

**ELABORACIÓN DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR PARTIDORES
DE CAUDAL Y BOCATOMAS TIPO EN PROYECTOS DE IRRIGACIÓN. CASO:
DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE,
DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

ROOSEVELT CHARRY VALDERRAMA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

**ELABORACIÓN DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR PARTIDORES
DE CAUDAL Y BOCATOMAS TIPO EN PROYECTOS DE IRRIGACIÓN. CASO:
DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE,
DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

ROOSEVELT CHARRY VALDERRAMA

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AGRÍCOLA

Director
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ingeniero Agrícola
Especialista en Ingeniería de Irrigación

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Director

Neiva, octubre de 2007

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con mis padres María del Carmen y Gustavo, a los que dedico muy especialmente este trabajo por ser el motor de vida que incentiva mi sentido de superación y por construir a mi alrededor un mundo de amor y protección para enseñarme que no existen metas inalcanzables.

A mis hermanos Alfy, Gustavo y Sonia, porque siempre me han ayudado y apoyado en todas mis decisiones y son la inspiración que alimenta mi capacidad de asombro.

A mis amigos, mis cuates, mis parceros, mis panitas: Johan, Pedro, Juan Pablo, Yesinith, Diego, Tuto, Don Fernando, Doña Janeth, Tania, Julio, mis sobrinos fastidiosos Sergio y Sebastián; que me acompañaron en este proceso y me han brindado su valiosa amistad.

Roosevelt

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, Especialista en ingeniería de irrigación, Profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del Proyecto, por su orientación, consejos y acompañamiento.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ingeniero Agrícola, M.Sc., Doctor. Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría.

JAIME IZQUIERDO BAUTISTA, Ingeniero Agrícola, Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría.

GILBERTO ÁLVAREZ LINÁRES, Topógrafo, Especialista en Irrigación, Administrador de Empresas, Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo moral.

JUAN PABLO VILLEGAS RAMOS, Ingeniero Agrícola, Jefe del área Topografía, Cartografía e Informática del Convenio 238, por compartir sus conocimientos incondicionalmente y su permanente asesoría.

YESINITH CERQUERA BAHAMON, Ingeniera Agrícola, Jefe del área Socioeconómica y Suelos del Convenio 238, por su **inmensa colaboración** y acompañamiento de principio a fin y por el animo que inyecto al grupo para hacer realidad este proyecto.

HILDA JAZMIN RODRIGUEZ, Ingeniera Agrícola, Ingeniera Residente, por su orientación.

GLADIS QUINO, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola, por su Colaboración.

Agradecimiento a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, por su oportunidad y confianza depositada para la ejecución de este proyecto.

Agradecimiento especial a los guías de campo por su valiosa colaboración y a todos los usuarios del distrito de Rio Neiva por su acogida.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
SUMMARY	15
PALABRAS CLAVES	17
INTRODUCCIÓN	18
1. REVISION DE LITERATURA	20
1.1. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN	20
1.2. PARTIDOR DE CAUDAL	22
1.2.1. Antecedentes	22
1.2.2. Reparto de caudales	23
1.2.3. Vertedero de cresta aguda	23
1.2.4. Desarenador convencional	23
1.3. BOCATOMA TIPO	24
1.3.1. Antecedentes	24
1.3.2. Tipos de obras de captación.	24
1.3.2.1. Captación lateral:	24
1.3.2.2. Captación por vertederos laterales:	24
1.3.2.3. Captación con lecho filtrante:	25
1.3.2.4. Captación sumergida tipo Dique – Toma:	25
1.3.2.5. Bocatoma sumergida (caudales mayores):	25
1.3.3. Orificios	25
2. LOCALIZACION DEL PROYECTO	26
3. METODOLOGÍA	28
3.1. SOFTWARE	29
3.1.1. Partidor de Caudal	30
En el caso de guiar el diseño por la ruta de la izquierda (Figura 3), para secciones rectangulares, el Programa realiza el mismo procedimiento, con la diferencia que omite el paso de la transición.	35
3.1.2. Bocatoma Tipo	35
3.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	38
3.2.1. Partidor de Caudal	39
3.2.2. Bocatoma Tipo	39
4. RESULTADOS	40
4.1. SOFTWARE	40
4.1.1. Partidor de caudal	40
4.1.1.1. Manual de usuario (PCaudal Versión 1.1)	40
4.1.2 Bocatoma tipo	50
4.1.2.1. Manual de usuario (BTTipo Versión 1.0)	50

4.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	54
4.2.1. Partidor de Caudal	54
4.2.1.1. Memorias técnicas	54
4.2.1.2. Memorias de cálculo	59
4.2.1.3. Presupuestos	60
4.2.2. Bocatoma Tipo	63
4.2.2.1. Memorias técnicas	63
4.2.2.2. Memorias de cálculo	73
4.2.2.3 Presupuestos	90
4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SIG	95
4.3.1. Área cartografía.	95
4.3.1.1. Determinación del error planimétrico y validación de la calidad cartográfica de la información.	95
Fuente: Informe Final Topografía, Cartografía y SIG del Convenio 238	97
4.3.2. Área Topografía	98
4.3.2.1 Determinación de las áreas del proyecto.	98
4.3.2.2 Levantamiento de conducciones principales y secundarias.	98
4.3.2.3 Levantamiento topográfico de predios.	98
4.3.3. Área SIG	98
4.3.3.1. Diseño de la base de datos.	98
4.3.3.2. Documentación de la base de datos.	99
4.3.3.3. Sistema de información geográfica – SIG.	108
5. CONCLUSIONES	114
6. RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	117

LISTA DE CUADROS

	Pág.
<i>Cuadro 1. Uso de Controles</i> _____	29
<i>Cuadro 2. Especificaciones de diseño del partidador de caudales canal El Túnel</i> _____	54
<i>Cuadro 3. Especificaciones de diseño del partidador de caudales canal Ovejeras</i> _____	55
<i>Cuadro 4. Especificaciones de diseño del partidador de caudales canal Providencia</i> _____	56
<i>Cuadro 5. Especificaciones de diseño del partidador de caudales canal El Playón</i> _____	57
<i>Cuadro 6. Especificaciones de diseño del partidador de caudales canal La Chatera</i> _____	58
<i>Cuadro 7. Información y fuentes de suministro</i> _____	95
<i>Cuadro 8. Determinación del error planimétrico.</i> _____	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Localización General del Proyecto</i> _____	26
<i>Figura 2. Localización General de las Obras Hidráulicas</i> _____	27
<i>Figura 3. Diagrama de flujo global de operación del programa PCaudal V1.1</i> _____	31
<i>Figura 4. Diagrama de flujo global del programa BTTipo V1.0</i> _____	35
<i>Figura 5. Flujo en orificios de grandes dimensiones</i> _____	36
<i>Figura 6. Icono programa PCaudal V1.1</i> _____	40
<i>Figura 7. Presentación programa PCaudal V1.1</i> _____	40
<i>Figura 8. Configuración Regional</i> _____	41
<i>Figura 9. Presentación programa PCaudal V1.1</i> _____	42
<i>Figura 10. Ventana sección trapezoidal</i> _____	42
<i>Figura 11. Ventana tansición (trapezoidal – rectángular)</i> _____	43
<i>Figura 12. Ventana condición de reparto para sección trapezoidal</i> _____	44
<i>Figura 13. Caja de entrada de datos</i> _____	44
<i>Figura 14. Ventana condición de reparto para sección trapezoidal</i> _____	45
<i>Figura 15. Ventana sección rectangular</i> _____	45
<i>Figura 16. Caja de dialogo común “Guardar como”</i> _____	46
<i>Figura 17. Ventana de resultados</i> _____	47
<i>Figura 18. Resultado gráfico del partidor</i> _____	48
<i>Figura 19. Diámetro del grano y tiempos de sedimentación en un desarenador</i> _____	49
<i>Figura 20. Ventana para la integración del desarenador</i> _____	49
<i>Figura 21. Resultado gráfico del partidor con desarenador</i> _____	50
<i>Figura 22. Icono programa BTTipo V1.0</i> _____	50
<i>Figura 23. Pantalla de presentación BTTipo V1.0</i> _____	51
<i>Figura 24. Ventana diseño de la compuerta</i> _____	52
<i>Figura 25. Resultado gráfico de la compuerta</i> _____	53

Figura 26. Esquema relacional de la base de datos	99
Figura 27. Formulario principal	101
Figura 28. Formulario Consultar Propietario	102
Figura 29. Formulario Editar Datos	102
Figura 30. Formulario Ingresar Nuevo Cauce	103
Figura 31. Formulario Resultados	103
Figura 32. Formulario Resultados Generales	104
Figura 33. Formulario Resultado General de Caudales	104
Figura 34. Formulario Resultados Parciales de Rio Neiva	105
Figura 35. Formulario Resultados Parciales de la Ciénaga	105
Figura 36. Formulario Resultados Parciales de Quebradas	106
Figura 37. Formulario Resultados Parciales de Zanjonés	106
Figura 38. Formulario Resultados Parciales de los Rosales	107
Figura 39. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto	110
Figura 40. Red de conducción de canales de riego	111
Figura 41. Estructura de carpetas y archivos	112
Figura 42. Metadatos de la base cartográfica predial RN 238	113

LISTA DE FOTOS

Pág.

<i>Fotos 1. a) Vista general de ubicacion de un Partidor de caudal en el canal El Túnel (La Ye) y b) compuertas de salida en el partidor de caudal</i>	<i>55</i>
<i>Fotos 2. a) Vista aguas arriba del sitio de proyección para Partidor en el canal Ovejeras (La Ye) y b) vista aguas abajo donde se aprecia la división de canales sin revestir.</i>	<i>56</i>
<i>Fotos 3. a) Sitio de proyección para Partidor en el canal Providencia (Macarena) y b) compuertas para la partición de tres caudales</i>	<i>57</i>
<i>Fotos 4. a) Sitio de proyección para Partidor en el canal El Playón (La Ye) y b) medidas para la seccion del vertedero de cresta aguda</i>	<i>58</i>
<i>Fotos 5. a) Sitio aguas abajo para Partidor en canal La Chatera (La Plancha) y b) Vista general del sitio La Plancha</i>	<i>59</i>
<i>Fotos 6. a) Sitio de proyección para Bocatoma en canal El Túnel y b) Nivelación para el diseño del desarenador</i>	<i>64</i>
<i>Fotos 7. a) Sitio para Bocatoma en el canal Chichato y b) Compuerta existente para conducir al lavado del desarenador</i>	<i>66</i>
<i>Fotos 8. a) Vista general del sitio para Bocatoma en canal La Parcela y b) Vista aguas abajo del sitio de ubicación de la compuerta</i>	<i>68</i>
<i>Fotos 9. a) Sitio de proyección para Bocatoma en el canal La Sanchez y b) Vista del tramo para ubicar aforador y desarenador</i>	<i>70</i>
<i>Fotos 10. a) Sitio aguas abajo para Bocatoma en el canal Aucor b) Vista general aguas arriba del sitio de proyección</i>	<i>72</i>

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<i>ANEXO A. TABLAS</i> _____	118
<i>ANEXO B. PLANOS DISEÑO ESTRUCTURAS HIDRAULICAS</i> _____	120
<i>ANEXO C. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y TUTORIALES CD</i> _____	121
<i>ANEXO D. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS EN EL AREA DE ESTUDIO</i> _____	122

RESUMEN

Durante la ejecución de la pasantía enmarcada en el convenio interadministrativo Usco-Cam No. 238 denominado “**REVISIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LOCAL DE ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO, SILARH; CORRIENTE RÍO NEIVA MPIO CAMPOALEGRE, DPTO HUILA**” se realizó un paquete informático para diseñar dos estructuras hidráulicas tipo; partidores de caudal y bocatomas, cada una con su respectivo software, son programas independientes que responden a los nombres de: PCaudal V1.1 (diseña partidores de caudales a través de cuchillas) y BTTipo V1.0 (diseña bocatomas tipo para cauces inestables).

