realizaron en el año anterior.

### 12.5.2 Manejo de control de calidad del aire y ruido.

Tabla 16. Resumen Manejo De Control De Calidad Del Aire Y Ruido

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA LAS MEDIDAS DE MANEJO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO			
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input type="checkbox"/>	Cierre	<input type="checkbox"/>
Llenado y pruebas			
<input type="checkbox"/>			
<b>RECURSOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo de calidad del aire por laboratorio Acreditado por el IDEAM</li> <li>- Monitoreo de Ruido por laboratorio acreditado por el IDEAM</li> </ul>			
<b>RESPONSABLES:</b>			
Responsabilidad de amb desarrollar el muestreo de calidad del aire y ruido durante la fase de llenado y operación.			
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo de calidad del aire de la fase de llenado y operación.</li> </ul>			
<b>MEDADAS DE MANEJO</b>			
<p>a. MANEJO Y CONTROL DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO</p> <p>Se debe realizar un monitoreo de la calidad del aire y un monitoreo de ruido durante el llenado y operación del embalse.</p>			
<p>b. LUGARES DE MEDICIÓN CALIDAD DEL AIRE</p> <p>El monitoreo de calidad del aire se realizará en dos puntos limítrofes con el proyecto y uno orientado hacia la zona poblada más cercana. A continuación, se describe la localización de las estaciones en la anterior toma de muestras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación Bosconia: El punto de medición se ha ubicado en el barrio Bosconia en el patio de las instalaciones de la planta de tratamiento de Agua Potable “Bosconia”, del amb, a 500 metros de la vía intermunicipal Bucaramanga Matanza.</li> </ul>			

- Portería de acceso: El equipo se ha ubicado en la parte alta del terreno frente a la portería de acceso del PREB, sobre un montículo aproximadamente 30 m de la calzada de acceso al proyecto.
- Sector Mirador – Antenas: La estación de monitoreo se ubicó en la parte alta de la montaña a la salida del proyecto a unos 40 metros de la vía que conecta la vereda Monserrate.

#### a. LUGARES DE MEDICIÓN DE RUIDO

Las mediciones de ruido se harán en los tres puntos donde se medirá calidad del aire, una en el sector de puente Tona, dos más en la zona de amortiguación, una en cada margen del río.



#### d. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Medición de material particulado, gases y ruido, para determinar la calidad de aire considerando lo expuesto en la normatividad y protocolos vigentes para el muestreo de la calidad del aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. Para esto se debe contactar con laboratorios acreditados por el IDEAM.

Para la medición del ruido generado por el proyecto se realizarán seguimientos en las áreas aledañas a las obras, empleando un sonómetro, la frecuencia de muestreo será en horario diurno de 7:01 a las 21:00 horas y nocturno desde las 21:01 hasta las 7:00 horas.

## 12.6 MANEJO DE TRANSITO Y SEÑALIZACIÓN.

Se debe continuar con las actividades de señalización durante las fases de llenado del embalse y la operación. A continuación, se presentan los colores y señales de seguridad a utilizar en las diferentes áreas y actividades del proyecto para la prevención de accidentes y riesgos contra la salud y situaciones de emergencia.

Tabla 17. Resumen Manejo De Transito Y Señalización

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DE TRANSITO Y SEÑALIZACIÓN			
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input type="checkbox"/>
Llenado y pruebas <input type="checkbox"/>			
<b>RECURSOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señales para productos químicos.</li> <li>- Señales informativas.</li> <li>- Señales preventivas</li> </ul>			
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar señalización de acuerdo a las actividades que se desarrollen en las fases de llenado y operación del embalse.</li> </ul>			
<b>RESPONSABLES:</b>			
Durante el llenado del embalse y el primer año de operación será responsable el amb.			
<b>MEDIDAS DE MANEJO:</b>			
➤ <b>CLASES DE SEÑALIZACIÓN</b>			
La señalización se puede clasificar en función de la forma como es percibida, de la			

siguiente forma:

1. Señalización óptica: Es el sistema de señalización que se basa en la apreciación de las formas y los colores por medio del sentido de la vista. Incluye:
  - Señales de seguridad.
  - Colores de señalización.
  - Balizamiento.
  - Iluminación de emergencia.
2. Señalización acústica: Este tipo de señales se basa principalmente en la emisión de sonidos que son recibidos por el oído en forma instantánea (alarmas, timbres, altavoces, etc.) y transportan un determinado mensaje. Se usará principalmente para dar a conocer diferentes tipos de alerta en el proyecto, en casos de emergencia.

### c. SEÑALES DE SEGURIDAD

Son aquellas que resultan de la combinación de geometría, un color y un símbolo o pictograma. Es el método de señalización más ampliamente usado. Según su significado, las señales se clasifican en:

- **DE PROHIBICIÓN:** Prohíben comportamientos que puedan derivarse en situaciones peligrosas.
- **DE OBLIGACIÓN:** Obligan a un comportamiento determinado.
- **DE PREVENCIÓN:** Advierten de un peligro.
- **DE INFORMACIÓN:** Pueden proporcionar una indicación relativa a seguridad, emergencias (salidas de emergencia, situación de los puestos de primeros auxilios o de dispositivos de emergencia, etc.) o equipos contra incendio.

Los colores básicos empleados en las señales de seguridad se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Colores básicos empleados en las señales de seguridad

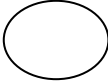


COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
ROJO	Prohibición Lucha contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pare</li> <li>• Prevención</li> <li>• Prohibición</li> <li>• Contra incendios</li> </ul>
AZUL *	Obligación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de elementos de protección personal</li> <li>• Acciones de mando</li> </ul>
AMARILLO	Precaución Zona de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de riesgos</li> <li>• Señalización de umbrales, pasillos de poca altura, obstáculos, etc.</li> </ul>
VERDE	Condición de seguridad Primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de vías y salidas de emergencia</li> <li>• Duchas de emergencia</li> <li>• Puestos de primeros Auxilios.</li> </ul>

Fuente Autores.

\* El azul se considera color de seguridad solo cuando se usa en forma circular

- **Forma geometría y significado de las señales de seguridad.**





Tabla 19. Geometría señales de seguridad

FORMA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO
	Prohibición o acción de mando.
	Prevención.
	Información (incluyendo instrucciones).

Fuente. Autores

A continuación, se proporcionan algunos ejemplos de las señales que se van a implementar en las zonas de acceso al embalse a tener en cuenta por los visitantes, y por el personal administrativo y de operativo


Tabla 20. Señales de prohibición.





INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
<b>Prohibido fumar</b>	Cigarrillo encendido	 PROHIBIDO FUMAR
<b>Prohibido encender fósforos y fumar</b>	Fósforo encendido	 PROHIBIDO ENCENDER FUEGO
<b>Prohibido el paso</b>	Siluetas humana caminando	 PROHIBIDO EL PASO
<b>Prohibido usar agua como agente extintor</b>	Agua cayendo sobre el fuego	 NO APAGAR CON AGUA

Fuente. Autores

- **Señales de obligación.**

Tabla 21. Señales de obligación

INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
<b>Uso obligatorio de casco</b>	Cabeza portando casco	 USE CASCO


<b>Uso obligatorio de protección auditiva</b>	Cabeza llevando elementos de protección auditiva	
<b>Uso obligatorio de protección ocular</b>	Cabeza llevando anteojos de seguridad	
<b>Uso obligatorio de calzado de seguridad</b>	Un zapato de seguridad	
<b>Uso obligatorio de guantes de seguridad</b>	Un par de guantes	

Fuente. Autores

- **Señales de prevención.**

Tabla 22. Señales de prevención


INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
<b>Prevención general, precaución, riesgo de daño</b>	Signo de admiración	
<b>Precaución riesgo de intoxicación</b>	Calavera y huesos cruzados	
<b>Precaución, riesgo de incendio</b>	Llama	
<b>Precaución, riesgo de corrosión</b>	Líquido goteando sobre una mano y una barra	
<b>Precaución materiales oxidantes y comburentes</b>	Corona circular con una flama	
<b>Precaución, riesgo de explosión (Voladuras)</b>	Bomba estallando	

<b>Precaución, riesgo de choque eléctrico</b>	Flecha cortada en posición vertical hacia abajo	
---	---	---

Fuente. Autores

- **Señales de información.**


Tabla 23. Señales de información.




INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
<b>Ubicación de extintor</b>	Silueta de un extintor con flecha direccional	
<b>Ubicación de gabinete</b>	Silueta de un hidrante con flecha direccional	
<b>Ubicación de salida de emergencia</b>	Silueta humana avanzando hacia una salida de emergencia indicando con flecha direccional el sentido requerido	
<b>Ubicación de estaciones y botiquín de primeros auxilios</b>	Cruz y flecha direccional	
<b>Ducha de emergencia</b>	Silueta humana debajo de la ducha	 Ducha de seguridad

Fuente. Autores.

- **Identificación de productos químicos.**

Tabla 24. Identificación de productos químicos

INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
<b>Ubicación de Líquido Inflamable</b>	Flama sobre barra horizontal	

<b>Ubicación sustancias corrosivas</b>	Líquido goteando sobre una mano y una barra	
<b>Ubicación Gas Inflamable</b>	Flama sobre barra horizontal	
<b>Ubicación sólido Inflamable</b>	Flama sobre barra horizontal. Barras rojas y blancas verticales	

Fuente. Consultado en <http://es.slideshare.net/andresztorres1/ntc-1461higieneysseguridadcoloresysenalesdeseguridad>

La señalización de identificación de productos químicos se utilizará para indicar las zonas en donde estos se almacenarán. El rotulado de cada uno de los contenedores o envases de productos químicos será responsabilidad del proveedor del producto.

## 12.7 MANEJO DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL

La interventoría del proyecto debe verificar que se hayan desarrollado las actividades de aprovechamiento forestal y descapote en el vaso, previo al llenado del embalse y que se haya hecho la recuperación del horizonte o (capote) y el horizonte A, (en sitios donde sea posible).

Teniendo en cuenta que estos horizontes contienen en sentido descendente materia orgánica, se debe verificar que su almacenamiento para su posterior utilización haya sido en lugares donde los impactos sean mínimos, tanto para el ambiente como para la población.

Tabla 25. Resumen Manejo Del Aprovechamiento Forestal

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL</b>	
Pre construcción <input type="checkbox"/>	Construcción <input type="checkbox"/> Llenado y pruebas <input checked="" type="checkbox"/> Operación <input checked="" type="checkbox"/> Cierre <input type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motosierras, machetes, equipos de protección y demás herramientas que se consideren necesarias.</li> <li>- Vivero para el mantenimiento de epífitas.</li> <li>- Ingeniero Forestal</li> <li>- Residente Ambiental</li> <li>- Cuadrilla forestal (labores de tala, rescate y mantenimiento de epífitas)</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES:</b>	

Ambse hace responsable del aprovechamiento forestal que debe concluir en la fase de llenado y pruebas del embalse.

**ASPECTOS RELEVANTES:**

- El aprovechamiento forestal es imperioso para minimizar el proceso de eutrofización una vez se forme el espejo de agua; permite además la identificación y rescate de plantas que pueden ser reubicadas en franjas de protección creadas para tal fin.

**12.8 RESCATE DE FAUNA SILVESTRE Y PECES**

Las actividades de rescate de fauna silvestre y peces están enfocadas a la fase de llenado del embalse ya que la desviación y trasvase de cauces son procesos que se realizan en poco tiempo, afectan en flujo natural de los cuerpos de agua y alteran de manera profunda la dinámica y composición de las poblaciones de organismos hidrobiológicos.

Tabla 26. Resumen Rescate De Fauna Silvestre Y Peces

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL RESCATE DE FAUNA SILVESTRE Y PECES	
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>
Construcción	<input type="checkbox"/>
Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input checked="" type="checkbox"/>
Cierre	<input type="checkbox"/>
<p><b>RECURSOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lancha, nasas, atarraya, bidones.</li> <li>- Herramientas de restricción (pinzas ofídicas, pértiga de restricción, bolsas de transporte, guacales y bolsas para el almacenamiento temporal de individuos) y caseta para el mantenimiento de fauna.</li> <li>- Biólogo</li> <li>- Operador de lancha</li> <li>- Auxiliares de campo</li> <li>- Residente Ambiental</li> <li>- Inspector ambiental</li> </ul>	
<p><b>RESPONSABLES:</b></p> <p>Amb se hace responsable de estas actividades hasta el primer año de operación.</p>	
<p><b>ASPECTOS RELEVANTES:</b></p> <p>El rescate de fauna y peces constituye una labor ambiental de incalculable valor pues denota compromiso con el cuidado y preservación del ecosistema luego de su afectación.</p> <p>➤ <b>MEDIDAS DE MANEJO</b></p> <p>➤ <b>a. RESCATE Y TRANSPORTE DE PECES</b></p> <p>En el tramo entre la descarga de fondo y el río Suratá, se habrán de rescatar las especies de peces que se puedan ver afectadas al momento del cierre del túnel de desvío. Estos peces se han de reubicar aguas arriba sobre el río Tona o aguas abajo en el río Suratá. El llenado del embalse implica la reducción de caudal del río Tona de 1.1150 l/s a 50 l/s (caudal ecológico) en el tramo de 70 metros que va de la descarga de fondo hasta la confluencia con el río Suratá; es decir, una reducción del 96% de su caudal promedio. La</p>	

deseccación de los márgenes del río puede provocar el aislamiento y muerte de los peces que se encuentren refugiados bajo las rocas o en pozas de poca profundidad. Teniendo en cuenta lo anterior, se llevará a cabo el rescate y reubicación de la ictiofauna que pueda quedar aislada del río. Se utilizarán nasas y atarraya para atrapar los peces y baldes con agua para su depósito provisional. Una vez rescatados, los peces deberán ser separados por morfotipos para luego ser contados, medidos, pesados y fotografiados según el formato de campo diseñado para este fin. Finalmente serán reubicados en el río Tona aguas arriba del embalse.

El tramo de río discurre entre el talud de la vía etapa 1 y la contra-Ataguía construida para su encausamiento. Mantiene un ancho de aproximadamente 5 metros, pendiente pronunciada y corta longitud; por tanto, no se prevé la formación de pozas profundas que dificulten la faena de rescate. En caso que se encuentren peces muertos, estos serán dispuestos en un lugar alejado del río de tal manera que se evite su contaminación.

#### ➤ **b. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS DURANTE EL LLENADO DEL EMBALSE**

Se deberán realizar patrullajes fluviales y terrestres con el fin de rescatar la fauna en el área de influencia del embalse durante el primer mes del llenado. Esta actividad pretende rescatar los animales que pueden quedar atrapados en madrigueras, que trepen en árboles que por las condiciones de pendiente no hayan sido talados y fauna que se refugie en empalizadas que trae el río.

Es de gran importancia que a todos los individuos que se rescaten se les tomen registro fotográfico, medidas corporales y datos reproductivos. De tratarse de peces se hará un conteo rápido indicando su especie; toda esta información deberá ser documentada en formatos elaborados para tal fin, con el cual se espera completar el registro ícticos de la zona afectada. En caso de encontrarse animales muertos, estos deberán ser enterrados en zonas determinadas por el encargado ambiental del proyecto. Si se sospecha de alguna enfermedad, se deberán remitir a incineración.

### **12.9 MANEJO AMBIENTAL DEL EMBALSE**

Para garantizar el funcionamiento óptimo y una evolución hacia la estabilidad ecosistémicas del embalse que le permita al amb seguir entregando agua a la ciudad de excelentes condiciones fisicoquímicas, organolépticas y bacteriológicas, es necesario el trabajo coordinado de la mano con la Autoridad Ambiental pues es ella quien ejecuta las acciones de seguimiento al plan de ordenamiento y manejo, solo así se logrará que exista un verdadero control de las fuentes puntuales y difusas de contaminación, para esto se debe supervisar el uso del suelo y el crecimiento poblacional dentro de la cuenca de manera permanente para controlar aportes de aguas residuales que si no son tratadas llegarán al embalse.

