

CAPITULO III



CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 UBICACIÓN

3.1.1 Relativa

El sistema de riego Santo Domingo, está ubicado en el estado Barinas, comprende parte de los municipios Barinas y Obispos, se extiende sobre un área bruta de 17.746 ha, que se localiza en la margen derecha del Rio Santo Domingo, entre la ciudad de Barinas y la población de Torunos. Sus límites se definen; al Norte el Rio Santo Domingo, al Sur, el colector Caroní y el caño Guabinas, por el Este; el municipio Obispos y al Oeste; la parte sur oriental de la perimetral urbana de la ciudad de barinas.

3.1.2 Geográfica

Su ubicación geográfica está entre los 70°07' y 70°12' de longitud Oeste y 8°31' y 8°36' de latitud Norte.

3.2 SUPERFICIE

Originalmente el proyecto del sistema de riego Santo Domingo, era una extensión bruta de 17.746 ha de las cuales 8.800 ha son parcialmente aprovechables con un área neta de riego de 6.000 ha.

Hoy en día existe una primera etapa bajo riego, que comprende 1400 ha, que se divide según las características edafológicas, en un sector agrícola; con superficies respectivas de 760 ha netas, fraccionado en 62 parcelas de 12.5 ha y el sector Pecuario que corresponde al sector el Tigre con 640 ha netas fraccionado en 16 parcelas de 40 ha cada una.

3.3 CLIMATOLOGIA

A continuación se describen algunos elementos climáticos de la zona.



3.3.1 PRECIPITACION

Para este cálculo se escogió la estación aeropuerto, pues es bastante representativa ya que cuenta con registro por hora, amplio, constante, y fidedigno además que se encuentra dentro del área de estudio.

Esta presenta para los últimos 5 años de registro un valor promedio de precipitación anual de 1471 mm y se observa que en este periodo hay un mínimo de 1180 mm para el año (2004) y un máximo de 1698 mm para el año (2008). (Ver apéndice).

Para efectos de distribución mensual se observan dos periodos bien diferenciados; uno seco a verano de diciembre a marzo mes que dan un porcentaje mayor del promedio anual de las lluvias; y un periodo húmedo a invierno de abril a noviembre mes donde caen el porcentaje mayor del promedio de las lluvias anuales.

3.3.2 EVAPORACION

Al igual que la precipitación los datos se tomaron de la estación aeropuerto. Donde la evaporación media anual corresponde a 1670 mm con un máximo de evaporación de 12.3 mm para un día.

3.3.3 TEMPERATURA

Para el periodo registrado en la estación aeropuerto, se reportan temperaturas medias mensuales en el periodo de los últimos 6 años (2003-2008), donde el valor medio anual es de 26,5 °C, así como se puede ver que el valor más grande registrado es de 29.2°C y el mínimo se cuantifico en 25.1°C. es importante recalcar que los valores coinciden con los dos periodos.

3.3.4 HUMEDAD RELATIVA

Los valores mensuales de humedad relativa registrados en la estación aeropuerto durante el periodo de registro obtenido durante los últimos 6 años (2003-2008), donde se obtuvieron los valores medios anuales de 73mm.



3.3.5 INSOLACION

Con los datos de registro de la estación aeropuerto en los últimos 6 años (2003-2008), resulta un valor medio diario anual de 7.4 horas de sol, observándose que los meses de diciembre, enero y febrero presentan los mayores valores en el registro, en concordancia con los meses de menor precipitación, y menor cantidad de días nublados.

3.3.6 RADIACION

De los valores medios mensuales, se observan los valores medios mensuales de 15.03 MJ/m². Así como también se observó que los meses de abril y agosto son los mayores valores medios, donde coinciden con los mayores valores de insolación.

3.3.7 GEOMORFOLOGIA

(Nabor, 1994), define la zona de estudio como, planicie aluvial abarca aproximadamente 81.2% del estado, producto de la sedimentación aluvial reciente, con algunos vestigios de acumulaciones antiguas

En general está formada por llanuras de sedimentación compleja, donde la divagación de los ríos que bajan de los andes y/o de la cordillera central.

Las llanuras de barinas, entre los ríos la Acequia y Boconó, formados por sedimentos de formaciones terciarias y de afloramientos cristalinos y la llanura de Ticoporo, del río Suripa al río Anaro, constituidas por sedimentos provenientes de afloramientos cristalinos.

CAPITULO IV



CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

4.1. GENERALIDADES

Los sistemas de riego son infraestructuras diseñadas con el objeto de mantener los niveles adecuados de humedad, en cultivos a los cuales se les quiere aplicar, motivado a las deficiencias que se presenten en una determinada zona que se quiera desarrollar, pero que no cuenta con el recurso hídrico de forma accesible para el productor.