Los softwars cuentan con una interfaz sencilla, simple, confiable y novedosa; es de resaltar que requieren muy poca intervención del usuario, manejan una menor cantidad de datos en pantalla y los resultados se presentan de una manera clara y concisa. También presenta acceso inmediato durante la ejecución del programa a las ayudas externas como tutoriales (Flash), videos (wmv) y ventanas que explican detalladamente los componentes del software y se puede aprender a diseñar paso a paso cada estructura con la facilidad del multimedia.

Los resultados se guardan y presentan de dos maneras: primero como texto para ser utilizados como memoria de cálculo y como formato gráfico con las eficaces herramientas que ofrece el Autocad 2004 para materializar los números en un plano con medidas a escala.

Para definir la metodología de diseño empleada se contó con la asistencia de profesores de la Universidad Surcolombiana, y una gran revisión a nivel bibliográfico en medios magnéticos y físicos para garantizar la calidad de la información y de los cálculos utilizados.

La creación de este paquete informático, no es simplemente un software para diseñar; se creó con el propósito de ayudar a resolver una problemática social de los usuarios de la corriente Rio Neiva, y de paso contribuir con el desarrollo del departamento.

Los estudios previos que son la base de estos programas y en los cuales se tuvo participación también están enmarcados en el convenio mencionado y pueden ser consultados en la oficina de la Dirección del Convenio 238 en la Universidad Surcolombiana o en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) sede Neiva; en este documento se presenta el resumen de los resultados de Topografía, Cartografía, SIG y Base de Datos en los cuales se participó activamente y en los anexos una tabla resumen de las características más

importantes de los suelos de la zona, en el cual se colaboró en la toma de muestras y pruebas de campo.

Además, se incluye el diseño de 10 obras tipo seleccionadas por los usuarios, mediante aplicación de los softwars elaborados (cinco estructuras con cada programa) con sus respectivos presupuestos, planos y fotografías del sitio de proyección de las mismas.

SUMMARY

During the execution of the internship framed in the agreement inter – administrative Usco-Cam No. 238 denominated **“REVISION OF THE REGULATION AND IMPLEMENTATION OF THE LOCAL SYSTEM OF ADMINISTRATION OF THE RESOURCE HIDRICO, SILARH. STREAM RIVER NEIVA MPIO CAMPOALEGRE, DPTO HUILA”** was carried out a computer package to design two structures hydraulic type; flow distributors and intakes, each one with their respective software, they are independent software denominated: PCaudal V1.1 (it designs distributors of flows) and BTTipo V1.0 (it designs intakes type for unstable beds).

The program contains a friendly, powerful and newly interface, it stands out a minimum intervention by the user, a smaller quantity of data in screen and the clarity like the results appear. Also, and not less important, it is the immediate access during the execution of the program to the external helps as tutorials (Flash), videos (wmv) and windows that explain the components of the software, and be able to learn to design step to step each structure by easiness of the multimedia.

The results store in two ways: 1. as text to be used as calculation memory and 2. As vectorial graphic format of AutoCAD.

To define the design methodology used it was had the attendance of professors of the University Surcolombiana, and a great investigation carried out at bibliographical level in magnetic means and physiqués to be able to guarantee the quality of the information and of the used calculations. In the bibliography it is related some of the consulted texts.

The creation of this computer package, is not simply software to design; was made in order to solve a social problem in the community of the Rio Neiva, and to contribute in development of the department.

The previous studies were the base of these software included in order to showing the activities developed by the student; the reports can be consulted in the manager office’s agreement 238 in University Surcolombiana or CAM’s offices; in this document it’s presented the summaries and results of Topography, Cartography, GIS and Data Base, and the annexes there is a summary table with the most important features of the soils into area of study.

Finally, were included the design of 10 structures type selected by the users, designed using the software, with its respective budgets, planes and pictures of the place of projection of the same ones.

PALABRAS CLAVES

BYPASS: Canal que se ubica a un costado del desarenador, para facilitar el paso directo del agua.

CUCHILLA: Lámina de acero inoxidable, cuya función principal es el de partir el caudal base, generalmente se utiliza lamina C-10.

FRAME: Es un control de Visual Basic que agrupa otros controles y que además permite subdividir un formulario funcionalmente.

FUSIBLE: Obra de encausamiento artesanal, para zona de caudales inestables.

INTERFAZ: Punto en el que se establece una conexión entre dos elementos, que les permite trabajar juntos.

PARTIDOR: Estructura para el reparto de caudales, bajo el principio de división porcentual.

SOFTWARE: Conjunto de instrucciones programables en computadora para llevar a cabo determinada tarea.

TIPO: Se refiere a una estructura modelo, que puede ser ajustable a la zona donde se pretende proyectar.

INTRODUCCIÓN

La Economía del municipio de Campoalegre depende fundamentalmente del cultivo del arroz, a tal punto que el 95% del área productiva del llano se dedica a este producto, ocupando un lugar importante a nivel nacional.

Una buena producción de arroz se debe a la disponibilidad de riego, los llanos de Campoalegre se irrigan con agua de la corriente Rio Neiva, fuente que disminuye su caudal con el paso del tiempo, debido en gran medida al cambio climático y al creciente número de captaciones sobre su cauce. En contravía con la situación anterior, el área dedicada al arroz en el municipio aumenta y por consiguiente los roces sociales por la disponibilidad del agua se convierten en el diario vivir.

Según el estudio socioeconómico el mayor deterioro a nivel social se presenta por la falta de organización de los usuarios; con el desarrollo del proyecto de Revisión de la Reglamentación de la Corriente Rio Neiva, se inicio el proceso de organización al crear el Sistema de Administración del Recurso Hídrico en cabeza de una Asociación de Usuarios que se debe encargar de administrar, operar y conservar sosteniblemente el recurso hídrico, a través de una Junta Directiva con representación de todos los canales o acequias existentes quienes venían haciendo uso del agua de manera individualista sin ninguna consideración de los usuarios aguas abajo de su propio canal y mucho menos del resto de canales.

Sin embargo para lograr una buena administración, control y distribución del agua, es necesario disponer de obras hidráulicas específicas; razón por la que se elaboró un paquete de softwars para diseñar y evaluar algunas estructuras tipo; de una manera rápida y confiable, colaborando con la comunidad en el sentido de ahorrarle los costos que implican el diseño y elaboración de planos de las estructuras que requieran en el distrito, desarrollando una interface simple y sencilla para la aplicación de dichas herramientas.

El compilado informático incluye dos (2) programas para el diseño y evaluación: Bocatoma tipo y Partidores de Caudal; también se diseñaron 10 estructuras hidráulicas requeridas en la zona, aplicando los softwars mencionados; además del diseño, se debe resaltar que los programas suministran memorias de cálculo y los planos respectivos en Autocad; se adicono el presupuesto de cada una de las obras.

Se participo en las distintas actividades para la Revisión de la Reglamentación de la Corriente Río Neiva. Como actividades relevantes adicionales se mencionan el levantamiento planimétrico con GPS de las conducciones principales, secundarias

y tomas prediales y la elaboración de la base de datos como herramienta fundamental para la elaboración del SIG en el proyecto.

El objetivo fundamental fue el de elaborar software para diseñar y evaluar Partidores de Caudal y Bocatomas Tipo en proyectos de irrigación. Caso: distrito de riego Rio Neiva, municipio de Campoalegre, departamento del Huila.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

Visual Basic 6.0 es el lenguaje de programación en el que se desarrollaron los programas para obras hidráulicas contenidas en este proyecto. Inicialmente, Visual Basic fue pensado para ser un producto muy táctico. Microsoft tenía varias iniciativas en el desarrollo que lideraba Visual Basic 1.0, todas fueron pensadas para convertirse en las herramientas de programación a largo plazo, estratégicas, gráficas y orientadas a objetos. Como siempre ocurre con los productos en su versión 1.0, el equipo de Visual Basic 1.0 fue forzado a cortar características de su larga lista de ideas para entregar realmente el producto al mercado.

Consecuentemente, la primera versión incluyó poco más que la tecnología Embedded Basic que había sido desarrollada originalmente en Microsoft QuickBasic 4.0 (el código "p" y compilador de Microsoft) y una herramienta compiladora de diseño simple originalmente diseñada para Windows 3.0 pero que nunca fue utilizada para tal fin. Aproximadamente 12 meses después, el desarrollo y mejora de la versión 1.0 comenzó, Microsoft sacó al mercado una herramienta desarrolladora para cubrir la exigencia en ese momento del mercado cuyo nombre en clave fue "Thunder"(Trueno).

Desde este inicio bastante desfavorable vino un resultado igualmente difícil de comprender: un impacto en la industria informática tan profundo que cambió para siempre el curso del desarrollo del software y creó una explosión en el mercado de las aplicaciones de Windows. Diez años más tarde, parece muy obvio, pero en esa época, cuando solamente un pequeño y selecto grupo de personas, era capaz de desarrollar aplicaciones para Windows, Visual Basic 1.0 representó un cambio gigantesco en el diseño de aplicaciones.

Innegablemente radical en su puesta en práctica, implementación y capacidades, Visual Basic 1.0 se propagó a través de la comunidad en cuestión de pocos meses. Poco después del "shock" inicial de fiebre por Visual Basic, un pequeño pero fuerte grupo de seguidores comenzó a transformar las bibliotecas de código que tenían con sus características, métodos y eventos, y a exponerlos como componentes de Visual Basic llamados VBXs, o los controles personalizados. Después de poco tiempo, la producción de estos componentes reutilizables creció de una comunidad especializada a una industria que crecía de vendedores de controles, y ayudó a Visual Basic a pasar de ser un logro de software a convertirse en un descubrimiento tecnológico.

Cuando aún no había pasado un año de su salida inicial al mercado, Visual Basic ya había evolucionado rápidamente a un kit desarrollador altamente estratégico. Microsoft había comenzado a utilizar Visual Basic internamente en algunos de sus propios proyectos que estaba desarrollando. A medida que la demanda de Visual Basic aumentaba, quedaba claro que los desarrolladores requerirían un Visual Basic mejor y más capacitado. Para tratar a esta necesidad creciente, Microsoft anunció la disponibilidad de Visual Basic 2.0 en noviembre de 1992. La segunda versión de Visual Basic, distribuida en la edición estándar y profesional, proveía a los desarrolladores un funcionamiento perceptiblemente mejorado y mayor capacidad para crear aplicaciones de tamaño mayor y más sofisticadas. Incluía también una ayuda para mejorar la puesta a punto y depuración, proveía de la capacidad de conectarse a bases de datos mediante ODBC, y nuevas y productivas herramientas, por ejemplo, la ventana de propiedades, sintaxis del código en color, y completo soporte para un Interfaz de Múltiples Documentos (MDI).