Como parte del manejo ambiental del embalse, el amb debe conocer la evolución del nuevo ambiente léntico y la consecuente adaptabilidad de las comunidades al nuevo hábitat contemplando las características fisicoquímicas y biológicas del mismo, de manera que se puedan implementar medidas que permitan mitigar los

impactos sobre la calidad del agua en la etapa de llenado y operación del embalse. Además, debe realizar controles para evitar la proliferación de macrófitas y vectores acuáticos asociados al nuevo ecosistema.

Tabla 27. Resumen Manejo Ambiental Del Embalse

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO AMBIENTAL DEL EMBALSE	
Pre construcción <input type="checkbox"/>	Construcción <input checked="" type="checkbox"/> Llenado y pruebas <input checked="" type="checkbox"/> Operación <input checked="" type="checkbox"/> Cierre <input type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para realizar estas labores se hace necesario utilizar embarcaciones para la recolección de macrófitas y una zona de acumulación de las mismas donde se les de tratamiento.</li> <li>- Vinculación con entidades de salud para el manejo y control de vectores.</li> <li>- El cumplimiento de estas obligaciones involucra a todo el personal que asuma las labores de operación del embalse por parte del amb, tanto personal con responsabilidad ambiental como técnico.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES:</b> amb	
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>	
Es importante que el amb además de llevar a cabo el control de macrófitas y vectores de enfermedades, haga trabajo comunitario con el fin de sensibilizar a las comunidades del área de influencia del embalse sobre el cuidado y protección de los tributarios que drenan sus aguas al embalse, el cuidado de la fauna y en general del ecosistema.	
<b>MEDIDAS DE MANEJO</b>	
<p>➤ <b>a. CONTROL DE MACRÓFITAS Y MATERIAL FLOTANTE</b></p> <p>Contemplando la posibilidad de una eutrofización temprana del embalse por la concentración y disponibilidad de nutrientes que favorezcan el establecimiento y desarrollo de plantas acuáticas como algas y macrófitas, se deberán tomar en consideración la implementación de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procurar la reducción de compuestos de nitrógeno y fósforo al río Tona dado que estos son los causantes de la eutrofia del sistema acuático y cuya manifestación es la proliferación de este tipo de material vegetal.</li> <li>• Identificar taxonómicamente las especies y determinar si pueden ser un problema para el manejo del embalse.</li> <li>• Una vez ubicados los brotes considerados por el especialista como maleza, realizar el control manual o mecánico, cuando las biomásas de este material vegetal aumenten rápida y considerablemente.</li> <li>• La disposición de la biomasa debe realizarse en sitios previamente seleccionados. No se recomienda disponer finalmente el material extraído, en las orillas del embalse.</li> <li>• Inicialmente las plantas serán llevadas a un sitio donde se secarán, para luego ser depositadas en la zanja y compactadas con la maquinaria; ya que las características morfológicas de varias especies, especialmente el Buchón de agua (<i>Eichornia crassipes</i>) posibilitan la reducción de su volumen, maximizando el espacio de disposición final. Se debe aplicar una capa de cal para prevenir olores y vectores de enfermedades.</li> </ul> <p>Las macrófitas acuáticas deben verse como elementos del ecosistema que en densidades bajas, contribuyen a servir de refugio a diversidad de larvas de muchas especies de insectos,</p>	

crustáceos, moluscos y peces. Por tal motivo solamente se consideran indeseables cuando su cobertura Interfiere con el normal desarrollo de los procesos biológicos como la fotosíntesis realizada por el fitoplancton.

La proyección de eutrofización que se le asigna al embalse se fundamenta en la entrada de los precursores de esta sobrealimentación acuática, razón por la cual se recalca la eliminación de fuentes puntuales y difusas de nitrógeno y muy especialmente del fósforo causante directo de la misma. Si se llegan a presentar estas proliferaciones de macrófitas, es necesario actuar realizando extracciones programadas en el tiempo para evitar que se generen grandes volúmenes que se hacen difíciles de manejar.

La presencia de material flotante en el tramo del embalse es previsible porque en la actualidad el río Tona acarrea cantidades considerables de madera y residuo provenientes de la parte alta de la cuenca, que se acumulan en los remansos existentes a lo largo de su recorrido, o que son retenidos por las rocas presentes en el cauce. Al comienzo del llenado, y ante la pérdida de sitios de remanso y acumulación de los materiales, se realizarán recorridos diarios que permitan identificar los lugares donde se deben concentrar las acciones de extracción del material. Para esta actividad se dispondrá de lanchas apropiadas que permitan trasladar rápidamente los materiales a los sitios preestablecidos para el almacenamiento.

Durante el llenado del embalse se deben realizar actividades diarias de control de residuos flotantes; los tres meses subsiguientes este control se debe hacer con frecuencia semanal y posteriormente, se recomienda que se efectúe cada quince días. A partir de estas actividades se determinarán las épocas de mayor acarreo de materiales, se dimensionarán las necesidades de logística para la extracción de los residuos flotantes y se analizarán los sitios que ofrezcan posibilidades para la instalación de estructuras que ayuden a concentrar los materiales flotantes, como barreras de contención flotante (boa o tipo cortina que permitan flexibilidad de movimiento longitudinal sobre el agua).

De acuerdo con las observaciones de los recorridos, se identificarán aquellos sitios de las orillas o tramos del embalse, donde se acumulen las mayores cantidades de materiales en especial, se evaluarán sitios en la cola del embalse y las desembocaduras de las quebradas afluentes al embalse que presenten características de mayor torrencialidad, así como los alrededores a los lugares con más altos riesgos de deslizamiento, identificados durante los análisis geotécnicos del proyecto.

Cuando se presenten crecientes, se realizarán revisiones y limpiezas adicionales del embalse y se elaborará un reporte descriptivo del evento que documente la época e intensidad, cantidad, tamaño del material recolectado y sitios de mayor acumulación. Los sitios seleccionados para el almacenamiento deben presentar buenas condiciones de estabilidad y pendiente, y estar localizados lejos de las orillas de las quebradas que puedan verse afectadas por las crecientes. Adicionalmente, estos sitios deben hallarse cerca de vías de acceso que faciliten su traslado para la comercialización.

#### ➤ **b. DETECCIÓN Y CONTROL DE VECTORES**

Durante la etapa de llenado y operación del embalse, se dará la conformación de los nuevos hábitats acuáticos temporales o definitivos (embalse – lecho semiseco debajo de la presa y otros), propicios para el desarrollo de huevos, larvas y adultos de animales vectores de enfermedades en humanos como pueden ser especies del género *Anopheles sp.*,

transmisores de dengue, chikungüña y malaria; u otros como *Biomphalaria sp.*, caracol vector del gusano del género *Schistosoma sp.* Responsable de la esquistosomiasis o bilharziasis, complejas enfermedades parasitarias padecidas por el ser humano. Debido a esta situación, se deberán desarrollar actividades de detección de los lugares de cría de estos organismos con el fin de controlar la proliferación de sus poblaciones y de esta manera mantener control sobre posibles enfermedades.