Estos sistemas cuentan con varios tipos de partes que juntas arman una infraestructura de gran envergadura, se tiene una función definida para cada propósito dentro del sistema de riego como un conjunto, que es destinado a captar el agua en un cuerpo superficial, o subterráneo, donde una vez captado es necesario conducirlo por obras específicas hasta la zona de cultivo donde se va a aplicar.

El sistema de riego Rio Santo Domingo, fue construido en el período 1960 al 1968, con el objeto de aprovechar el recurso agua del rio Santo Domingo y sanear un área de 3800 ha, para uso agrícola y pecuario, incorporando de esta forma a familias campesinas al proceso de la antigua Ley de Reforma Agraria.

Este sistema se encuentra localizado a 15 km de la población de Barinas, municipio Barinas del estado Barinas, cuenta con solo la actividad de su primera etapa que comprende 1400 ha y se encuentra ubicado entre las coordenadas N: 948.250 - 940.750; y E: 370.230 - 376.730, respectivamente.

4.2. INVENTARIO DE LA CONSTITUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

Este inventario se basa en la recopilación de información realizada en las oficinas del sistema, según los manuales de operación allí existentes. La misma fue corroborada en su situación actual en una serie de visitas de campo efectuadas durante el período julio-agosto del 2008.



La constitución física del sistema a nivel grueso la definen las obras de toma, aducción, distribución, complementarias para la operación del sistema y de drenaje, respectivamente. A continuación se hace una descripción detallada de las mismas, destacando su estado o situación actual

4.2.1. Obras de derivación del río

Están definidas según Novelo (1971) con la finalidad de captar el agua de las fuentes de abastecimiento, almacenándolas en su caso, para regularizar su escurrimiento y aprovechamiento; derivarlas a las redes de conducción y distribución y entregarlas a parcelas o grupos de parcelas en que termina la red menor.

En el caso de estudio formulado para este trabajo, la ubicación de la obra de derivación, que está realizada en concreto con las compuertas de acero y mecanismos de accionamiento de acero, se encuentra localizada a la margen derecha del río Santo Domingo, y aguas debajo del puente de acceso a la población de Barinas conformados por elementos hidráulicos que serán definidos posteriormente.

El estado actual de esta obra de derivación no es del todo bien, pues existen distintos daños ocasionados por el deterioro causado por el desgaste del tiempo en uso, así como los atribuidos por la falta constante de mantenimiento en las partes que conforman la obra, aunándole a ello el sub-uso que se le ha dado por parte de la hidrológica de los andes, HIDROANDES, la cual al no contar con su propia toma de derivación del río hace uso de las obras del sistema como tal, ocasionando problemas de sedimentación, disminución del caudal captado ya que se disponen de tres bombas verticales que extraen un caudal total entre ellas de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ disminuyendo el aporte del canal principal, originando problemas de disponibilidad de agua en las zona de riego en los periodos de estiaje del río.

En las Figuras 4.1 y 4.2 se observa detalle de la obra de toma en el río Santo Domingo, tomada el día 22/07/2008 y una vista del canal que comunica la obra de toma con el túnel de trasvase, respectivamente.



Figura 4.1 Obra de toma



Figura 4.2 Canal de comunicación

En estas imágenes se pueden apreciar las compuertas de entrada el día 22/07/2008 (Figura 4.1), donde se nota el deterioro, así como la acumulación de sedimentos y basura que no es removida constantemente, y en la Figura 4.2 se observa el agua de descarte que es introducida de nuevo al canal principal en la toma aportando sedimentos directamente ocasionando obstrucción, así como también se ve la vegetación que no es removida con regularidad.

➔ **Cimacio:**

Es el dique que permite elevar el tirante hidráulico del río para garantizar la captación necesaria del caudal del río que se requiere para cumplir con las demandas de agua necesaria para mantener los tiempos de riego que se estipulan en el manejo del sistema.

En estos momentos el estado del dique, tipo cimacio, se encuentra en buen estado pues el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) adscrito al Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras (MPPMAT) construyó en el año 2008 una nueva obra de este tipo, la única evidencia de daño es una roca de gran tamaño que fue arrastrada hasta la parte anterior del dique, tiene una conformación estructural buena, la cual está compuesta de concreto ciclópeo, reforzada con acero. Solo hay un detalle en esta obra del sistema y es que luego de realizar una observación detallada así como la investigación pertinente ante el ente supervisor (INDER) se logró saber que este Cimacio, no cuenta con la obra siguiente a él que es de vital importancia como lo es el pozo disipador de energía el cual evita la socavación del mismo



frenando el deterioro y el posterior fracturamiento por colapso estructural debido a capacidad de soporte de el propio peso del cimacio.

En cuanto las labores de mantenimiento del dique no se realizan pues dicha roca no ha sido removida aún, como tampoco se ve la remoción de sedimentos. En la Figura 4.3, tomada el día 22/07/2008, se puede apreciar el buen estado actual del cimacio.