Mientras la adopción de Visual Basic en las corporaciones se expandía, también lo hacía la necesidad de una herramienta para el desarrollador que permitiera aplicaciones data-aware robustas. Visual Basic 3.0, anunciado solamente seis meses después de la salida al mercado de la versión 2.0, solucionaba esta necesidad combinando el motor de la base de datos de Microsoft Access 1.1 con un conjunto rico de controles data-aware. Por primera vez, los desarrolladores podían conectar fácilmente a las bases de datos en un ambiente cliente/servidor usando un diseñador visual intuitivo. La complementación de estas características era los Data Access Object (Objetos de Acceso a Datos) (DAO), un completo paquete de los objetos que proporcionaban al acceso mediante código a la base de datos. Finalmente, Visual Basic 3.0 amplió la capacidad de la herramienta de desarrollo incluyendo los Crystal Reports, un motor para visualizar datos extraídos en una variedad de formatos personalizables.

En los años venideros, la industria informática comenzaría a abrazar el movimiento a la programación en 32-bits. La salida al mercado de Microsoft Windows 95 y de Microsoft Windows NT condujo a esta adopción y destacó la necesidad de herramientas de desarrollo más potentes que podrían soportar la nueva arquitectura. Fue entonces cuando la revista Windows Watcher señaló que Visual Basic estaba adoptado por más compañías (30 por ciento) que cualquier otro lenguaje de programación. Llevar una base instalada tan grande del desarrollo de aplicaciones en 16-bits a 32-bits sería una tarea de migración importante, pero aseguraría la existencia prolongada del lenguaje de programación Visual Basic y de su comunidad. La versión 32-bit de Visual Basic-versión 4.0-fue anunciada en septiembre de 1995 e incluía la edición estándar y profesional así como una nueva edición destinada al nivel empresarial y el desarrollo en equipo. La edición empresarial ofrecía nuevas capacidades tales como automatización remota, control de datos remoto, y una versión integrada de

Microsoft Visual SourceSafe para la dirección de la configuración y realización de diferentes versiones.

Las versiones de Visual Basic 5.0 y 6.0-anunciadas en marzo de 1997 y en junio de 1998, respectivamente- representaron un paso importante hacia posibilitar a los desarrolladores en Visual Basic programar en los nuevos niveles del funcionamiento en el ambiente libre que representa Internet. Las características tales como el compilador del código nativo introdujeron aumentos del funcionamiento de hasta el 2.000 por ciento. El Webclass designer (diseñador de clases Web) simplificó la creación de las aplicaciones del Web proporcionando un modelo intuitivo del objeto para el servidor web. Y el diseñador de páginas DHTML permitió la creación de aplicaciones para Microsoft Internet Explorer 4.0- que combinaron la riqueza de HTML dinámico (DHTML) con el funcionamiento y la productividad de Visual Basic. Finalmente, con la Control Creation Edition (Edición de Creación de Controles), los desarrolladores de Visual Basic podrían construir fácilmente los controles Microsoft ActiveX de alto rendimiento y con un amplio alcance que estaban destinados a Internet.

Hoy, se continúa ampliando las posibilidades del desarrollador en Visual Basic. Con Visual Basic.NET, se posibilita a los desarrolladores en Visual Basic con niveles de control y productividad sin precedentes. A través de objetos-orientados de primera-clase, tales como herencia, manejo estructural excepcional, y construcciones con parámetros, programar en Visual Basic llegará a ser más elegante, simple, y de mantenimiento sencillo. Con el acceso completo al marco del NET de Microsoft, los desarrolladores pueden, por primera vez, conseguir ventaja directa de la rica plataforma de Microsoft y construir aplicaciones tradicionales basadas en Windows, aplicaciones Web de pequeños clientes, los servicios de nueva generación de Web de XML, y software para móviles.

Visual Basic 6.0 incorpora una referencia de lenguaje de programación para Autocad 2004, donde los eventos son escritos en Basic pero transformados por el compilador en autolist's que son fácilmente reconocibles por Autocad y compatible con los aplicaciones de 32 bits de normalmente distribuye Microsoft Windows¹.

1.2. PARTIDOR DE CAUDAL

1.2.1. Antecedentes

Se hizo la búsqueda de software para el diseño de estructuras hidráulicas especialmente relacionadas con partidores de caudal para implementar en los distritos de riego por gravedad, con resultados infructuosos; es por esto que PCaudal V1.1 es un Programa que combina los principios hidráulicos con la

¹ www.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx

facilidad de los sistemas informáticos para obtener resultados gráficos y alfanuméricos contribuyendo a la toma de decisiones ajustadas a la realidad.

1.2.2. Reparto de caudales

Es común en la literatura relacionada con la hidráulica de canales encontrar criterios para el diseño de obras de reparto de caudales con falta de especificaciones y orientaciones desde el punto de vista hidráulico; en general, las obras de reparto operan para la división de caudales. En el medio rural, el reparto típico del caudal da como resultado dos caudales de salida, y su reparto a derivar se define como un porcentaje del caudal de llegada².

1.2.3. Vertedero de cresta aguda

Los vertederos pueden ser definidos como simples aberturas, sobre los cuales un líquido fluye. El término se aplica también a obstáculos en el paso de la corriente y a las excedencias de los embalses³.

Los vertederos son utilizados, intensiva y satisfactoriamente, en la medición del caudal de pequeños cursos de agua y conductos libres, así como en el control del flujo en galerías y canales, razón por la cual su estudio es de gran importancia³.

El uso mas frecuente de partición se realiza a través de un vertedero de cresta aguda pues se le considera como una eficaz sección de control donde se facilita la división del caudal como un porcentaje².

Para efectos del diseño siempre se busca que la estructura de reparto garantice la presencia de un flujo subcrítico al momento de llegar al propio vertedero².

La sección transversal del vertedero, con una cresta de longitud (L), es el sitio donde se realiza la partición, mediante el uso de una lámina metálica de poco espesor, con bordes agudos y material inoxidable, ejemplo de aluminio, la cual se ubica en forma vertical de acuerdo con el porcentaje definido para la partición del caudal².

1.2.4. Desarenador convencional

Un desarenador es un factor determinante en la eficiencia de un proyecto, en el caso de un partidador de caudales es muy importante proteger de grandes partículas y en algunas ocasiones de basura, por tratarse de distritos de riego por gravedad con obras ubicadas en canales abiertos. Esto no quiere decir que el desarenador convencional vaya a proteger 100% al partidador de cuchilla, pero si podrá aumentar su vida útil si se le aplica un mantenimiento frecuente.

² MATERON M., Hernán. Obras hidráulicas rurales Santiago de Cali Ed. Univalle 1997

³ ACOSTA A., Guillermo. Manual de hidráulica México Ed. Harla 1976

1.3. BOCATOMA TIPO

1.3.1. Antecedentes

Se hizo búsqueda de software para el diseño de estructuras hidráulicas de captación o bocatoma, y se encontró que López 1997, presenta los criterios y un Software para estos diseños que se ajustan a las necesidades del presente estudio. El software incluye cálculos de obra para bocatoma de fondo y opciones para la proyección de la población beneficiada, especificaciones de tubería a flujo libre y tubería para flujo forzado, tanques de almacenamiento, estación de bombeo y alcantarillados.

Por la necesidad del diseño de bocatoma tipo adaptadas a corrientes de cauce variable, no fue factible encontrar un programa que se ajustara a los diseños requeridos en el área de estudio.

Se conocen con el nombre de obras de captación las estructuras que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas que se han seleccionado como económicamente utilizables para surtir una red de acueducto o para generar energía y desarrollar sistemas de riego entre otros fines. Las fuentes superficiales pueden presentarse bajo la forma de corrientes con desplazamiento continuo o bien como vasos o represas de una definida extensión. Entre los primeros se encuentran los ríos, vertientes o manantiales y entre los segundos, los lagos y embalses⁴.

1.3.2. Tipos de obras de captación.

1.3.2.1. Captación lateral:

Es muy utilizada cuando la fuente de aprovechamiento posee un caudal relativamente grande. El sitio se selecciona donde la estructura quede a una altura conveniente del fondo y, ubicada al final de las curvas, en la orilla exterior, y en lugares protegidos de la erosión o socavación. Para asegurar un nivel mínimo de las aguas, se debe proyectar un muro normal o inclinado con respecto a la dirección de la corriente, además de muros laterales para proteger y acondicionar la entrada del agua al conducto y para colocar los dispositivos necesarios para regular el flujo o impedir la entrada de materiales indeseables.

1.3.2.2. Captación por vertederos laterales:

Un vertedero lateral consiste en una escotadura practicada sobre la cresta de un canal prismático que está orientada en sentido paralelo a la corriente y por encima

⁴ CORCHO R., Freddy Hernán y otro Acueductos teoría y diseños Medellín Universidad de Medellín 1993

de la cual fluye el agua cuando se ubica de una manera tal que se permite un gradiente hidráulico en sentido normal a la cresta del vertedero. Es importante anotar que mientras mayor sea el gradiente hidráulico y la longitud de la cresta, mayor será la descarga a través del vertedero. Igualmente, si mayor es la velocidad original de la corriente, o sea, la paralela a la cresta del vertedero, menor será la descarga.

1.3.2.3. Captación con lecho filtrante:

Se define como bocatoma de lecho filtrante la estructura de captación de agua para acueductos de bajo caudal, que tiene la capacidad de prefiltrar el influente antes de conducirlo a la línea de aducción del sistema. Esto se logra mediante la utilización de un lecho granular, el cual filtra el agua y la conduce a un sistema de recolección por tuberías perforadas en el fondo del cauce. Estas tuberías perforadas se encuentran generalmente en disposición de espina de pescado o en forma reticular y a junta perdida en ambos casos.

1.3.2.4. Captación sumergida tipo Dique – Toma:

Cuando las corrientes de agua son de escaso caudal y las secciones transversales del río en el sitio donde se proyecta la bocatoma son de poco ancho, es conveniente proyectar un dique con el objeto de garantizar el caudal que se debe captar³.

1.3.2.5. Bocatoma sumergida (caudales mayores):

Es tal vez la bocatoma de más frecuente uso en nuestro medio, en especial para la proyección de pequeños acueductos rurales. Los elementos que se pueden considerar más relevantes en el diseño de una bocatoma sumergida son: el dimensionamiento de la reja, el cálculo del caudal de captación y el dimensionamiento del canal recolector².

1.3.3. Orificios

Las esclusas y compuertas pueden ser consideradas como orificios; los orificios ahogados abiertos se consideran cuando la vena fluye en masa líquida y los coeficientes de descarga serán ligeramente inferiores a los indicados para orificios con descarga libre. En muchos problemas prácticos esa diferencia es despreciable³.