Dado que este tipo de situaciones no han sido muy estudiadas y que los problemas asociados a vectores no necesariamente se deben al establecimiento de un embalse, porque a veces son condiciones endémicas de la región, se recomienda coordinar acciones con una entidad como el Instituto Nacional de Salud o del Centro de Enfermedades Tropicales de la UIS en Bucaramanga (CINTROP), quienes tienen la estructura investigativa para asesorar en la ubicación, identificación y control de los vectores que podrían aparecer en desarrollo del Proyecto Embalse del Río Tona. De acuerdo a lo anterior se sugieren las siguientes actividades para detección y control de vectores:

- Muestrear periódicamente los hábitats propicios para el desarrollo de estos vectores, identificándolos taxonómicamente, para saber cuándo una población está creciendo anormalmente.
- Con la asesoría científica de la entidad escogida, diseñar y ejecutar los controles biológicos y médicos del caso para estabilizar o erradicar los focos de crecimiento de esos vectores. En esta parte también debe involucrarse el sistema de atención de salud pública del Estado, quienes deben poseer en sus estadísticas de vigilancia los endemismos presentados en la zona, asociados a enfermedades tropicales y/o los vectores mencionados en este estudio. De igual forma en caso de que los resultados sean positivos, se deben aplicar los protocolos de vigilancia epidemiológicos que para tal efecto tengan el Ministerio de la Protección Social.
- Evaluar el tamaño de las poblaciones del Crustáceo inferior *Mesocyclops sp.*, controlador natural del insecto *Aedes aegypti* vector del dengue común y del dengue hemorrágico, detectado en los ríos Tona y Suratá.

#### ➤ **c. CAUDAL ECOLÓGICO (LLENADO Y OPERACIÓN)**

El amb es la entidad responsable de garantizar el flujo del caudal ecológico aguas abajo del embalse. La descarga del caudal ecológico será de 66 l/s con el nivel máximo extraordinario del embalse a la elevación 891,60 msnm, y 50 l/s con el embalse al nivel mínimo a la elevación 841 msnm. En todo caso se toma el escenario de 50 l/s como objeto de permiso por parte de la CDMB.

## **12.10 MONITOREO DE FAUNA TERRESTRE (ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS)**

Los monitores de fauna permiten evaluar la dinámica de la fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que ha sido reubicada por las actividades relacionadas con la obra y las demás especies presentes en la zona de influencia directa del Proyecto, endémicas o con algún grado de amenaza. Se deberá realizar un monitoreo durante el primer año de operación del embalse.

Se debe tener en cuenta que al día de hoy y en cumplimiento a la resolución CDMB 1056 de Septiembre de 2013, por el cual se otorga el permiso de Investigación Científica en Diversidad Biológica (vigencia dos años), se han adelantado dos estudios de monitoreo de fauna terrestre; uno en la etapa de pre construcción y uno antes de la tala del vaso. Para llevar a cabo el tercer monitoreo, se deberá prorrogar o solicitar nuevamente un permiso de Investigación Científica en Diversidad Biológica ante la autoridad ambiental correspondiente (CDMB).

Tabla 28. Resumen Monitoreo De Fauna Terrestre

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MONITOREO DE FAUNA TERRESTRE</b>					
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>
Operación	<input type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>RECURSOS:</b> Empresa subcontratista que lleve a cabo los estudios (queda pendiente un último estudio que ha de realizarse durante el primer año de operación). Biólogo residente que ayude en la coordinación y revisión de los trabajos de consultoría faunística, normatividad ambiental y permisos de investigación.			<b>RECURSOS:</b> La empresa subcontratista ha de tener el siguiente personal y las siguientes herramientas para las labores de monitoreo. Redes de niebla, cámaras fotográfica, herramientas de rescate y restricción para aves, mamíferos y herpetos incluyendo trampas Sherman y trampas tomahawk. Biólogos especialistas en herpetofauna, avifauna y mastofauna. Contacto con colecciones biológicas para depositar el material animal en caso que se considere necesario.		
<b>RESPONSABLES:</b> Residente ambiental, bióloga y empresa subcontratada.					
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b> Los monitores evalúan la dinámica de la fauna terrestre que ha sido reubicada y además permiten caracterizaciones completas de la fauna del lugar.					

## 12.11 CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE AMENAZADAS Y EN VEDA

Tabla 29. Resumen Conservación de Especies de Flora y Fauna Silvestre Amenazados y en Veda.

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE AMENAZADAS Y EN VEDA</b>					
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input type="checkbox"/>
Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre			
<b>RECURSOS:</b> - Ingeniero forestal - Residente Ambiental - Auxiliares para el rescate y cuidado de epífitas - Biólogo, en el caso que durante la operación del embalse se reporten especies animales en categorías de amenaza y/o veda.			<b>RECURSOS:</b> - Vivero, establecimiento de áreas donde llevar a cabo las labores de siembra. - Contacto con el Jardín Botánico Eloy Valenzuela para la donación del 30% de los individuos rescatados de <i>Zamia incognita</i> .		

**RESPONSABLES:**

**Amb** en las labores en el rescate y cuidado de las plantas rescatadas hasta el primer año de operación, en labores de siembra y compensación forestal.

**Interventoría Ambiental** en el seguimiento de estas actividades.

**ASPECTOS RELEVANTES:**

- Estas actividades están encaminadas en el cuidado de las especies de fauna y flora que se encuentran amenazadas de desaparecer o en veda.

➤ **a. FAUNA**

Si bien en los monitores de fauna terrestre realizados no se registraron especies declaradas en amenazadas, no significa que no puedan estar presentes en la zona. En caso de encontrar dichas especies, se deberá complementar la información, registrando la mayor cantidad posible de aspectos ecológicos de la especie.

➤ **b. FLORA LEVANTAMIENTO DE VEDA**

Para la conservación de las especies vegetales aprobada por la resolución 1235 de 2014, se desarrollarán las siguientes actividades:

- **Manejo y seguimiento de epifitas**

Se deberá realizar un seguimiento en las zonas donde se ubiquen la mayoría de las epifitas rescatadas para evaluar su adaptación. Este seguimiento se efectuará durante la fase de llenado y pruebas del embalse.

Los árboles hospederos para epifitas deberán ser marcados con aerosoles que el Contratista tendrá disponibles y que serán facilitados a la Interventoría Ambiental dado el caso en que se necesite hacer remarcación.

- **Manejo y Seguimiento de plántulas**

La siembra y prendimiento de los individuos trasplantados, serán monitoreadas por un año realizando actividades de plateo, fertilización y manejo fitosanitario cada cuatro meses; pasado este tiempo se estimará la sobrevivencia y la mortalidad de individuos; esta actividad deberá ser plenamente documentada.

La especie *Zamia muricata* se encuentra categorizada como amenazada para Colombia; dentro de las propuestas de conservación que se tiene para este grupo de plantas (cicadáceas) se recomienda ejecutar actividades de manejo y seguimiento de carácter *ex situ*; por tanto se realizó el traslado de aproximadamente el 30% de los individuos rescatados al Jardín Botánico “Eloy Valenzuela” que hace parte de la CDMB. A continuación se presenta el cronograma para el manejo de especies en veda durante las fases de llenado, pruebas y operación del embalse:

Tabla 30. Cronograma para el manejo de especies en veda

PROGRAMA DE MANEJO DE ESPECIES VEGETALES VEDADAS		LLENADO Y PRUEBAS	OPERACIÓN
	12 meses	Si hay especies en seguimiento se aprovechará los 12 meses del primer año de operación	
Siembra, manejo y seguimiento de individuos de especies vedadas			
Siembra, manejo y seguimiento de individuos			

de especies vedadas ( <i>C. kujete</i> , <i>T. rosea</i> y <i>C. odorata</i> )		
Manejo de la mortalidad de individuos trasplantados		
Rescate y reubicación de especies epifitas		
Selección de áreas de compensación con poblaciones naturales de <i>C. minor</i> , <i>C. pallida</i> , <i>Z. muricata</i> y <i>Cereus sp.</i>		

Fuente. Autores.

**Continuo**

## 12.12 MANEJO DE LA COMPENSACIÓN FORESTAL

Durante la ejecución del Proyecto de Regulación río Tona – Embalse de Bucaramanga se hizo necesario remover diferentes tipos de cobertura vegetal: Potreros enmalezados, sistemas silvopastoriles, rastrojos altos, rastrojos bajos, bosque natural secundario intervenido y cultivos. Como medida de compensación, se deberán ejecutar las medidas de compensación descritas a continuación:

En cumplimiento a la Resolución de la CDMB 1235 del 2014, se debe realizar la siembra de 24.630 individuos de especies arbóreas nativas de la región. Adicionalmente se debe realizar una reposición de 12 individuos por cada árbol talado para las especies aprovechadas en el canal Zaragoza. Es decir, se deben sembrar 3312 individuos ( $276 * 12$ ). Se recomienda el uso de especies nativas de rápida propagación y útiles para la restauración y preservación de nacederos, rondas y cañadas o que mejoren la calidad física de los suelos y que permitan el mantenimiento de coberturas de protección sobre los mismos; es decir, utilizar especies como Gaque (*Clusia minor*), Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*), entre otras.