Figura 4.3 El Cimacio

➔ **Obra de toma**

Está compuesta de un obstáculo fijo o cimacio, interpuesto en la corriente, que constituye un vertedero de pared gruesa, sobre el cual vierte el caudal en exceso que conduce el río con respecto al caudal derivar. También se emplean para captar el agua con destino directo al canal principal (Grassi, 2001).

La obra de toma que se encuentra en estudio, está compuesta por un sistema de rejillas de acero como elementos de retención de sedimentos y materiales de tamaños gruesos. (Figura 4.4). Luego continúa un conjunto de compuertas de acero, 5 en total de capacidad de ingreso de caudal de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, cada una, de tipo radial accionadas por un sistema mecánico de engranajes que hacen más fácil su manipulación al momento de bajar o subir las compuertas. En la Figura 4.5 se puede observar la estructura de la misma.



Figura 4.4 Rejillas



Figura 4.5 Compuertas de entrada

Actualmente, como se puede notar en las imágenes, se observa el deterioro de la misma, así como la falta de mantenimiento pues hay restos vegetales que impiden el paso de el agua, según información aportada por empleados de la planta de HIDROANDES la apertura de las compuertas no se hacen en total de 5, sino que se alternan abriendo siempre 3 de las 5, motivado a que si se abren a capacidad total el canal principal se rebosa en las zonas pobladas que existen mas adelante ocasionando el anegamiento de viviendas, esto ocurre motivado a que el tirante del canal principal esta disvariado por el alto numero de sedimentos.

Tambien se puede notar que estas compuertas acumulan gran numero de sedimentos como de basura, ademas se nota el deterioro de las mismas por falta de mantenimiento, tanto en las rejillas como en las compuertas en si y sus mecanismos de movimiento, en la imagen tomada el dia 22/07/2008 se puede observa lo indicado (Figura 4.6).



Figura 4.6 Compuerta de Entrada

Motivado a que esta obra de toma es usada como obra de captación de agua para consumo humano en la población de Barinas, no se puede cerrar en ningún momento pues la planta de tratamiento se pararía dejando sin el vital líquido a la población, dando como consecuencia una alta sedimentación del canal principal del sistema, debido a que en la época de invierno es donde se genera mayor cantidad de sedimentos en la zona alta de la cabecera del río, y como no se puede cerrar el sistema al momento de las crecidas, se introduce gran cantidad de sedimentos que se acumulan a lo largo y ancho del canal principal, ocasionando un grave problema, como lo es la disminución del tirante en la sección de flujo.

➤ **Desarenador**

Es generalmente una estructura de concreto, de gran tamaño y complicado diseño en determinados casos, que permite el depósito del material por la reducción de velocidad a que da lugar el aumento brusco de la sección de escurrimiento y el tránsito por esta estructura, cuya característica resaltante es su adecuada longitud para el tamaño del material que se desea sedimentar, el agua desarenada se deriva por medio de un vertedero lateral, el material depositado se extrae a intervalos de tiempo, haciendo pasar todo el caudal a mayor velocidad en razón de la pendiente longitudinal de la estructura, mediante la apertura de una compuerta que comunica con el canal de fuga encargado de devolver el material al río (Grassi, 2001). Ver Figura 4.7.



Figura 4.7 El desarenador

En el caso específico de estudio del sistema, el desarenador se encuentra ubicado aguas abajo de la toma, observando la Figura 4.7 se puede notar que existe una gran cantidad de sedimentos acumulados, así como el crecimiento de vegetación con un grado de desarrollo de varios días lo que evidencia que a pesar de tener una cantidad considerable de sedimentos, no se hace el mantenimiento de acuerdo con las condiciones teóricas, de apertura de compuertas para la liberación y reincorporación al río de el material depositado, acarreando más problemas de sedimentación al canal principal, ya que la acumulación excesiva en el desarenador, no permite desarrollar su objetivo al momento de decantar los sedimentos.

También se puede apreciar que los mecanismos de levante de las compuertas de tipo radial tiene daños leves en los cables, que a un corto plazo pueden dar en consecuencia un daño total, así como las compuertas en sí que ahí muestran un deterioro por los años de servicio y falta de mantenimiento preventivo.

En la Figura 4.8 se puede observar que las compuertas de cierre total están ausentes lo que indica que al momento de un pico de lluvia fuerte y largo no se puede evitar el daño al mismo, ni permitiendo el desarrollo de su ciclo de mantenimiento.



Figura 4.8 Entrada al desarenador

4.2.2. Canal principal de aducción

Según GEOSITES (2009) el canal de aducción que conecta la bocatoma con el desarenador tiene una transición de entrada, una curva horizontal y un tramo recto, paralelo a la corriente natural, hasta el desarenador. Es un canal de baja pendiente y régimen tranquilo que se diseña para recibir los caudales de aguas altas que pueden entrar por la toma. En la práctica es preferible que sea de corta longitud y en algunos casos, cuando las condiciones topográficas de la zona de captación lo permiten, se elimina el canal de aducción y el desarenador se incluye dentro de la estructura de la bocatoma.