2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El estudio se desarrolló en la zona de influencia del proyecto de Revisión de Reglamentación de la corriente Río Neiva, que incluye el área que irriga la corriente en mención desde Puente Mulas aguas abajo sobre la vía Campoalegre – Algeciras hasta su desembocadura en el Río Magdalena (Figura 1).

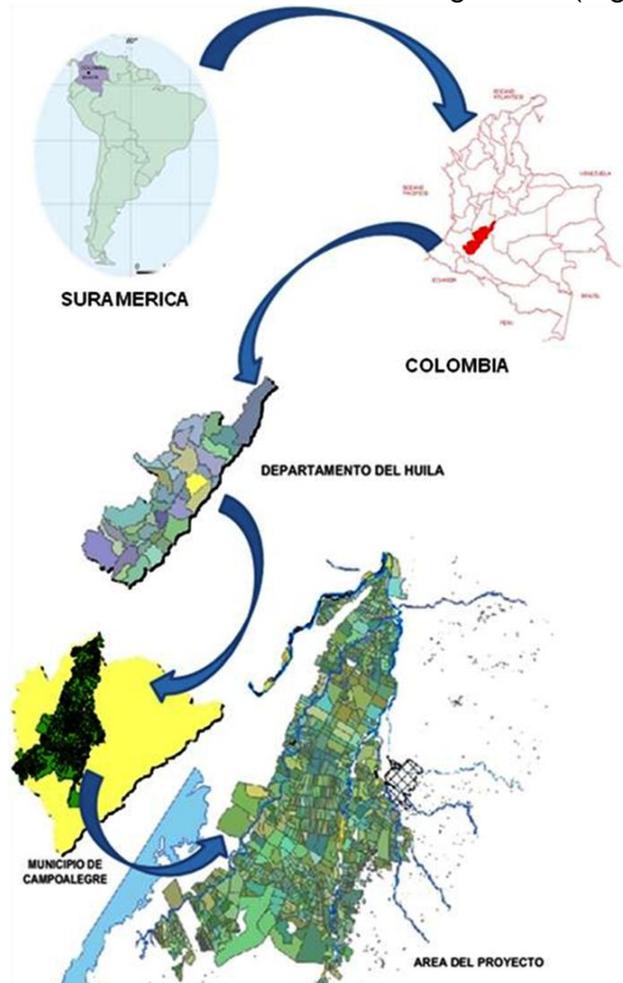


Figura 1. Localización General del Proyecto

Las obras se ubicaron y distribuyeron en el área de acuerdo con los requerimientos de los usuarios; la Figura 2, muestra un plano general con la localización de cada una de las estructuras hidráulicas diseñadas.

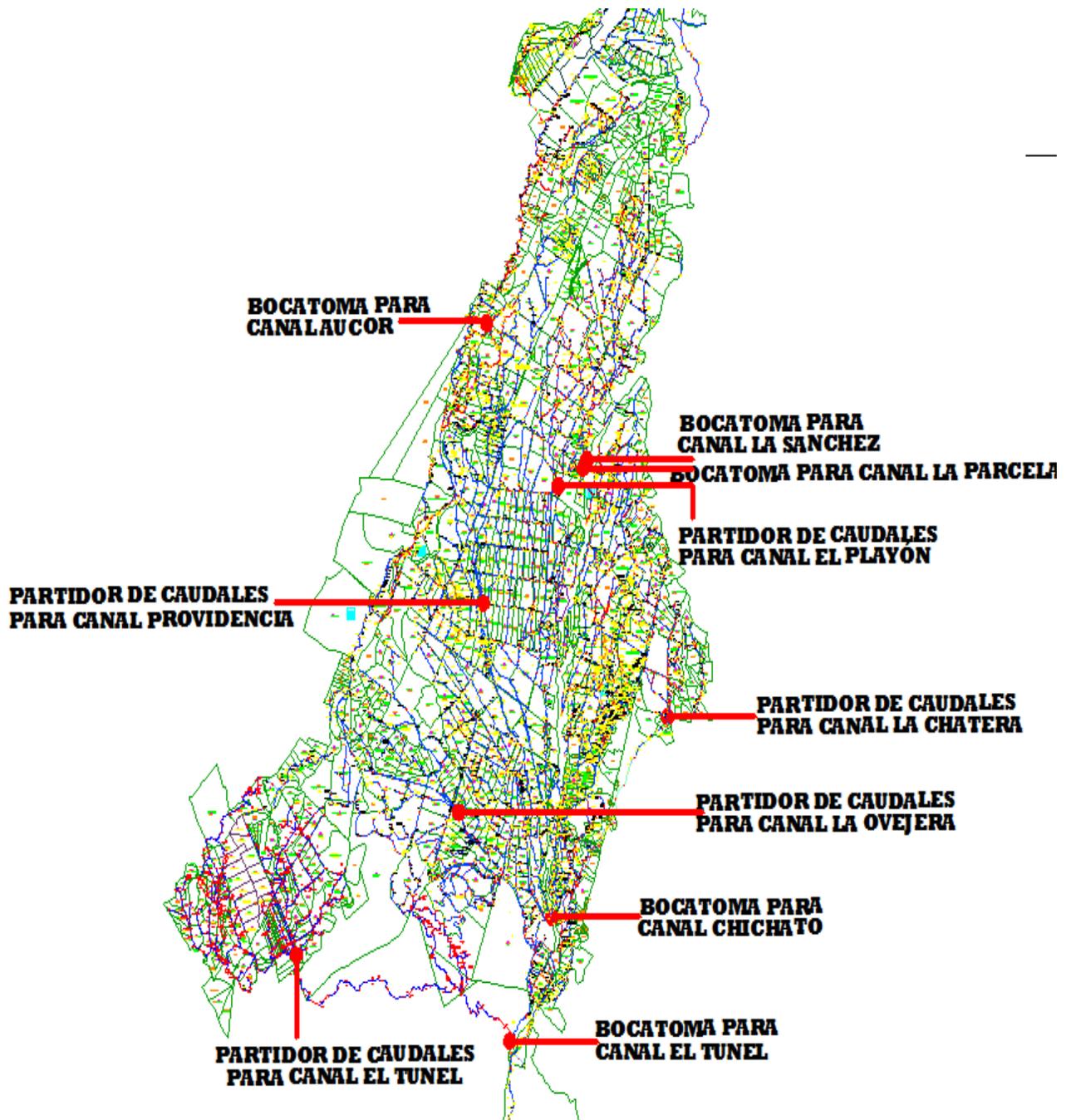


Figura 2. Localización General de las Obras Hidráulicas

3. METODOLOGÍA

La programación de los softwars para el diseño estructuras hidráulicas fue el objetivo principal, al igual que la evaluación y rediseño de 10 obras en la zona, sin embargo; para tener la información pertinente y necesaria se inició con el levantamiento georeferenciado de los canales con sus respectivas derivaciones, hasta las tomas prediales por canal. A la par con esta actividad se aplicaron las encuestas, instrumentos para recolectar la información necesaria para el estudio socioeconómico, el censo de usuarios y el censo agropecuario. Cruzando la información del censo de usuarios, el censo agropecuario, la base de datos prediales suministrado por la Tesorería Municipal de Campoalegre y el levantamiento de los canales, se identifico, cuantifico y caracterizaron los usuarios incluyendo el nombre, la identificación, la localización, el número total y por derivación, el área y uso de los predios y canal de abastecimiento.

Con la anterior información y teniendo en cuenta los resultados del estudio hidrológico del Río Neiva, se determinó el caudal requerido y el concesionado para cada canal, dato indispensable para el diseño de las 10 obras seleccionadas por la comunidad. El estudio hidrológico se encuentra en las oficinas de la CAM (Neiva) y en la dirección del Convenio 238 de la Universidad Surcolombiana (CAM-USCO, 2007).

El diseño de Software implica una serie de estudios y actividades previas, pues la actividad de diseñar es el resultado de un proceso concienzudo y estructurado que tiene por resultado la solución de un problema en una región determinada, que en este caso corresponde al distrito de Río Neiva del municipio de Campoalegre. El mencionado proceso de diseño se sustento teniendo como base las referencias bibliográficas de acuerdo con el tipo de obra, mas adelante en este capítulo se especificará en cada caso, trabajo que incluyo la asesoría de profesionales especializados en esta área del conocimiento tales como los Profesores de la USCO (Estructuras hidráulicas y Programación).

El estudio de Reglamentación del Río Neiva proporcionó información indispensable para el diseño de obras hidráulicas tipo, y con las verificaciones de campo se obtuvo mayor solidez para la debida proyección de los diseños.

3.1. SOFTWARE

Para el diseño de los programas se aplicaron lo siguientes controles que están predeterminados en Microsoft Visual Basic 6.0 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Uso de Controles

Control	Icono	Uso típico y descripción breve
Label (Etiqueta)		Muestra un texto descriptivo que el usuario no puede modificar. El texto se especifica en la propiedad caption.
TextBox (Cuadro de texto)		Muestra un texto que puede ser editado. La principal propiedad es Text, que determina el texto que se muestra en dicho control.
CommandButton (Botón de comando)		Comienza o termina un proceso. Cuando el usuario pulsa este botón, se produce el evento Click.
ComboBox (Caja desplegable)		Este control combina las características de un control TextBox y un control ListBox. Los usuarios pueden introducir información en la parte de cuadro de texto y seleccionar un elemento en la parte de cuadro de lista del control.
OptionButton (Botón de selección)		Este control permite elegir una opción entre varias de las que se nos plantean. Cada opción será un control OptionButton diferente.
Frame (Marco)		Un control Frame proporciona un agrupamiento identificable para controles. También puede utilizar un Frame para subdividir un formulario funcionalmente.
CommonDialog (Cuadro de diálogo)		Se utiliza para varias funciones: abrir ficheros, guardar ficheros, elegir colores, seleccionar impresoras, seleccionar fuentes, mostrar el fichero de ayuda.
Timer (Acción de tiempo)		Los controles Timer responden al paso del tiempo. Son independientes del usuario y puede programarlos para que ejecuten acciones a intervalos periódicos de tiempo.

<p style="text-align: center;">Image (Imagen)</p>		<p>El control Image se utiliza para presentar gráficos. Los controles Image pueden presentar gráficos en varios formatos. Además, este control responde al evento Click y se puede usar como substitutos de los botones de comando.</p>
<p style="text-align: center;">CheckBox (Casilla de activación)</p>		<p>Selecciona una opción (no excluyente) de entre un conjunto de opciones. Su principal propiedad es Value, que indica si está seleccionada (1) o no (0).</p>

3.1.1. Partidor de Caudal

Para el diseño del programa **PCaudal V1.1** se siguió la metodología de Materón 1997. El diseño del desarenador convencional acogió las metodologías de Corcho y Duque 1993 y Materón 1997. A partir de las metodologías mencionadas se hizo adaptación de este tipo de desarenador para incluir la estructura del partidor de cuchilla antes del vertedero de cresta aguda. La secuencia metodológica del software es la siguiente:

Una vez iniciado el programa se aplica un control de decisión, para diseñar sobre un canal Trapezoidal o Rectangular, en el caso de escoger trapezoidal, el Programa realiza la transición para escoger la ruta de la derecha que indica la Figura 3, pero antes es necesario alimentar el software con la información básica, para luego realizar el cálculo de transición mediante una longitud de transición asumida (el Programa tiene la opción de recomendar una longitud). El objetivo principal de las transiciones es el de minimizar las perdidas de energía, sin embargo se acostumbra construir transiciones bruscas para lograr economía, por este motivo se hace necesario lograr un equilibrio entre estas dos razones.