En total, conforme a lo descrito en la resolución CDMB 1235 del 2014, que modifiqué la licencia ambiental para el proyecto, se deben sembrar 27.942 individuos de especies arbóreas; así mismo se debe garantizar que dichas especies sean destinadas para el enriquecimiento y que cumplan con las funciones de protección, recuperación hídrica, conectividad ecológica, conservación de los procesos ecológicos esenciales y el mejoramiento de bienes y servicios ambientales. Dado lo anterior, la CDMB efectuará los respectivos seguimientos a la compensación establecida

Tabla 31. Resumen Manejo De Compensación Forestal

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO DE LA COMPENSACIÓN FORESTAL									
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Talado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	<input type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>		<b>RECURSOS:</b>							
- Ingeniero forestal y tecnólogos		- Zonas donde llevar a cabo la reforestación y compensación paisajística: Núcleos forestales, franja de amortiguación.							

forestales. - Auxiliares de campo	- Zonas donde llevar a cabo estabilización de taludes, revegetalización - Establecimiento de corredores biológicos.
<b>RESPONSABLES:</b> AMB	
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b> Reforestación, estabilización de taludes, mejoramiento del aspecto visual, y creación de corredores biológicos; todo con el fin de propiciar la reestructuración de un ecosistema propicio para el cuidado de la fauna, la flora y el recurso agua.	
<b>MEDIDAS DE MANEJO</b> Para el establecimiento de la compensación y atendiendo los requerimientos de la licencia ambiental del proyecto, así como de las compensaciones exigidas en otros actos administrativos asociados al mismo, se deberán desarrollar las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enriquecimiento de la franja de protección u otras áreas recuperadas por la amb.</li> </ul> <p>El enriquecimiento se refiere a la intervención forestal de siembra en áreas donde existe cobertura vegetal pero la densidad permite introducir nuevos individuos. El área de amortiguación corresponde a una franja de 100 m alrededor del embalse y es aquí donde se pretende dar cumplimiento a las medidas de compensación forestal. La implementación de esta medida permitirá el asentamiento de la fauna silvestre de la región y de esta manera la atenuación de los factores ambientales tensionantes generados por la construcción del embalse.</p> <p>Adicionalmente, se pretende realizar enriquecimiento forestal en áreas que el amb ha venido adquiriendo y reforestando. Para ello se identificarán estas áreas y se estimará la densidad de siembra y las especies vegetales a utilizar. Las áreas en mención son denominadas por el amb como Núcleos Forestales que responden a un instrumento de planificación para el adecuado manejo de las diferentes Microcuenca abastecedoras de agua. El procedimiento de siembra se debe realizar de acuerdo a las actividades contempladas en la ficha de manejo de la compensación forestal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación (franja de amortiguación y otras áreas adquiridas por el amb en los núcleos forestales).</li> </ul> <p>Se estima que con la construcción del embalse y sus obras asociadas, 70,02 ha de cobertura vegetal serán inundadas o intervenidas. Las especies seleccionadas para reforestación deberán ser sembradas en lugares de interés del proyecto que requieran protección y/o recuperación de suelos; buscando la conexión entre las áreas de ronda de las fuentes hídricas que tributan al río Tona y los bosques Brasil, Gualilo y demás núcleos forestales existentes en la subcuenca del río Tona. Entre las áreas recomendadas para reforestación y que hacen parte de los núcleos forestales se tiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte alta de la quebrada La Ranas.</li> </ul>	

- Parte alta de la quebrada La Honda.
- Parte alta de la quebrada La Reforma.
- Puntos de captación de los acueductos veredales.
- Zona de amortiguación en la parte final del embalse.
- Zonas aledañas afectadas por el aprovechamiento.
- Demás áreas que puedan ser determinadas como zonas de interés por el amb, para la protección de corrientes hídricas, como hábitat de especies de fauna o por que se puedan establecer en corredores biológicos.

➤ **a. COMPENSACIÓN PAISAJÍSTICA**

Teniendo en cuenta que los procesos de excavación y emplazamiento de obras modificaron el paisaje, se deberán implementar medidas de mitigación y compensación en las diferentes áreas de intervención, procurando una recuperación de la calidad visual y a su vez un mejoramiento en las condiciones ambientales del entorno. Dentro de un marco de equilibrio y armonía entre lo artificial y lo natural se desarrollarán las siguientes actividades:

- **Obras de conformación y estabilización**, al respecto se aplicará lo definido y para el cierre de frentes de trabajo como el ZODME y la fuente de materiales, se deberán conformar los taludes bajo los diseños aprobados y de esta manera propiciar la restauración ambiental de sus bermas.
- **Revegetación**, A medida que vaya finalizando los trabajos propios de la construcción de la presa, se llevarán actividades de recuperación del terreno adecuando los sitios que queden expuestos. Éstos serán cubiertos con material orgánico para realizar la siembra de semillas y posteriormente de vegetación arbustiva. Se sembrarán especies de leguminosas y gramíneas de rápido crecimiento y ciclo corto para agilizar el desarrollo de la cobertura. Durante el proceso de Revegetación se realizará una fertilización básica utilizando preferiblemente abonos orgánicos.

También se pueden evaluar alternativas como la hidrosiembra, que consiste en hacer una especie de lanzado de una mezcla de celulosa, semillas de pasto, nutrientes e hidrogel sobre los taludes.

Fuente Autores.

### 12.13 MANEJO AMBIENTAL DE LA DESCARGA DE FONDO

Se deberán desarrollar actividades encaminadas a mitigar las afectaciones que se puedan presentar aguas abajo de la presa cuando se realicen descargas de fondo del embalse.

Tabla 32. Resumen Manejo Ambiental De La Descarga De Fondo

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA DESCARGA DE FONDO</b>				
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Llenado y pruebas
			<input checked="" type="checkbox"/>	Operación
				Cierre
				<input type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>				

- Residente Ambiental
- Trabajadora social
- Personal para la limpieza y mantenimiento del embalse

**RESPONSABLES:**

Es responsabilidad del amb desarrollar las actividades mencionadas

**ASPECTOS RELEVANTES:**

- Desarrollo del Plan de Desembalse ligado al Plan de Contingencias del proyecto Socializar a la comunidad las necesidades de los desembalses

**MEDIDAS DE MANEJO**

Las recomendaciones para el operador del embalse incluyen la implementación de un plan coordinado entre el componente social y técnico del de tal manera que en cuando se efectúe la descarga de fondo, se incluyan las siguientes actividades:

- En caso de realizar una descarga de fondo, ésta debe realizarse en los inicios de invierno para garantizar mayores arrastres de fondo y diluciones en el Río Suratá y evitando colmataciones que puedan generar desbordamientos aguas abajo en sus riberas.
- Como la descarga de fondo por su diseño y altura con respecto al fondo del embalse (43 metros aproximadamente) no removerá los sedimentos acumulados en el nivel inferior, ni su caudal de salida superará los 11 m<sup>3</sup>/s, la información a la comunidad estará orientada a dar a conocer a las precauciones por que el nivel del río Suratá aumente súbitamente, lo que además se manejará gradualmente con la apertura de la válvula Howell Bunger. De otra parte se coordinará con la planta de tratamiento de Bosconia del amb para informar de la actividad de desembalse.

Cuando la descarga se encuentre operando se deberá realizar un monitoreo a la calidad del agua en la planta de tratamiento de Bosconia, con el fin de evaluar los cambios que se pueden llegar a presentar en la calidad del agua antes de la captación.

➤ **a. PLAN DE DESEMBALSE**

El desembalse implica una programación y control antes, durante y después del vaciado para disminuir el riesgo de afectaciones tanto a las personas, a sus diversas actividades, como a las condiciones naturales del río.