Para el caso de investigación, está compuesto de varios tramos, partiendo desde la obra de toma, estos tramos se describirán a continuación con sus partes específicas las cuales se componen así:

➔ Túnel de transvase

Este tramo parcial es la primera parte del canal de aducción el cual es la entrada principal del agua al sistema, cuenta con una longitud de 1500 m, con un diámetro de 2 m, y fue construido con tubos de concreto armado.

En su estado actual el túnel se encuentra en un momento crítico, pues por información recopilada por operarios de la empresa HIDROANDES, se conoció que desde hace bastante tiempo no se realiza el mantenimiento respectivo, esto incluye e influye un alto deterioro, en



cuanto acumulación excesiva de sedimentos y basura que se filtra por un número no conocido de años, ya que no se puede realizar una parada programada de mantenimiento general por lo complicado y lento que es, por el diseño del mismo, así como motivado a los requerimientos hídricos de la población de Barinas dependen del total y contaste uso de esta entrada de agua, pues en la parte anterior de la entrada al túnel trasvase se encuentran 3 bombas verticales que extraen el caudal necesario para surtir a la población. En las Figuras 4.9 y 4.10 se observa la forma estructural de la primera parte del canal de aducción, así como la entrada del túnel de trasvase y muy escasamente un poco su estado actual.



Figura 4.9 Entrada de aducción



Figura 4.10 Túnel de trasvase

➔ Canal rectangular

Este tipo de estructura rectangular es una de las diversas formas que existen para la conducción de aguas en el diseño de sistemas de riego. Este canal de forma rectangular, elaborado en concreto armado. Se encuentra seguido del túnel trasvase, con una longitud de 500m y con una capacidad de conducción de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.



Al igual que el túnel, este presenta problemas, siendo la sedimentación, vegetación, y fracturas de las losas causadas por la vegetación, lo que origina pérdidas por filtración del agua, así como la disminución del tirante hidráulico y consecuente disminución de la capacidad de conducción. En las Figuras 4.11 y 4.12 se denota la salida del canal de aducción hacia en canal rectangular, fácilmente se ve como ha alcanzado la vegetación un grado de desarrollo fisiológico que permite desplazar con facilidad la estructura del canal rectangular, así como por crecimiento radical se ha acumulado suelo a un lado del mismo contribuyendo a la sedimentación por inclusión dentro del canal.

La sedimentación de este tramo es bastante crítica por su abundancia en su sección, pues en mediciones realizadas en los días de aforo del mismo se registraron medidas de hasta más de 70 cm de acumulación compactada de sedimento, y de restos de una pared perimetral adyacente al canal que pertenece a la UNELLEZ, la cual fue derribada y sus escombros fueron arrojados al canal rectangular destacándose este punto como grave, pues se nota el abandono y la falta de mantenimiento del sistema en su totalidad.



Figura 4.11 Salida del túnel



Figura 4.12 Canal Rectangular

➔ Canal trapezoidal

Este es un tipo de canal de conducción que se usa para llevar el agua desde la aducción hasta la zona regable o lote de parcelas en actividad incluyendo el lugar de desembocadura o fin del sistema de riego; a este tipo de canal se la denomina canal muerto cuando no se le han hecho



derivaciones, pasando a la clasificación de principal una vez que se comienzan a derivar aguas por alguna estructura con este fin. El canal principal de este sistema tiene sección trapezoidal a cielo abierto revestido en concreto, posee una longitud total de 21 km, desde la unión con el canal rectangular hasta su final en el colector de drenaje natural denominado Caño Caroní, que es el colector natural de desembocadura.

El estado actual de esta estructura es considerado como la que posee mayores daños significativos, pues son varios los que se han cuantificado y clasificado en los distintos recorridos que se realizaron, en particular este canal tiene una característica poco común, es la que atraviesa una ciudad, por ende cohabita con poblaciones que contribuyen al deterioro del mismo, a continuación se describe apoyado en Figuras cada uno de los daños evidenciados:

A pocos pasos de la salida como se muestra en la Figura 4.13, tomada el día 04/08/08, existe un problema de arrojado de aguas contaminadas producto del lavado de camiones de la empresa Polar, pues han colocado esta parte del drenaje con caída directa al canal principal, por manifestación de algunos transeúntes se conoció que en reiteradas oportunidades se ha visto correr aguas abajo restos de lubricantes derivados de petróleo pues se ha notado con facilidad en la forma como mancha el agua al contacto, implicando la contaminación del agua para riego acarreado daños secundarios a los cultivos establecidos.