Según Materón 1997, el ángulo no debe exceder los 27°30' en el tramo de entrada y los 22°30' en el tramo de salida, pero para facilitar la construcción, normalmente se utiliza el mismo ángulo de entrada y salida. De acuerdo con esto, el Programa funciona con unos rangos de chequeo de 14° a 25° para el ángulo de transición; de esta manera la longitud de transición mantendrá las proporciones según el tamaño de la obras.

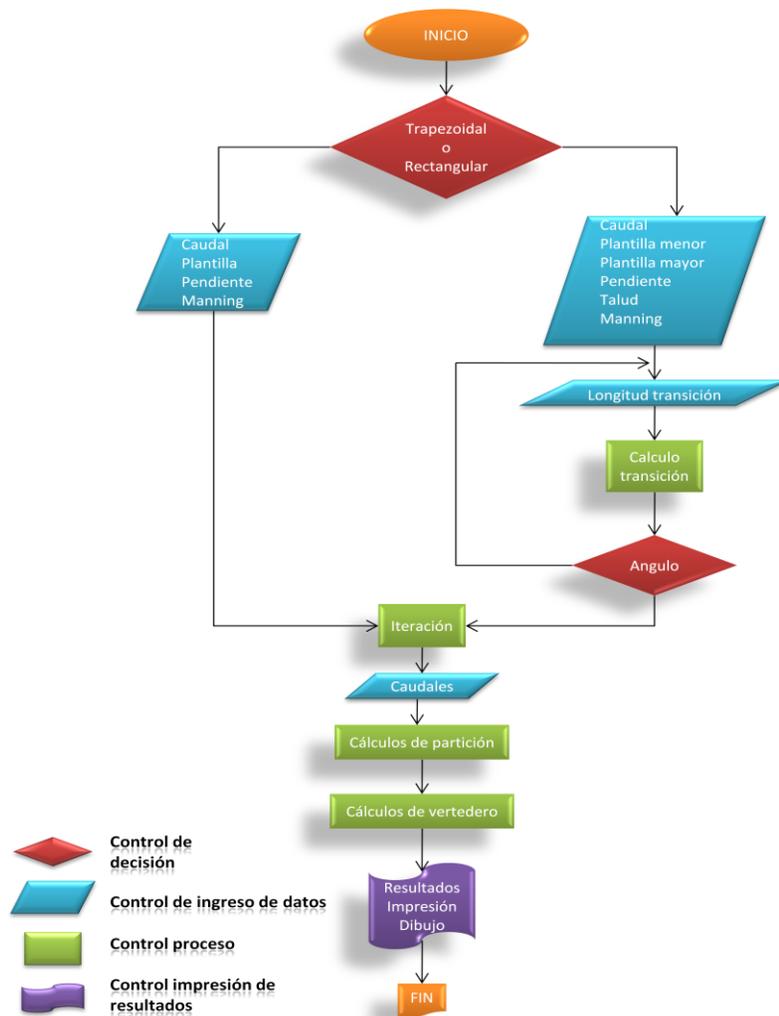


Figura 3. Diagrama de flujo global de operación del programa PCaudal V1.1

La expresión que utiliza para el chequeo es:

$$\emptyset = \tan^{-1} \left(\frac{O}{E} \right)$$

Donde:

\emptyset = Ángulo de transición

O = Abscisa según la plantilla menor del canal

E = Longitud de transición

Si el valor asumido no encaja en estos rangos, el programa le notificará y no continuará el diseño hasta ser superada esta condición de cálculo (Figura 3). Superada esta etapa, continúa haciendo la iteración para encontrar el valor de la profundidad normal de flujo. Para llevar a cabo este cálculo se partió de la siguiente expresión (Materón 1997):

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{Qn}{\sqrt{S_0}}$$

Donde:

A = Área de la sección

R = Radio Hidráulico

Q = Caudal

\lrcorner = Rugosidad

S_0 = Pendiente

Reemplazando y despejando se llega a la siguiente función, para este caso específico:

$$f(x) = BYn \left(\frac{BYn}{B + 2Yn} \right)^{\frac{2}{3}} - \frac{Qn}{\sqrt{S_0}}$$

Donde:

Yn = Profundidad normal de flujo

B = Plantilla mayor

Q = Caudal

\lrcorner = Rugosidad

S_0 = Pendiente

Para encontrar el valor Yn se hace iteración por el método de aproximación con una tolerancia de 6 cifras significativas para el error. Ahora el programa necesita saber el número de caudales en que se va a dividir; este cálculo se realiza por medio de porcentajes de reparto según Materón 1997, quien señala:

$$Q = Q_1 + Q_2 = p_1 Q + p_2 Q$$

Equivalente a:

$$L = p_1 L + p_1 L = L_1 + L_2$$

Significa que cualquier partición se encuentra definida así:

$$Ln = p_n L$$

Donde:

Ln = Longitud de la cresta del vertedero para obtener un caudal asociado a un porcentaje n

Pn = porcentaje de reparto n

L = Longitud total de la cresta del vertedero

Por ultimo se define el vertedero rectangular de cresta aguda, sitio donde se colocan las cuchillas para llevar a cabo la repartición de caudales. Existe un requisito mínimo para que la condición de flujo crítico se cumpla en el vertedero de cresta aguda (Materón, 1997)::

$$W \geq 2H$$

Donde:

W = Altura del vertedero medido a partir del fondo del canal hasta la escotadura.

H = Altura del agua medida a partir de la cresta del vertedero hasta la superficie del agua a una distancia ($4H$) aguas arriba de la escotadura. Las expresiones utilizadas para esta parte del diseño aplicando las ecuaciones de Rehbock, Rouse y Francis, tomadas de Materon 1997, son:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right) Cd L \sqrt{2g} H^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Q = Caudal

Cd = Coeficiente de descarga

L = Longitud

H = Carga

$$Cd = 0.611 + 0.08 \left(\frac{H}{W}\right)$$

Chequeo mediante la ecuación de **Francis**:

$$Q = 1.84 L H^{\frac{3}{2}}$$

Terminado este proceso el programa ya ha calculado toda la estructura y se puede tener acceso a los resultados (Figura 3) y al dibujo que genera el control del software; pero si el terreno lo permite y el diseñador lo encuentra factible, se puede agregar un vertedero de excesos, una tubería de lavado y un desarenador convencional que se fusiona automáticamente al partidor.

Para que el desarenador cumpla su función eficientemente es muy importante determinar correctamente la longitud de desarenado. La longitud del desarenador es función de la velocidad del agua, la profundidad del desarenador y el tiempo de sedimentación de las partículas; para un desarenador convencional la expresión es la siguiente (Materón 1997):

$$L = VHTC$$

Donde:

L = Longitud del desarenador

V = Velocidad del agua

H = Profundidad del desarenador

T = Tiempo de sedimentación

C = Coeficiente de seguridad

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

Q = Caudal

A = Área

Nota:

- La velocidad del agua debe ser inferior a 0.3 m/s.
- El coeficiente de seguridad oscila entre 1.5 y 2.0; PCaudal V1.1 trabaja con 1.5 debido a que el desarenador ayudará a prolongar la vida útil del partidor pero no debe convertirse en una obra más costosa que la obra principal.

Para el vertedero de excesos rectangular la expresión más práctica es la fórmula de **Francis** (Azevedo y Acosta):

$$Q = 1.838LH^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal

L = Longitud de cresta

H = Carga del vertedero

En el caso de guiar el diseño por la ruta de la izquierda (Figura 3), para secciones rectangulares, el Programa realiza el mismo procedimiento, con la diferencia que omite el paso de la transición.

3.1.2. Bocatoma Tipo

Debido a la variabilidad del cauce del Rio Neiva en el Municipio de Campoalegre, con fines de disminuir costos al momento de la construcción y de protección de la misma y por recomendación de Cifuentes⁵ 2007, se optó por diseñar; una obra que permitiera el ingreso del caudal necesario por canal según los resultados de los estudios de oferta y demanda hídrica de acuerdo con el área y el uso del suelo; y que al mismo tiempo sedimentara las partículas que pudieran colmatar los canales, en aras de la optimización del recurso hídrico y del suelo; razón por la cual **BTTipo V1.0** es el resultado de la integración de tres obras: Compuerta, Canaleta Parshall y Desarenador. La unificación de estas tres obras representa la bocatoma tipo para zonas con las mismas condiciones del área de estudio.

A continuación se describe la metodología para el diseño de BTTipo, en el orden en el que se encuentran las tres obras que la integran y siguiendo la secuencia del Diagrama de Flujo Global del programa BTTipo V1.0 (Figura 4):

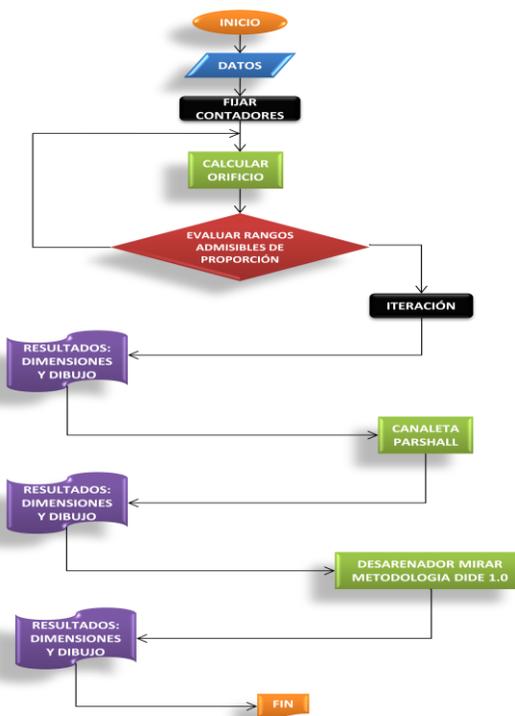
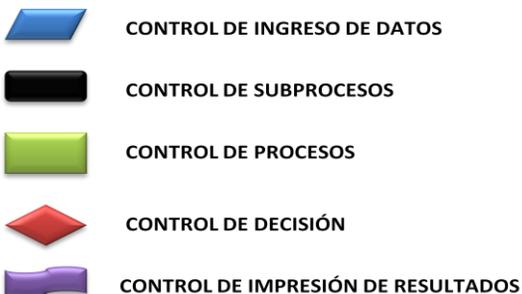


Figura 4. Diagrama de flujo global del programa BTTipo V1.0

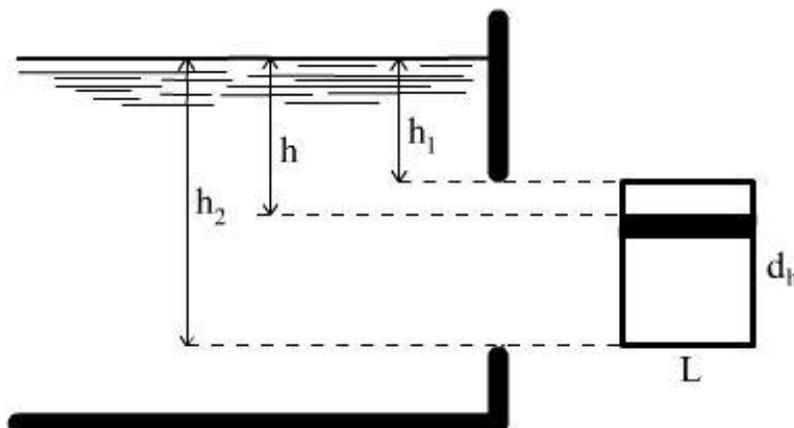
⁵ Comunicación verbal con Ing. Miguel Germán Cifuentes Perdomo, USCO, 2007

- **Convenciones del diagrama de flujo**



Al iniciar el programa, los controles de ingreso de datos se preparan para recibir la información básica y calcular la compuerta según el caudal de diseño; con esta información se fijan ciertos contadores que evalúan los rangos admisibles de proporción con el objeto de distribuir el orificio uniformemente de acuerdo con las medidas de la compuerta (Figura 4).