Realizar el desembalse implica que se puedan mitigar futuras inundaciones provocadas por fenómenos de la Niña intensos, con lo cual se estaría en capacidad de evacuar grandes cantidades de agua sin afectar a poblaciones humanas y terrenos aguas abajo del sitio de presa.

El desembalse se hará solo en situaciones excepcionales o de emergencia como son:

- Ruptura o fisura de la presa con el fin de realizar las reparaciones respectivas y limpieza de orillas
- Eliminación sedimentos, producto de la erosión por condiciones naturales, así como por actividades humanas inadecuadas aguas arriba del embalse que lleguen a la primera toma de captación (cota 841 msnm).
- Regulación del caudal tratando de evitar desbordamientos cuando existan situaciones de lluvias intensas “fenómeno de la Niña” para evitar inundaciones aguas abajo, cuando el embalse vierte de manera descontrolada.

➤ **b. PROCEDIMIENTO DE DESEMBALSE**

En la etapa de operación se debe desembalsar y embalsar, de acuerdo con una programación establecida. Se calcula si se requiere vaciar total o parcialmente el embalse, se programa la actividad siguiendo todas las medidas y recomendaciones establecidas en la parte inicial del plan en las medidas ambientales y sociales de la descarga de fondo.

Se deberá informar a todas las entidades y comunidad ubicada aguas abajo del embalse para que entre a regir las recomendaciones y prohibiciones establecidas.

La operación de desembalse deberá ser coordinada con la empresa operadora de las centrales hidroeléctricas de Zaragoza (ESSA), y de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) Bosconia de propiedad del amb. Es importante socializar, informar y sensibilizar a la comunidad sobre la necesidad de los desembalses y atender consultas de grupos o comunidades.

El plan de desembalse debe estar relacionado con el plan de contingencias del Plan de Manejo Ambiental, aprobado por la Resolución CDMB 1235 de 2014, mediante la cual se modificó la licencia ambiental del proyecto.

Fuente Autores.

## 12. 14 PLAN DE SEQUÍA

El plan de sequía pretende minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía. Éste plan se deberá establecer un sistema global de indicadores hidrológicos que permita evaluar la proximidad, presencia y gravedad de las sequías. Posteriormente se deberá establecer un protocolo de actuación ante estas posibles situaciones de alerta y eventual sequía donde se incluyen las reglas de explotación del embalse. Este protocolo debe estar acorde con lo planteado por los demás organismos o personas naturales que regulen el caudal de los ríos Tona y Suratá con el fin de que converjan las medidas, con el propósito de minimizar los impactos que producen estos fenómenos climáticos intensos.

Tabla 33. Resumen Plan De Sequia

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA EL PLAN DE SEQUÍA</b>									
Pre construcción	<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input type="checkbox"/>	Operación	<input type="checkbox"/>	Cierre	<input type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Residente Ambiental</li> <li>- Responsable de la operación del embalse</li> <li>- Personal para la limpieza y mantenimiento del embalse</li> </ul>									
<b>RESPONSABLES:</b>									
Es responsabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga desarrollar las actividades mencionadas									
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir protocolo de operación del embalse</li> <li>- Coordinación con las medidas y reglas de operación de los demás sistemas de explotación hídrica de la cuenca</li> <li>- Puesta en marcha del protocolo</li> </ul>									

Fuente Autores.

### 13. LINEAMIENTOS DE GESTIÓN SOCIALES PARA LAS FASES DE LLENADO Y OPERACIÓN DEL EMBALSE DE BUCARAMANGA.

#### 13.1 INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

Para las etapas de operación y llenado del embalse se deben establecer y fomentar relaciones armónicas entre el proyecto y los distintos actores sociales e institucionales, mediante la implementación de estrategias de información, comunicación y participación, acordes con las necesidades particulares de información y la utilización de canales adecuados que faciliten la participación de la comunidad.

Tabla 34. Resumen Información, Comunicación Y Participación De La Comunidad

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD</b>				
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenado y pruebas
			<input checked="" type="checkbox"/>	Operación
				<input checked="" type="checkbox"/> Cierre
<b>RECURSOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajadora Social.</li> <li>- Responsable de la operación del embalse</li> <li>- Alquiler de Oficina OAC</li> <li>- Información a través de medios de comunicación.</li> </ul>				
<b>RESPONSABLES:</b>				
Es responsabilidad del amb desarrollar las actividades de información comunicación y participación durante la etapa de llenado y operación y la clausura del proyecto.				
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atención a PQR</li> <li>- Actualizar carteleras informativas</li> </ul>				
<b>MEDIDAS DE MANEJO</b>				
Algunas de estas actividades son:				
a) Reuniones generales informativas: Estas pueden ser de los siguientes tipos				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunión de fin de obra: Se efectuará al finalizar el proceso constructivo y en ella se informará sobre el estado final de la obra y la fecha de entrega. Se evaluarán los compromisos resultantes de las reuniones anteriores, el cumplimiento, tanto para la comunidad como para el Contratista.</li> <li>- Reuniones extraordinarias: En caso de ser requeridas por la comunidad o por las Instituciones, se deben realizar reuniones extraordinarias con toda la comunidad o representantes de ésta, la alcaldía municipal y otras instituciones de interés, teniendo en cuenta los parámetros establecidos para ello.</li> <li>- Todas las reuniones se realizarán en salones comunales o en auditorios de entidades, empresas o instituciones de la zona. Para cada caso debe analizarse la pertinencia de llevarlas a cabo en un solo sitio convocando a los líderes y representantes de la comunidad y proporcionando los medios para la asistencia, o de realizarlas en cada vereda o sector.</li> </ul>				

La programación de reuniones debe realizarse en lugares de fácil acceso a los interesados, la convocatoria se realizará utilizando diversas estrategias y privilegiando aquella que demuestre mayor efectividad; entre las estrategias sugeridas se encuentran:

- i) Llamadas telefónicas a los líderes y/o representantes de cada vereda del AID; las llamadas realizadas se consignarán en un formato, donde se identifique con el día en que se realizó la llamada y la persona que recibió el mensaje.
- ii) Por medio de un volante de invitación a los actores interesados con mínimo cinco (5) días de anticipación y diligenciando el formato de constancia de entrega respectivo.
- iii) Canalización de información a través de las escuelas rurales y el apoyo que para estos efectos suministran los docentes rurales.

En los encuentros se debe promover el desarrollo de una agenda ágil y pedagógica para cada reunión, teniendo en cuenta el nivel de instrucción del público participante. De igual forma en cada reunión que se realice, se levantará el acta respectiva con la lista de asistencia a la misma y el registro fotográfico o fílmico correspondiente.

A continuación se describen los mecanismos para la comunicación y participación de la comunidad

**a)** Los mecanismos establecidos para la atención de inquietudes, preguntas, sugerencias y dudas, deben promoverse para el conocimiento y fácil aplicación por parte de la comunidad.

Para la realización de actividades o reuniones en las veredas del AID, se conciliará el uso de salones comunales y/o espacios comunitarios acordados con la comunidad. Se promoverán escenarios de gestión con las autoridades locales así como la participación de estas instituciones en las reuniones informativas que se realicen con las comunidades.

**b) Cartelera informativa:**

Ésta brinda la posibilidad de socializar las acciones desarrolladas con la comunidad y las autoridades locales del área de influencia directa en los aspectos técnicos, ambientales y sociales más relevantes, además de otra información relacionada con el proyecto. Esta cartelera estará ubicada en la OAC y será actualizada mensualmente, con el fin de mantener vigente la información consignada en el punto de atención hasta el final de la ejecución del proyecto.