Figura 4.13 Arrojo de aguas contaminadas al canal principal



El Figura 4.14 y 4.15 del canal principal se observan tres daños que fueron en su mayoría constantes en esta parte de la infraestructura, pues como es notable se ve las losas fracturadas por diferentes razones que existen, lo cual provoca filtraciones y así pérdidas de caudal; entre otros daños esta el sedimento y la vegetación pues allí se nota como casi la mitad de la sección del canal esta obstruida por ambas disminuyendo su capacidad y por último un basurero que se ha creado por la inconsciencia de las personas que viven en los alrededores contaminando el agua para riego.



Figura 4.14 Losa fracturada y basura



Figura 4.15 Losa fracturada canal principal.

La gran cantidad de arboles grandes a las orillas de las losas del canal representa un problema grave para las mismas pues por la falta de mantenimiento, poco a poco las raíces con su grado de desarrollo van levantando las losas fracturándolas provocando filtraciones y pérdidas de caudal.

En la Figuras 4.16y 4.17, vistas desde lo alto se denota con facilidad la gravedad de los daños que existen en este tramo del canal donde no se ven las losas debido a la gran cantidad de sedimentos así como la vegetación, simplemente se ve una sección obstruida con un tirante que no está a capacidad y que en constantes oportunidades se rebosa por este motivo.



Figura 4.16 Vegetación en el canal principal



Figura 4.17 Sedimentos, vegetación excesiva en el Canal principal



En la Figura 4.18 tomada el día 04/08/09 está presente una obstrucción creada por los habitantes cercanos al Canal, donde colocan estas varas y posteriormente una cantidad de latas de zinc, con la finalidad de elevar el tirante hidráulico y así hacer uso del mismo como una piscina de esta forma hacen perder carga hidráulica pues está hecha a la salida de una caída de carga, disminuyendo la velocidad del agua retrasando el transporte de la misma.



Figura 4.18 Obstrucción creada en el Canal principal

Otro de los daños ocasionados es la toma de agua por parte de este tipo de camiones cisternas, como se aprecia en la Figura 4.19, tomada el día 05/08/08, disminuyendo el caudal del mismo pues ahí solo se aprecia solo uno, pero en otras ocasiones han estado muchos más extrayendo agua para el uso no especificado, disminuyendo la disponibilidad del agua para riego.



Figura 4.19 Extracción del caudal ilegalmente en el Canal principal

4.2.3. Canales secundarios tipo Hopensa

Estos canales elevados tipo horquilla denominados HOPENSA, nombre de la empresa que los construye, son elaborados en concreto armado reforzado con acero y de forma parabólica; en el sistema existen varios tipos de distintas capacidades de acuerdo al tamaño de la sección que se especifica, donde su uso es principalmente destinado al uso en la red secundaria de distribución en las parcelas del sistema.

Actualmente estas estructuras de concreto se encuentra en condiciones pésimas de funcionamiento, pues el área delimitada para con este estudio, cuantifico diversos daños en esta red secundaria, que a simple vista dan una impresión a grosso modo del bajo o poco mantenimiento dado en un largo tiempo, ya que el deterioro medido da unos resultados altos en porcentaje comparativo entre lo que sirve y lo que no, ocasionando así pérdidas para los pisatarios que hacen uso del sistema en sí, a continuación se desarrollara una explicación con el apoyo de Figuras del estado actual de esta parte secundaria del sistema:



Desde el comienzo de la compuerta de entrada a la red secundaria denominada Sector EL TIGRE, se puede observar en la Figura 4.20 como hubo que realizar un pequeño trabajo de corte de vegetación para poder observar las compuertas de entrada a la red, donde se aprecio el deterioro de las compuertas de entrada, ya que no poseen el vástago de levante mecánico y su volante de giro para la apertura, así como las compuertas en si están en un estado crítico pues la corrosión por falta de mantenimiento tiene un alto grado de desarrollo.



Figura 4.20 Entrada a la red secundaria



Figura 4.21 Entrada a la red secundaria

En esta vista de las compuertas del sifón de entrada del sistema (Figura 4.21), se observa uno de los problemas más recurrentes que se presentan, como lo es el arrojo indiscriminado de basura y animales muertos que agregan un grado de contaminación al agua para riego, esto como consecuencia particular de que el sistema atraviesa la ciudad en su recorrido, en particular la Figura 4.22 es de observar con detenimiento pues se ve un cuerpo en descomposición con abundantes larvas de mosca, después de hacer un movimiento de este cuerpo no se llevo a la conclusión de que restos eran si animal o humano pues es curioso un par de calzados del mismo tallado a un costado, dejando la posibilidad de que sea un resto humano ya que en otras ocasiones ha sido usado como depósito de cadáveres. (Ver Apéndices).



Figura 4.22 Sifón sedimentado.