Para el diseño de la compuerta se partió del principio de orificios y la expresión dada por Azevedo y Acosta 1993, que se ajusta a este fenómeno, es el de orificios de grandes dimensiones u orificios bajo cargas reducidas, donde se puede considerar una carga única (h). La carga es variable de faja a faja (Figura 5).



Fuente: MANUAL DE HIDRAULICA, J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Alvarez, HARLA – México, Página: 57, Figura: 6-10.

Figura 5. Flujo en orificios de grandes dimensiones

$$Q = \frac{2}{3} C_d A \sqrt{2g} \left(\frac{h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}}{h_2 - h_1} \right)$$

Donde:

Q = Caudal

Cd = Coeficiente de descarga

A = Área

g = gravedad

h1 = carga superior

h2 = carga inferior

El valor del coeficiente de descarga se adopta según la Tabla 1 del Anexo A.

Se despeja el área de la fórmula anterior, por ser este el resultado que interesa para el cálculo:

$$A = \frac{\left(\frac{3}{2}\right) Q}{(C_d \sqrt{2g}) \left(\frac{h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}}{h_2 - h_1} \right)}$$

BTTipo V1.0 posee un algoritmo que se alimenta del resultado del área y busca valores para una sección rectangular del mismo resultado del área, pero con lados cuyos valores sean cercanos entre sí para mantener cierta proporción en dibujo.

Una vez superada esta condición, el Programa hace una iteración muy similar a la del partidor de caudales para hallar la nueva profundidad de flujo inmediatamente después de la compuerta, y los resultados se imprimen en pantalla para el conocimiento del diseñador. Completada la primera fase, se procede a diseñar la canaleta parshall, BTTipo utiliza los códigos de los programas elaborados para este proyecto, por este motivo la metodología empleada para el diseño de la aforadora parshall corresponde a la misma de Barrero 2007⁶, en su producto J.F.Parshall V1.1.0.

⁶ BARRERO U., Johan F. Elaboración de software para diseñar y evaluar secciones de canal tipo y canaletas parshall en proyectos de irrigación. USCO – CAM 2007

El programa para el diseño del desarenador, Programa DIDE 1.0, se ha adaptado para que reconozca los cálculos de la bocatoma, conservando la misma metodología de Martínez 2007⁷.

3.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

El diagnóstico de las obras existentes en la zona de estudio arrojó que las pocas obras presentaban diseño y construcción artesanal, no obedeciendo a diseños con criterios técnicos, razón por la cual se optó por diseñar las obras más importantes y prioritarias para el minidistrito de riego Río Neiva.

Para la implementación de obras en el área, se realizó inducción y acompañamiento a los miembros de la Asociación de Usuarios del Río Neiva “Asorioneiva”, ente con representatividad de todos los canales, para la selección en concenso de los tipos de obras requeridos y la ubicación de las mismas. Las obras son las siguientes:

- Partidores de Caudal: El Túnel, Ovejeras, Providencia, El Playón y La Chatera.
- Obras de Bocatoma Tipo en los canales: El Túnel, Chichato, La Parcela, La Sánchez y Aucor.

Con esta información se hizo el levantamiento topográfico y se tomó la información necesaria para el diseño, de acuerdo con el tipo de obra y sitio de localización.

Para el diseño de las estructuras del proyecto se utilizaron los softwares elaborados, ajustándolos a las condiciones topográficas del sitio. Las estructuras en general, son obras pequeñas que requieren refuerzo de la compuerta en las obras de captación, el muro levantador de nivel y los desarenadores. El cálculo estructural se realizó para las estructuras de mayor tamaño; una vez cumplido el análisis se determinó que los refuerzos requeridos eran los mínimos para este tipo de estructuras, razón por la cual se diseñó con la menor cuantía.

Considerando que las estructuras analizadas fueron las de mayor magnitud y el requerimiento de refuerzo fue el mínimo, se asumió la misma cantidad de refuerzo para todas las estructuras.

⁷ MARTINEZ R., Pedro N. Elaboración de software para diseñar y evaluar desarenadores y toma prediales tipo en proyectos de irrigación. USCO – CAM 2007

3.2.1. Partidor de Caudal

Para el diseño de estas obras se aplicó el software **PCaudal 1.1**, propiedad del autor.

3.2.2. Bocatoma Tipo

Para el diseño de estas obras se aplicó el software **BTTipo 1.0**, propiedad del autor.

4. RESULTADOS

4.1. SOFTWARE

En el Anexo C se adjuntan los instaladores y tutoriales de cada software.

4.1.1. Partidor de caudal

4.1.1.1. Manual de usuario (PCaudal Versión 1.1)

4.1.1.1.1. *Inicio.* Después de instalar PCaudal V1.1 encontrará el siguiente icono en el escritorio:



Figura 6. Icono programa PCaudal V1.1

Este icono identifica al software y al ejecutarse aparecerá la pantalla de presentación por 3 segundos (figura 7) e inmediatamente después se visualiza una ventana que le recomendará actualizar la configuración regional.

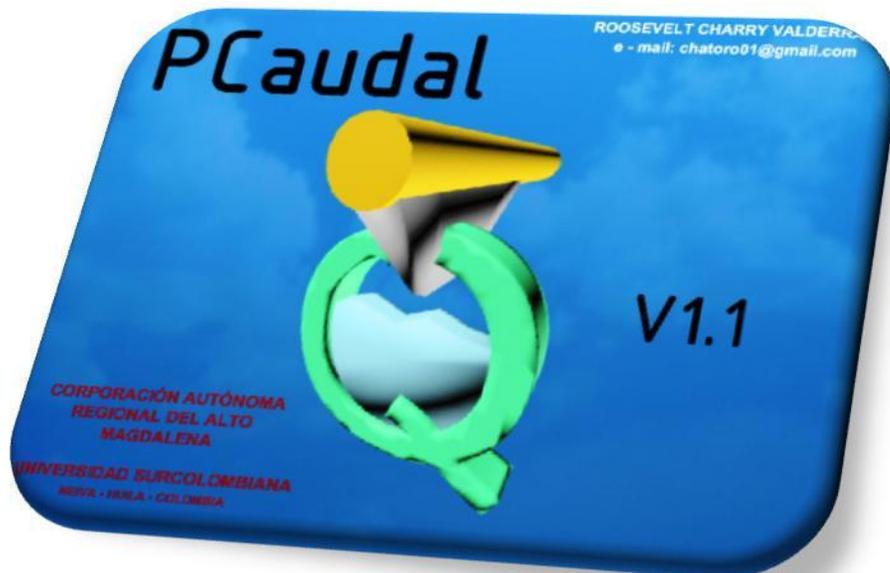


Figura 7. Presentación programa PCaudal V1.1

4.1.1.1.2. *Configuración regional del PC.* Para el funcionamiento correcto de PCaudal V1.1 es necesario modificar la configuración regional del equipo, de lo contrario el programa puede confundir un valor decimal separado por coma (,) con un valor en miles, de esta forma realiza los cálculos y probablemente el programa producirá mensajes de error por la magnitud de los datos.

Si el operador no conoce la configuración regional del ordenador se recomienda actualizar esta información como lo recomienda la siguiente ventana.

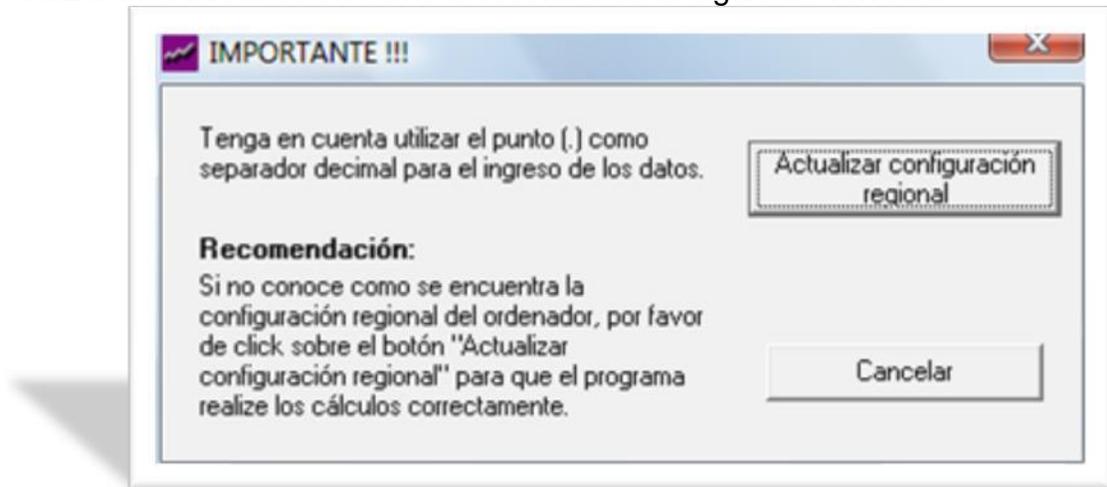


Figura 8. Configuración Regional

PCaudal V1.1 modificará automáticamente la configuración regional sin importar la versión del sistema operativo de su equipo (compatibilidad con Windows Vista), de esta forma puede continuar su diseño sin problemas.

Una vez terminado este proceso, el programa está listo para empezar a diseñar. PCaudal lo guiará paso a paso como los comunes asistentes de Windows, con botones de Atrás y Siguiente, para que el diseñador se asegure de ingresar correctamente los valores y con la opción de devolverse en cualquier paso si duda de algún dato.

4.1.1.1.3. *Sección del canal.* Esta ventana posee dos opciones o dos rutas por las que se puede dirigir el diseño: Trapezoidal o Rectangular, solamente se puede escoger una y para continuar se da clic sobre el botón Aceptar.