**c) Atención de peticiones, quejas y reclamos:**

Las inquietudes de la comunidad serán decepcionadas por personal de la Oficina de Atención a las Comunidades **OAC**, aplicando formatos específicos para el registro, basados en los protocolos del proceso interno de la oficina, en los cuales sea posible dar cuenta de la solución ofrecida, seguimiento y tiempo de las gestiones. Todas las peticiones, quejas y reclamos deberán ser respondidas en un plazo de diez (10) días hábiles, indicando las acciones por implementar para la resolución de la petición, siempre y cuando sea de competencia del contratista y por los trabajos adelantados. Se debe realizar un consolidado semanal de recepción de peticiones, quejas y reclamos con el fin de hacer seguimiento y cierre a los procesos tramitados, estos serán insumos para presentar a la interventoría informes mensuales al respecto.

**d) Funcionamiento de la Oficina de Atención a las Comunidades – OAC -:**

Se hace necesario garantizar una oficina donde se establezca el sistema de atención a la comunidad liderado por un profesional social, implementando una estrategia de atención a

la población interesada en el proyecto donde se brinde información sobre las etapas de la obra, se recepción en las peticiones, quejas y reclamos sobre el proyecto, se brinden soluciones requeridas y oportunas, y se informe a la comunidad en cuanto al manejo de los impactos ambientales generados por el proyecto, logrando mantener un contacto directo con la población. Esto con el ánimo de facilitar la comunicación directa entre las partes, generar lazos de confianza y cordialidad y evitar conflictos por la falta de comunicación de la empresa dueña del Proyecto para con la comunidad, además que permita el normal desarrollo de las actividades propias del Proyecto. Contará con un horario establecido de atención a la comunidad acordes a los requerimientos del contexto, además deberá tener un aviso visible a los transeúntes.

La OAC será atendida por el personal de Gestión Social (Contratista, Interventoría Ambiental, amb) liderado por el residente o coordinador social del contratista, con entera disponibilidad para la atención de la población en el horario establecido, en un marco de cordialidad, amabilidad y respeto mutuo. Este profesional también efectuará recorridos de campo y visitas a los sitios requeridos por algún problema, inquietud o solicitud. Contará con una valla informativa ubicada en la fachada de la misma, de manera que se identifique y conozca su nomenclatura, línea telefónica directa de contacto y horario de atención.

Además de estas actividades, se encargará de promover acercamientos con las administraciones locales y comunidades, a través de sus representantes reconocidos, mediante el desarrollo de correspondencia oficial informando sobre la presencia del contratista en el área y las actividades a desarrollar, de forma tal que se abra el diálogo y se sienten las bases para las relaciones con los pobladores de la zona.

Fuente Autores.

### **13.2 CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS**

La participación efectiva, directa y transparente de la comunidad, se convierte en el eje que estructura las actividades a desarrollar para la contratación de mano de obra. En este sentido, se debe garantizar una ruta clara a seguir para minimizar los conflictos que se puedan presentar con las comunidades, teniendo en cuenta que particularmente el tema del empleo representa gran interés para la población. Según la necesidad de personal se debe garantizar la oferta de puestos de trabajo con los cuales se aporte al mejoramiento de la calidad de vida de la población que habita el área de influencia del proyecto, teniendo claridad en socializar de forma real las actividades que generan la etapa final del proyecto. La Oficina de Atención a la Comunidad prestará un servicio permanente de orientación y solución de inquietudes con respecto a las convocatorias abiertas y los resultados de las mismas. Liderará las actividades conducentes a generar amplia información (incluye la utilización de prensa escrita, radio e internet) sobre la apertura de convocatorias. Canalizará a través de este espacio toda la información relacionada con los resultados de la recepción de las hojas de vida y de las decisiones finales sobre las personas que serán contratadas, así como lo respectivo a la contratación de bienes y servicios.

Tabla 35. Resumen Contratación De Mano De Obra Bienes Y Servicios

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA LA CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS									
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cierre	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b> - Trabajadora Social.		<b>RECURSOS:</b> - Recursos para implementar los mecanismos y estrategias participativas como transporte y papelería							
<b>RESPONSABLES:</b> Es responsabilidad del amb desarrollar las actividades de contratación de mano de obra, bienes y servicios durante la etapa de llenado operación hasta la clausura del proyecto.									
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b> - La Oficina de Atención a la Comunidad prestará un servicio permanente de orientación y solución de inquietudes con respecto a las convocatorias abiertas y los resultados de las mismas.									

Fuente Autores.

### 13.3 LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE VECINDAD Y RESTITUCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Las actas de vecindad que se levantaron al inicio del proyecto, serán verificadas al final del proyecto para comparar el estado de los inmuebles antes y después de la construcción y establecer responsabilidades por las afectaciones que pudieran presentarse. Al finalizar la obra, el contratista deberá realizar un proceso de verificación de cierre para conocer los cambios presentados en las estructuras. El original de estos censos debe reposar en la Oficina de Atención a la Comunidad.

Tabla 36. Resumen Levantamiento De Actas De Vecindad

ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA PARA EL LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE VECINDAD Y RESTITUCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS									
Pre construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenado y pruebas	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	<input type="checkbox"/>	Cierre	<input type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b> - Trabajadora Social. - Profesional ingeniero civil o arquitecto			<b>RECURSOS:</b> - Transporte para desplazamiento de los profesionales - Papelería						
<b>RESPONSABLE</b> Es responsabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga desarrollar las actas de vecindad en la fase de operación del proyecto.									
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b> - El amb deberá realizar las actas de vecindad finalizando el proyecto con el fin de verificar los cambios establecidos por la influencia del proyecto.									

Fuente Autores.

## 13.4 EDUCACIÓN

Se deberá continuar durante las fases de llenado y operación con las actividades de educación donde se fomentan actitudes responsables en los trabajadores del proyecto, hasta su culminación, promoviendo el establecimiento de relaciones favorables y adecuadas con el entorno natural y social, aprovechando de forma positiva las transformaciones generadas por los impactos del proyecto. El programa educativo a desarrollar tendrá en cuenta las determinaciones legales en términos de la educación ambiental para los trabajadores del proyecto. El desarrollo de las temáticas que se proponen se abordará a través de talleres cortos y en las sesiones diarias de refuerzo. El objetivo primordial es conocer las causas y condiciones en las que se originan y desarrollan situaciones que afectan las condiciones de vida de los trabajadores y el ambiente en el que se desempeñan durante su permanencia en el proyecto. Los eventos informarán de manera breve sobre la situación actual de cada tema, las medidas de prevención y la importancia que tienen las actitudes de los trabajadores en la prevención y control de las mismas. Los temas generales propuestos para cada actividad, serán desglosados por el grupo de gestión ambiental, procurando impartir un conocimiento profundo de cada uno de ellos. Las actividades comenzarán al iniciar la etapa de construcción del proyecto y permanecerán durante la etapa operación.

Tabla 37. Resumen Actividades De Educación

<b>ETAPA DEL PROYECTO EN QUE APLICA LAS ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN</b>	
Pre construcción <input checked="" type="checkbox"/>	Construcción <input checked="" type="checkbox"/> Llenado y pruebas <input checked="" type="checkbox"/> Operación <input checked="" type="checkbox"/> Cierre <input checked="" type="checkbox"/>
<b>RECURSOS:</b> - Trabajadora Social	<b>RECURSOS:</b> - Papelería para actividades de educación - Transporte para desplazamiento a escuelas de las veredas
<b>RESPONSABLES:</b> Es responsabilidad del amb desarrollar capacitaciones y actividades de educación durante la fase de llenado y primer año de operación del embalse. Es responsabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga desarrollar las actividades de educación en la fase de operación del embalse	
<b>ASPECTOS RELEVANTES:</b> - Educación ambiental para los trabajadores del proyecto - Actividades de promoción y prevención - Asesorías y foros	

Fuente Autores.

## 13.5 POTENCIACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DURANTE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Una vez construido el embalse de Bucaramanga, se abrirá la gama de posibilidades para la potenciación productiva en el sector de servicios eco turísticos, que además se puede integrar con la oferta que en este sector ofrece la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, situación que beneficia directamente a la comunidad que habita en el área de influencia del proyecto.