Figura 4.23 Sifón, daños en sus compuertas

En la Figura 4.24 de la salida del sifón esta la unión del canal tipo HOPENSA sin daños aparentes pues no hay vegetación ni deterioro de los mismos, al observar la Figura 4.25 se ve el agua que posee acumulada desde hace tiempo, evidencia es peces que tienen un desarrollo mediano que denota los meses sin ser operado esta red secundaria.

Unos pocos metros más allá de la salida del sifón como se observa en la Figuras 4.26 y 4.27 una vegetación de arboles ya grandes que producen el levante de los canales elevados acarreado así la separación entre las uniones y como consecuencia la perdida de agua por esta separación, además se puede ver como hay una aducción rudimentaria de tamaño regular lo que le quita caudal.



Figura 4.24 Salida del sifón



Figura 4.25 Agua del sifón



Figura 4.26 Vegetación mayor



Figura 4.27 Toma en el sifón.

En las Figuras 4.28 y 4.29, vistas de la parte externa e interna del canal HOPENSA se observa como la vegetación a los costados de la red ha proliferado durante años de ser removida por los usuarios del sistema ocasionando un problema grave tanto en la obstrucción, como el levante de los canales y el aporte de materia vegetal que al unirse con el abundante sedimento tapa la red.



Figura 4.28 Vegetación mayor.



Figura 4.29 Vegetación mayor

Como se aprecia en la Figura 4.30 se ve como un sifón que se le dio mantenimiento por uno de los pisatarios del sistema, se removió gran cantidad de sedimentos y basura acumulada así como materia vegetal, lo que es evidencia de cómo es afectada la red por este tipo de problemas, además que la compuerta de esta toma de parcela no se pudo restaurar por el deterioro existente por falta de mantenimiento.



Figura 4.30 Sifón de parcela.

Entre los graves daños cuantificados de la red secundaria se muestran las Figuras 4.31 y 4.32 donde por un evento natural como lo es un rayo cae este árbol grande que se encuentra a un lado del canal HOPENSA y deteriora aun más el levante que produjo, así como la acumulación de material vegetal que tapa la red dando consecuencias a corto plazo a la hora de regar.



Figura 4.31 Árbol caído.



Figura 4.32 Obstrucción de canal elevado

El desarrollo vegetal establecido por falta de mantenimiento corte y poda de los arboles que por razones naturales se desarrollaron a lo largo de la red, han dado como consecuencia este levante de los canales suspendidos como se aprecia a detalle en las Figuras mostradas 4.33 y 4.34 donde han un desplazamiento ya establecido por un árbol de buen tamaño; y como va uno en proceso de levante por la misma razón, lo que conlleva a un grado de operación casi nulo pues este daño se repite en reiteradas oportunidades a lo largo de la red, dando niveles de



pérdida de caudal en gran cantidad a la hora de regar lo que no hace factible la aplicación de riego pues el derrame inunda zonas no deseadas, como vías de penetración, viviendas entre otras cosas que son afectadas.



Figura 4.33 Levantamiento por árbol en canal hopensa



Figura 4.34 Levantamiento por árbol

En contribución al levante de los canales, se suma el aporte de perdidas las filtraciones en las uniones de los canales elevados esto por el deterioro en la capa de asfalto impermeable que lleva en cada unión para evitar la filtración, como se aprecia en la Figura 4.35 tomada el día 14/08/08, existe un deterioro en el canal por la humedad así como es evidencia del largo tiempo que lleva la filtración es la cantidad de moho que se aprecia , es importante resaltar que este daño de filtraciones se repite en la mayoría de las uniones lo cual suma una gran pérdida de caudal.



Figura 4.35 Filtraciones



Este daño causado muestra la falta de cumplimiento de los contratos de uso de la red de riego por los usuarios, donde hacen tomas ilegales, las cuales alteran la capacidad del caudal disponible para riego, pues extraen mayor cantidad de agua que la calculada en cada toma de parcela, acarreando disminución de aplicación de riego por otro parcelero que se encuentre aguas debajo de la red, esto ha generado problemas entre los usuarios ya que no se respetan los horarios de riego que cada uno tiene establecido. Figuras 4.36 y 4.37.



Figura 4.36 Toma ilegal



Figura 4.37 Toma ilegal

Uno de los daños más graves que existen dentro de la red secundaria son las fracturas de los canales elevados, como se aprecia en las Figuras 4.38 y 4.39, estas en su mayoría se deben al deterioro de largos años en uso, así como la falta de mantenimiento por parte de los usuarios de la red. Fundamentalmente esto afecta directamente a la disminución del tirante debido a las grandes pérdidas de agua que se derraman por estas grandes grietas, lo que evidencia un problema grave para el usuario pues disminuye directamente la disponibilidad de agua y como consecuencia su respectiva lamina de riego a aplicar.



Figura 4.38 Fracturas en hopensas



Figura 4.39 Fracturas en los hopensas

Además de generar las pérdidas de agua más grandes que posee la red, también ocasiona daños a las vías internas del sistema, pues el derrame en ocasiones es tan fuerte que socava el material disponible, dando como resultado un hueco intransitable inhabilitando la vía respectiva.