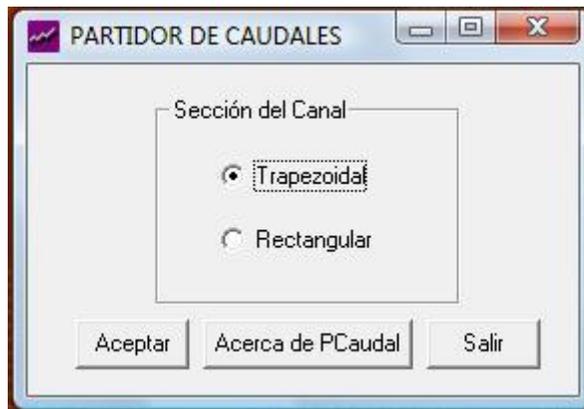


Figura 9. Presentación programa PCaudal V1.1

4.1.1.1.4. *Ingreso de datos para la sección trapezoidal.* Inmediatamente después de escoger la sección del canal, PCaudal se prepara para que le ingrese los datos encontrados en campo: Caudal, plantilla menor, plantilla mayor, talud y pendiente; las unidades las indica el programa al igual que la ubicación de las mismas en la sección del canal, para seleccionar el coeficiente de manning PCaudal ha organizado en un cuadro de lista desplegable la Tabla 2 del Anexo A:

Donde el usuario solamente escoge el material y PCaudal identifica el coeficiente para ser utilizado en los cálculos siguientes.

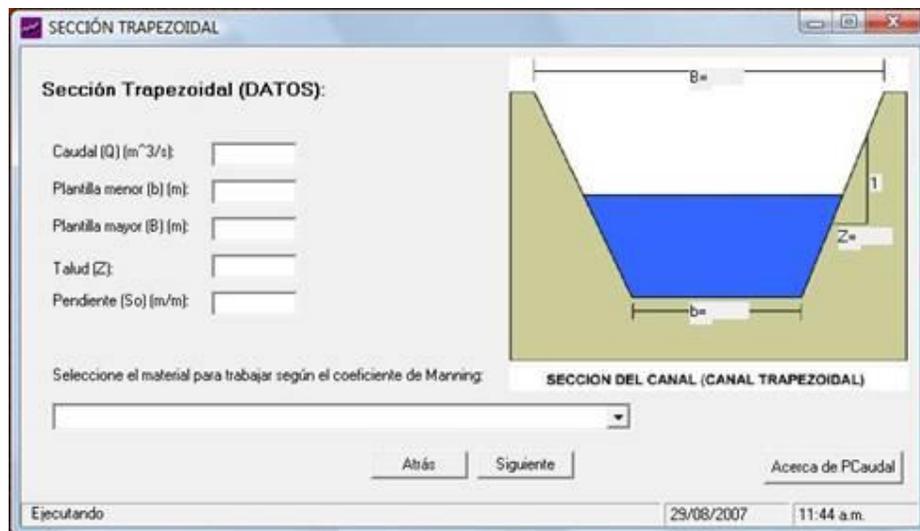


Figura 10. Ventana sección trapezoidal

4.1.1.1.5. *Transición (Trapezoidal – Rectangular)*. Si en el formulario de sección del canal se selecciono “Trapezoidal”, el programa detecta que la sección del canal actualmente es trapezoidal y como el partidor trabaja con una sección rectangular, entonces será necesario calcular una transición de trapezoidal a rectangular para disminuir las perdidas por los cambios bruscos de sección. Para llevar a cabo este cálculo es necesario asumir la longitud de transición, pero antes de pasar a esta ventana el programa le sugiere una longitud de acuerdo con los datos iniciales.

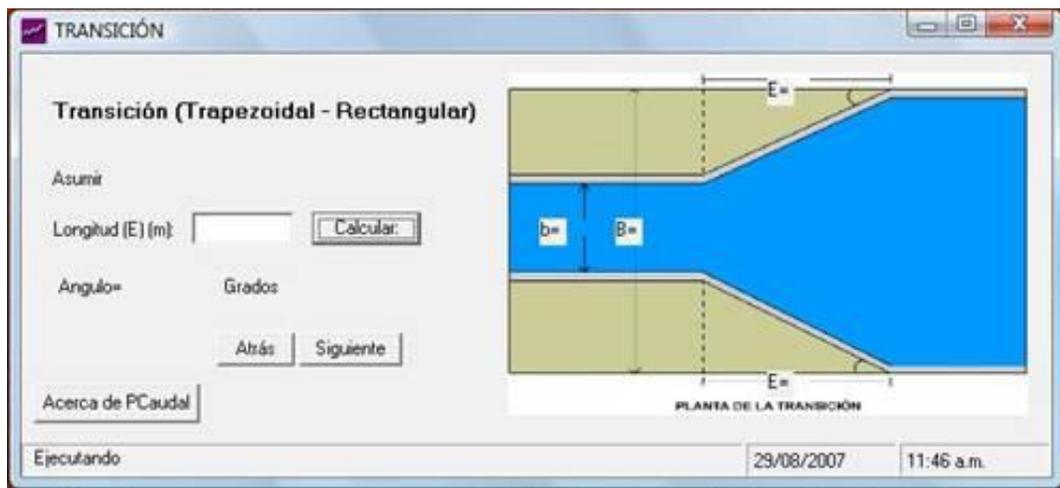


Figura 11. Ventana tansición (trapezoidal – rectángular)

Cuando la longitud (E) corresponde a un ángulo de transición admisible (entre 14 y 24 grados), aparecerá un aviso en color azul (OK) indicando que la medida es aceptada por el sistema.

4.1.1.1.6. *Condición de reparto para el caso trapezoidal*. En esta parte encontrará la opción de dividir el caudal base desde 2 hasta 5 caudales, seleccionando la lista desplegable.

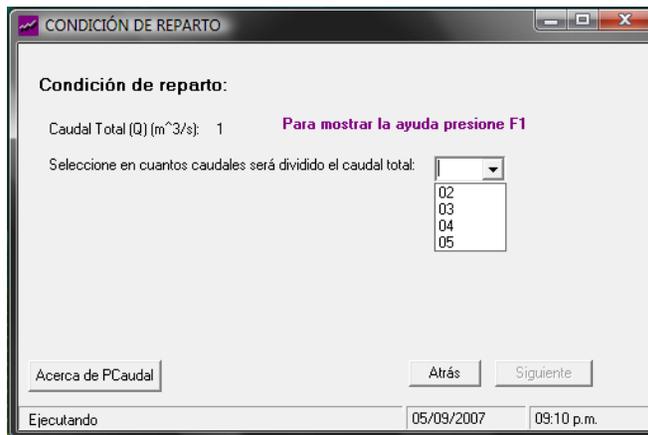


Figura 12. Ventana condición de reparto para sección trapezoidal

Al escoger un número a dividir aparecerá una caja de entrada de datos solicitando los caudales en su orden y con unidades específicas (Figura 13).

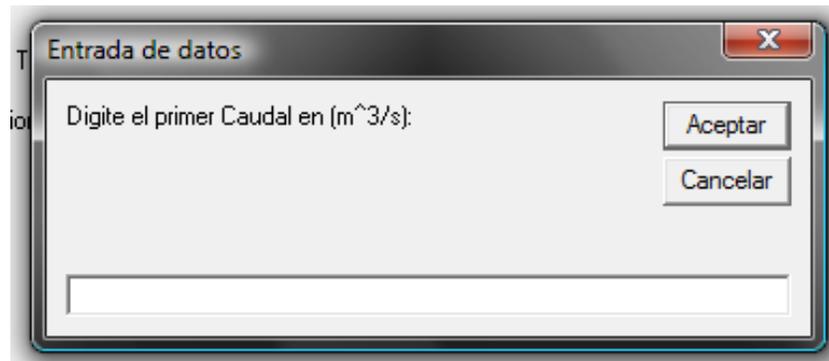


Figura 13. Caja de entrada de datos

Después de completado el ingreso de datos, se imprimirán en pantalla los resultados parciales de la distribución de caudales con sus respectivas longitudes calculadas porcentualmente (Figura 14).



Figura 14. Ventana condición de reparto para sección trapezoidal

Y en la parte derecha aparecerán unos controles de chequeo, solamente si el diseñador considera necesario que algún caudal deba volver a la sección trapezoidal, el usuario puede escoger todas, ninguna o algunas.

4.1.1.1.7. *Ingreso de datos para la sección rectangular.* La ruta para esta selección no necesita de una transición, pues se trata de una sección de rectangular a rectangular, es por ello que después de ingresar los datos en la esta ventana (Figura 15), inmediatamente se pasa a la condición de reparto.

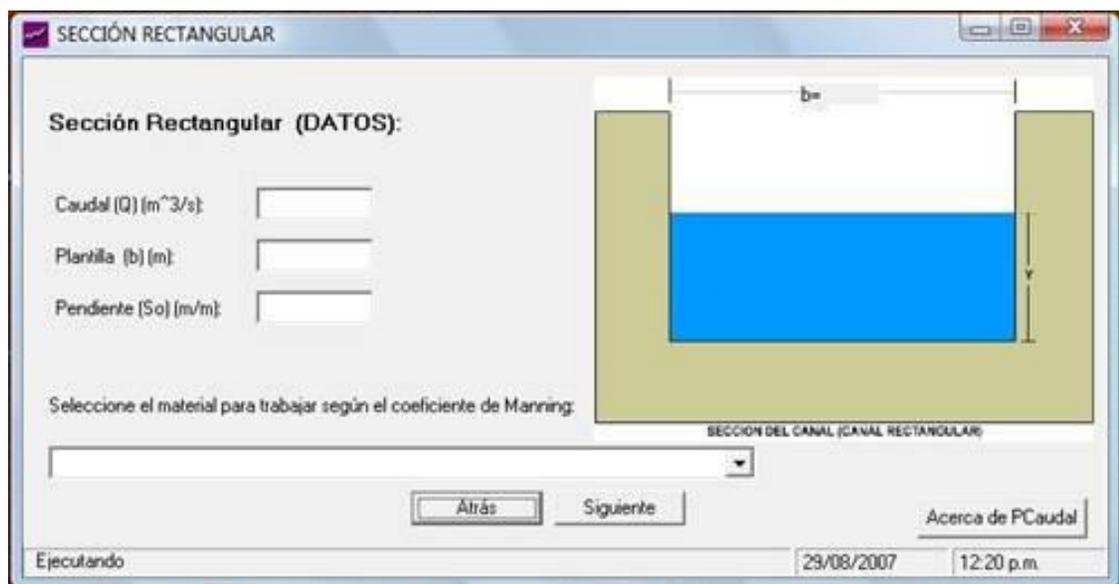


Figura 15. Ventana sección rectangular

Este formulario conserva la misma distribución que la explicada en el numeral 4.1.1.1.4., con la diferencia que en esta ventana no encontrará las casillas de plantilla menor ni el talud, por tratarse de una sección rectangular.

4.1.1.1.8. Condición de reparto para el caso rectangular. El procedimiento de división de caudal es el mismo con la diferencia que no se observarán las opciones de transición para cada caudal, al momento de observar los resultados parciales.