Para aprovechar todo el potencial que en esta línea representa el embalse en su fase de operación, es preciso desarrollar actividades específicas en consonancia con los lineamientos que la política indica para la viabilidad y desarrollo de proyectos eco turísticos y que permitan construir y ejecutar un proyecto articulado con la tendencia urbanística y turística de la zona, conservando las particularidades naturales del territorio donde se inserta el embalse. Para elaborar dicho proyecto, se sugiere contratar un profesional con formación en desarrollo regional y/o turístico que lidere la construcción de la propuesta incluyendo los siguientes elementos en concordancia con la política para el desarrollo del ecoturismo.

1. Ordenamiento y planificación de las áreas en las cuales se especializará el proyecto eco turístico.
2. Determinación de los requerimientos de infraestructura, planta turística y actividades permitidas en las áreas en las que se desarrolle el ecoturismo
3. Establecimiento de programas de monitoreo y aplicación de correctivos para los impactos negativos
4. Determinación de las responsabilidades de los actores locales y regionales
5. Formación, capacitación y sensibilización de los actores regionales y locales
6. Investigación de mercados y diseño del producto eco turístico
7. Desarrollo de estándares de calidad para el servicio
8. Fortalecimiento de organizaciones empresariales de base para la prestación de servicios
9. Promoción y comercialización de los servicios.

## 14. CONCLUSIONES

- Dentro de los procesos operativos del embalse se identifica que la etapa de llenado y pruebas se inicia con el cierre de la compuerta en la estructura del portal de entrada del túnel de desviación, a partir de la cual se implementaron las siguientes actividades: control de niveles de llenado, lectura de niveles de llenado, monitoreo del cuerpo de la presa, batimetría del vaso del embalse, inspección de taludes, seguimiento y reparación de la presa, lectura a instrumentación instalada y retiro de material flotante en la zona de captación. Durante la fase de llenado y pruebas habrá de continuarse la implementación del sistema de seguimiento de las actividades de aprovechamiento forestal encaminadas a la limpieza del vaso con el fin de evitar la eutrofización teniendo en cuenta que el agua embalsada es para consumo humano.
- La Resolución N° 1193 del 08 de Agosto de 2005 es modificada por la Resolución 1366 de Diciembre de 2009 Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga otorgó Licencia Ambiental al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - amb., para el “ampliación y adecuación de las captaciones sobre el río Tona”, y que en virtud de la modificación se denominara “proyecto de regulación del río Tona – embalse de Bucaramanga. Proyecto que a la fecha se encuentra culminando la etapa constructiva y se tiene previsto que las obras relacionadas con la construcción de la presa, obras de captación, vertedero se tiene previsto con fecha de finalización, cierre de compuerta e inicio de llenado para el mes de agosto del 2015. Y se proyectó la construcción de la línea de aducción para el mes de agosto de 2016.
- Se identificaron problemáticas ambientales y sociales tales como la presencia de sequías en algunas comunidades que se benefician del embalse para lo cual se realizó la Implementación de un plan especial para el manejo de sequías que permita prever y regular el flujo hídrico y el abastecimiento de agua de las comunidades que se benefician del embalse.

En cuanto a la comunidades se identificó la problemática de cuáles serían las actividades que ellos realizarían en la etapa de operación del embalse con el fin de tener una participación lucrativa para lo cual se Potenciación de actividades productivas, económicas, recreacionales y turísticas con la participación de las comunidades del área de influencia del proyecto.

Calidad del agua durante la etapa de llenado y operación del embalse para lo cual se realizó una evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica del embalse. Durante las fases de llenado y operación los muestreos se han de realizar cada cuatro meses. Durante la fase de

operación se realizarán dos monitoreos anuales hasta 5 años después del cierre del embalse; uno en la época de máxima precipitación y otro en la época de menos precipitación.

En lo referente a la generación de vertimientos es importante tener en cuenta que durante la etapa de operación del embalse se seguirán presentando vertimientos los cuales provendrán de las casetas de vigilancia (Una ubicada sobre la corona de la presa y la otra en la descarga de fondo) y de la oficina principal del **amb**. El sistema de vertimiento de las casetas de vigilancia se efectuará al río Toná previo tratamiento mediante pozos sépticos. Para la oficina se construirá un pozo de absorción de modo que no se vierten residuos al río.

- Los lineamientos técnicos, ambientales y sociales elaborados para el diseño del manual reflejarán las actividades de gestión socio ambiental en pro de la conservación del medio biótico, abiótico y social del embalse y su área de influencia, las cuales propenden por una gestión integral de residuos sólidos, conservación de fuentes hídricas superficiales, tratamiento y disposición de vertimientos, conservación de fauna y flora tanto terrestre como acuática y compensación forestal y la participación activa de la comunidad en el desarrollo de actividades que generen ingresos las cuales deben estar enmarcadas en el cumplimiento de los lineamientos ambientales.

## 15. RECOMENDACIONES

- Realizar una transferencia de conocimiento, al personal del amb el cual consistirá en las siguientes partes:
- Entrenamiento en sitio del personal del amb, envueltos en la operación y manejo del sistema. Conceptos generales del análisis del sistema, modelaje de computadoras e hidrología.
- Se deben determinar reglas óptimas de operación del embalse para el abastecimiento de agua, las cuales se deberán implementar en el menor tiempo posible de tal forma que los beneficios a largo plazo sean alcanzados considerando una equitativa distribución del agua entre los usuarios.
- Se deben determinar las reglas para la operación del embalse en momentos de creciente, para lo cual se debe realizar un seguimiento a la estructura determinada como Mornig Glory.
- Realizar un programa de inspección de cada una de las estructuras con el fin de revisar su comportamiento y la estabilidad de las mismas. Con el fi de programar los mantenimientos a que haya lugar. Estableciendo comités de operación normal y operación de emergencia respectivamente.
- Definir un procedimiento, incluyendo una metodología para revisar y verificar periódicamente la correcta operación de los sistemas de control de los embalses, que les permita operar bajo condiciones críticas y eventos extremos.
- Definir un procedimiento incluyendo métodos de operación que optimicen la habilidad de responder a las necesidades de energía y riesgo en el área de influencia del embalse.
- Dar cumplimiento estricto a los monitoreos fisicoquímicos en las etapas de llenado y operación del embalse con el fin de mantener la calidad del agua.

## BIBLIOGRAFÍA.

- (1) Consultado en: <http://www.amb.com.co/frmInformacion.aspx?inf=40>
- (2) Consultado en: <http://www.amb.com.co/Contratacion/proInvitaciones.aspx?Info=585>
- (3) INTEGRAL INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Del Proyecto De Regiación Del Río Tona. Embalse de Bucaramanga –amb, Bucaramanga, 2011, 26Cap,
- (4) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008.
- (5) Consultado en: <http://www.amb.com.co/>
- (6) Consultado en: [Contratacion/proInvitaciones.aspx?Info=585](http://www.amb.com.co/Contratacion/proInvitaciones.aspx?Info=585)
- (7) Consultado en <http://www.anla.gov.co/>. Tomado pg. 8 Resolución 0658 del 24 de Mayo de 2013.
- (8) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008.Cap 1,Pg.10-13
- (9) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Cap 7, Pg 2
- (10) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Cap. 7, Pg.2
- (11) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Aspectos e Impactos ambiental, Anexo3. Dimensión Social.
- (12) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Evaluación de Impactos ambientales, Anexo4. Dimensión Física.
- (13) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto Ambiental.2008. Evaluación de Impactos ambientales, Anexo4. Dimensión Biótica.
- (14) PONCE DE LEÓN & ASOCIADOS S.A., INGENIEROS CONSULTORES, Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga - Actualización Estudio de Impacto

Ambiental.2008, Evaluación de Impactos ambientales, Anexo4. Dimensión Social.

- (15) INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos.2009
- (16) UNITED STATES DEPARTAMENT OF INTERIOR, Stewart L., Secretary BUREAU OF RECLAMATION, Floyd E. Dominy, Commissioner, Diseño de Presas Pequeñas, Primera Publicación, Traducido por Jose Luis Lepe, Washington, CIA Editorial Continental S.A, 1982.