Otra consecuencia es que debido a los tiempos de riego entre parcelas es distinto, no se puede cerrar la toma de la parcela anterior, y con el derrame se produce el saturamiento de cultivos lo que genera una turgencia en el cultivo, esto da una disminución en los rendimientos, incluso puede dar como consecuencia la muerte del mismo.

Observando las Figuras 4.40 y 4.41 se nota como ha sido colocada unas canales de menor capacidad, como solución a las fracturas, donde se sustituyo solucionando un poco el problema, aunque se encuentre puesta ahí, siempre genera alguna consecuencia y es que se filtran ya que no está del todo acoplada pues no se corresponden, también se produce un rebose de la misma, así generando perdidas de caudal.



Figura 4.40 Canal sobre puestos



Figura 4.41 Canal sobre puestos

4.2.4. Estructuras de partición de flujo

Milligan (1970) describe este concepto como, la función primaria de las estructuras de las redes de riego es proteger el sistema contra el rebose del canal, la erosión y excesivo deposito de sedimento del mismo.

➤ Retenciones en el canal principal

Estas estructuras diseñadas para elevar el tirante hidráulico del canal principal, dan la capacidad de llevar el agua hasta una toma de un canal secundario, garantizando el caudal para la distribución.

Observando las Figuras 4.42 y 4.43 se tiene el detalle cómo se encuentra el estado actual del día 12/08/08, donde no se encuentran las compuertas que hacen la función de retener el agua para elevar el tirante hidráulico, así como también se ha de notar el deterioro por la corrosión y la falta de los sistemas mecánicos en optima condición para hacer de manera adecuada la operación, otro problema ocasionado el ella es la acumulación de la basura que es arrojada al cauce del canal lo que produce obstrucción, sedimentación, así como la contaminación del agua de riego pues en la Figura 4.43 se nota un numero de animales muertos (perros, 09) para el día en que fue tomada esta imagen, mas la basura presente de todo tipo da una muestra del estado en que se considera para esta parte de las retenciones que existen; que en su mayoría no escapan de este comportamiento siendo un poco más leves pero que en sumatoria dan un gran volumen, ando mayor gravedad a este problema.



Figura 4.42 Retenciones en el canal principal



Figura 4.43 Basura en la retención

Otra estructura que se encuentra ubicada en sucesión a las retenciones son las caídas de caudal de carga hidráulica, las cuales no escapan de poseer sus daños específicos, como lo son la acumulación de basura, y daños en la parte protectora superior de la herrería correspondiente, lo que genera como consecuencia el paso de vehiculos por su piso dañando se estructura en sí, este material protector ha sido hurtado, y en otros casos retirado para dar libre tránsito por encima del mismo, en las figuras captadas 4.44 y 4.45.



Figura 4.44 Caída de carga H.



Figura 4.45 Caída de carga H.



➔ Tomas de canales de distribución

Estas tomas son las referentes a conducir el agua desde el canal principal hasta un canal secundario de la red por medio de compuertas que al pasar por ellas van a un sifón que la conduce hasta el canal elevado.

Haciendo un recorrido en las Figuras 4.46, 4.47, 4.48 se observa el estado actual de cómo se encuentran las distintas tomas operativas que existen en el sistema, donde en una primera imagen se nota con claridad cómo se removió la vegetación existente, una vez terminado se puede observar el numero de compuertas de la toma, y una pequeña muestra de cómo faltan los vástagos accionantes de la apertura y cierre de las mismas así como el oxido generado por la falta de mantenimiento, ya para la Figura 4.47 se ve como esta en estado inoperable una de las compuertas de la toma, ya que no posee el vástago, esta fracturada por la corrosión, y se encuentra sedimentada, muestra de una total inoperatividad, no permitiendo la entrada de caudal a la red secundaria del sistema.



Figura 4.46 Tomas de distribución



Figura 4.47 Tomas de distribución



Figura 4.48 Detalle de toma

➔ **Sifones:**

Son las estructuras que permiten realizar aéreas de transito en un sistema de riego; ya que consisten en una elevación o depresión de un canal de riego para dar paso a una vía o puente en si. A manera de conducir el agua para riego hasta uan zona donde amerite construir un acceso por existncia de una via de servicios, o carretera agricola que colinde con los predios del sistema.

Observando las Figuras 4.49 y 4.50 se aprecia dos tipos de sifon uno que permite la entrada a una unidad de produccion (Figura 4.49), y a su vez se deriva una salida para un canal terciario no revestido de forma triangular en tierra; y otro (Figura 4.50) es la entrada del agua a un canal secundario de la red, ambos se ejecutaron para dar paso a traves de vias internas de comunicaci3n. El estado actual de dichos sifones se encuentra en condiciones no aptas para su funcionamiento, pues el nivel de sedimentos lleo a un colapso de esta estructura, ya que obstruyo todo el area interna impidiendo la circulacion del agua, en otros sifones existentes tambien hay da1os similares en menor grado.



Figura 4.49 Sifón de paso



Figura 4.50 Sifón de toma de distribución

➔ Tomas de parcelas

La toma de los canales secundarios que derivan agua del canal principal, o de terciarios que la derivan de secundarios, así como la toma de parcelas. Las mismas son comúnmente compuertas deslizantes, metálicas, accionadas por un mecanismo elevador, Grassi (2001).

En la actualidad estos sistemas de compuertas que se encuentran en la red secundaria, elaboradas en hierro en su totalidad, se encuentran en un estado poco operativo, ya que con el uso dado, así como el desgaste producido por los años en servicio sin un plan de mantenimiento adecuado ha deteriorado considerablemente estos elementos esenciales dentro de la red secundaria. Observando las Figuras 4.51 y 4.52 se denotan el estado actual para el día 14/08/08; donde se ve como estas tomas de paso a las parcelas no poseen los mecanismos de accionamiento, como es el vástago, y su volante, donde no se sabe cual fue su destino, también es evidente como las bases laterales se encuentran corroídas dando como resultado un estado poco operable, conllevando a que el usuario cree maneras de accionar este componente de la red secundaria colocando cuerdas, alambres que no le dan un funcionamiento óptimo generando una serie de problemas al momento de aplicar la lamina de riego respectiva requerida.



Figura 4.51 Toma de parcela



Figura 4.52 Toma de parcela

4.2.5. Drenajes

Constituyen el complemento indispensable de toda la red de riego, ya que, indefectiblemente, en todo sistema de riego se producirán sobrantes de agua que deben ser evacuadas a fin de evitar daños a los cultivos, permitir la realización de labores agrícolas y mantener condiciones sanitarias aceptables en el sistema.

En el caso de los sistemas de drenaje del sistema en estudio, existen 4 tipos que se describen a continuación:

➔ Naturales

Están conformados por 8 km de longitud, el cual se denomina caño El Tigre, donde su conformación y capacidad de drenaje es bastante buena pues al ser un cauce natural su capacidad de conducción no afecta el escurrimiento a la hora del drenaje, en la Figura 4.53 se aprecia el aspecto en si del drenaje, el único problema que existe en este cauce es que debido al arrojo indiscriminado de basura en algunas ocasiones ocurre obstrucción del mismo sin llegar a mayores consecuencias.



Figura 4.53 Drenaje natural

➔ Colectores

Este tipo denominado colectores son canales artificiales creados en varias partes del sistema, este tipo de drenaje superficial en tierra que tienen una longitud de 11 km, se encarga de drenar el agua proveniente de los drenajes parcelarios y de las compuertas de aliviadero del canal principal que hay en el sistema. En la Figura 4.54 se observa el estado del colector artificial Caroní, donde se nota la amplitud del mismo y su condición actual es buena lo que da garantía del buen desempeño, este drenaje es tributario al caño El Tigre como continuación de la red de drenajes del sistema.



Figura 4.54 Drenaje artificial



➔ Parcelarios

Este tipo de drenaje superficial de parcela son de sección rectangular descubiertos, se encuentran en la salida de las parcelas ubicados de acuerdo a la pendiente favorable para el escurrimiento su longitud comprende una distancia de 35 km y desembocan en los drenes alcantarillas; el estado en general actual de este tipo de drenes es regular, ya que por falta de mantenimiento a perdido la sección y pendiente, motivado al aporte de sedimentos del agua de riego. Al apreciar la Figura 4.55 se observa como apenas se nota la línea donde se encuentra ubicado este dren.



Figura 4.55 Dren parcelario

➔ Alcantarillas

Son estos drenes los que recogen el aporte de los drenes parcelarios, con una longitud total de 41 km y de tipo superficial descubierta, aportando esta carga al drenaje superficial Caroní, su estado es de regular funcionamiento pues se encuentra un poco sedimentado además las estructuras de paso que existen están dañadas y por ende tapan estos drenes. Detallando la Figura 4.56 se muestra el estado de sedimentación que poseen, así como la vegetación que ha crecido en diversos tramos por falta de mantenimiento, lo que implica disminución de la velocidad de drenaje en el mismo.



Figura 4.56 Dren alcantarilla

4.2.6 Vialidad

La vialidad existente en el recorrido del canal es de buena conformacion solo presenta algunos daños que se pueden corregir con la rectificacion de las vias con moto niveladora el unico daño grave que no permite el desplazamiento por el mismo ocurre en la verma de servicios del canal principal como se aprecia en la figura 4.57 donde un vehiculo tripulado por un sujeto desconocido no se percata de la dificultad presente en esta verma.



Figura 4.57 Berma de servicio dañada, parte derecha