4.1.1.1.9. Resultados. La ventana resultados esta dividida en cuatro partes:

1. Un cuadro donde se ubican los datos ingresados en las primeras ventanas, de esta forma el diseñador se asegura que los valores iniciales estén correctos.
2. El cuadro de los resultados de diseño donde se pueden encontrar los caudales divididos, las longitudes, la lámina (Y_m) y los datos del vertedero.
3. Una parte opcional donde podemos acoplar al partidor: un vertedero de excesos y un tubo de lavado; pero solo si el diseño lo exige y el terreno facilita la evacuación de sedimentos.
4. Una línea de botones:
 - Aceptar: Para cerrar la ventana y empezar un nuevo diseño.
 - Guardar Resultados: Aparecerá la caja de diálogo común del sistema operativo para guardar los resultados en formato RTF (Figura 16).

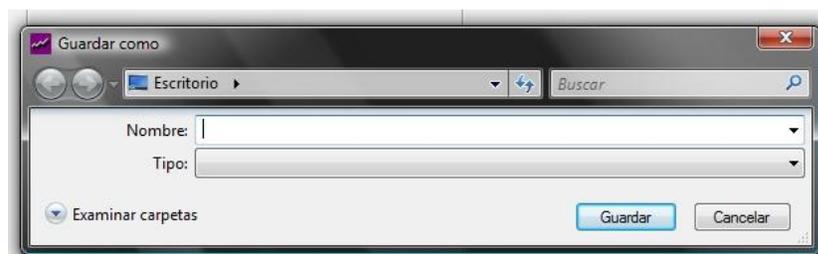


Figura 16. Caja de dialogo común “Guardar como”

- Dibujar: PCaudal V1.1 posee un enlace de referencia con el programa de dibujo auto asistido AutoCad 2004⁸, por este motivo se recomienda tener instalado dicho programa en su ordenador y no se garantiza que el resultado grafico se pueda mostrar en otras versiones del AutoCad. El dibujo se presenta con las acotaciones en centímetros.
- Con desarenador: Abre otra ventana donde se muestran las opciones para integrar al partidor un desarenador convencional.

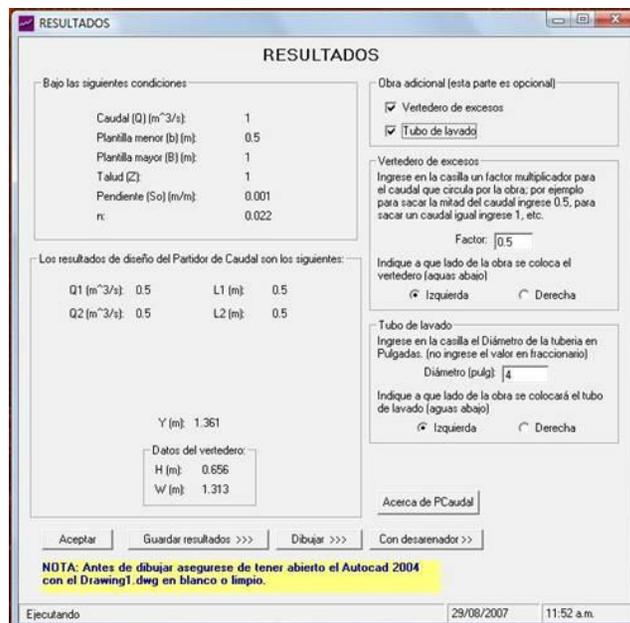
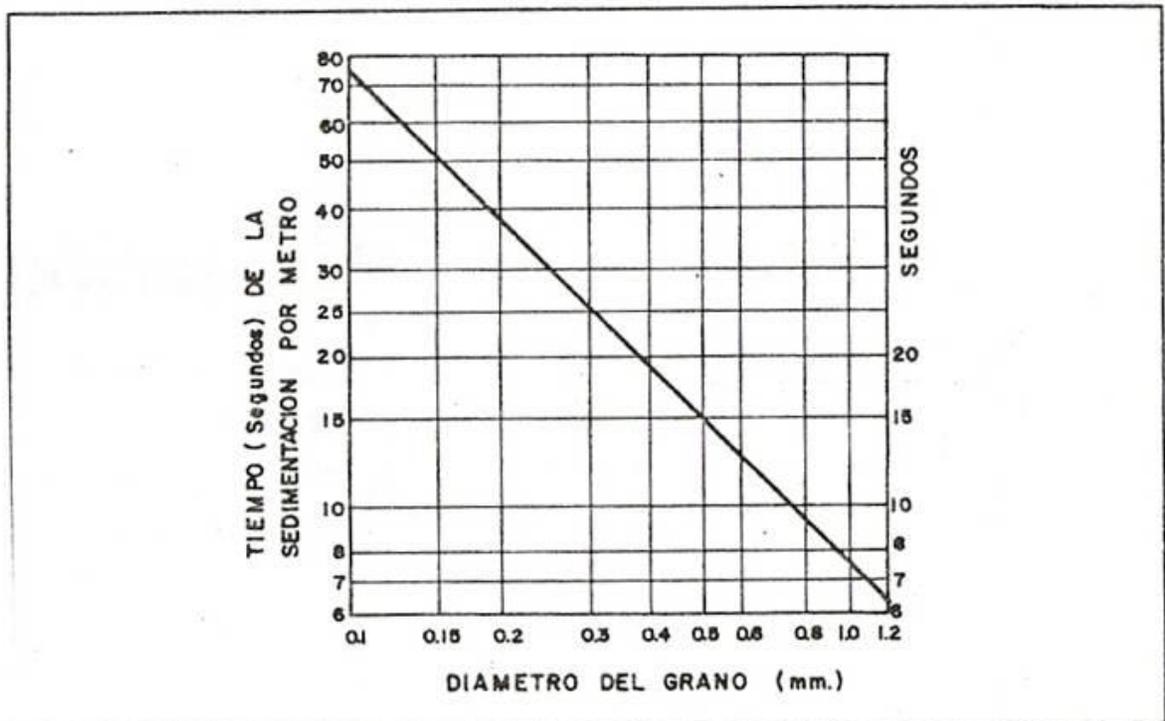


Figura 17. Ventana de resultados

Al darle clic sobre la tecla “Dibujar” el programa convierte los resultados numéricos en objetos vectoriales manipulables por el Autocad, los cuales se unen para dibujar el plano del diseño (Figura 18), con acotaciones en centímetros y con líneas de varios colores para reconocer la diferencia entre la estructura de la obra, leyendas informativas, nivel del agua y acotaciones.

⁸ No se recomienda hacer publicidad de dicho programa CAD, se ha escogido porque es el programa mas difundido tanto en el ámbito académico como en el profesional y su uso ya es bien conocido por la gran mayoría de los diseñadores.



Fuente: Materón 1997.

Figura 19. Diámetro del grano y tiempos de sedimentación en un desarenador

Una vez terminado el proceso de ingreso y cálculo del diseño, se ordena al programa dibujar con el botón del mismo nombre, y se puede notar como el desarenador se integra al cuerpo del partidor de caudales (Figura 21).

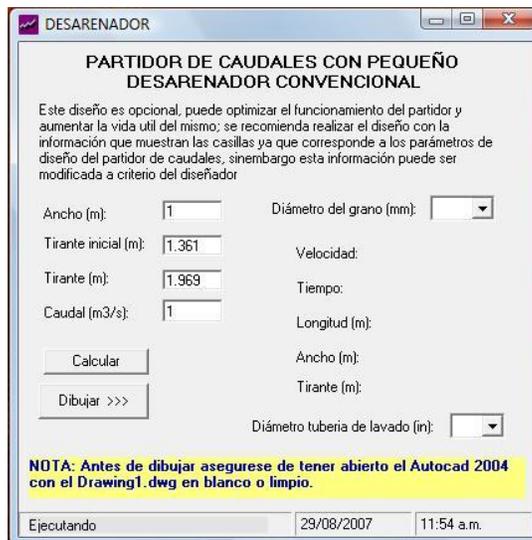


Figura 20. Ventana para la integración del desarenador

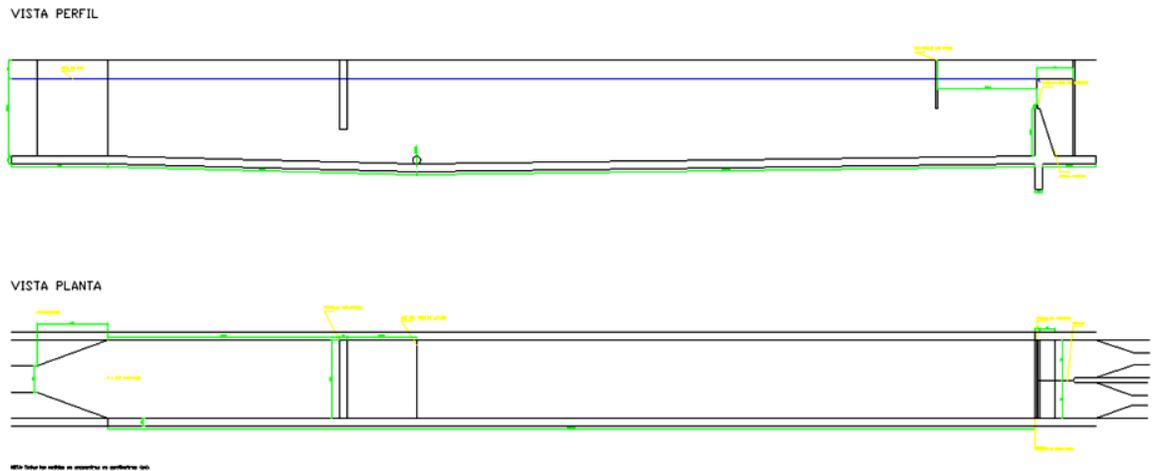


Figura 21. Resultado gráfico del partidor con desarenador

4.1.2 Bocatoma tipo

4.1.2.1. Manual de usuario (BTTipo Versión 1.0)

5.1.2.1.1. *Inicio.* Después de instalar BTTipo V1.0 aparecerá el siguiente icono en el escritorio:



Figura 22. Icono programa BTTipo V1.0

Este icono identifica al software y al ejecutarse aparecerá la pantalla de presentación (Figura 23) por 3 segundos e inmediatamente después se visualiza una ventana que le recomendará actualizar la configuración regional tal como lo hace PCaudal V1.1.



Figura 23. Pantalla de presentación BTTipo V1.0

4.1.2.1.2. Configuración regional del PC. Este procedimiento es el mismo del PCaudal y también se visualiza después de la ventana de presentación para no cometer errores en los cálculos. Como se mencionó anteriormente BTTipo integra tres diseños de obra por ser una Bocatoma Tipo (caso especial): compuerta, Canaleta Parshall y Desarenador.

4.1.2.1.3. Compuerta. Esta ventana posee un cuadro llamado “Datos”, donde se pueden ingresar los valores mínimos que necesita el programa para diseñar la compuerta (caudal, profundidad máx., profundidad min. y ancho de entrada); el segundo cuadro se encarga de ubicar el vertedero de excesos a la izquierda aguas abajo o a la derecha, con el factor multiplicador de caudal que va a expulsar, es decir, si necesita expulsar un caudal igual al de entrada, tendrá que poner 1 y si necesita sacar la mitad, tendrá que escribir 0.5; y un último cuadro con el diseño del orificio para proyectar la compuerta, donde se ubican también los resultados parciales del orificio (Figura 24).

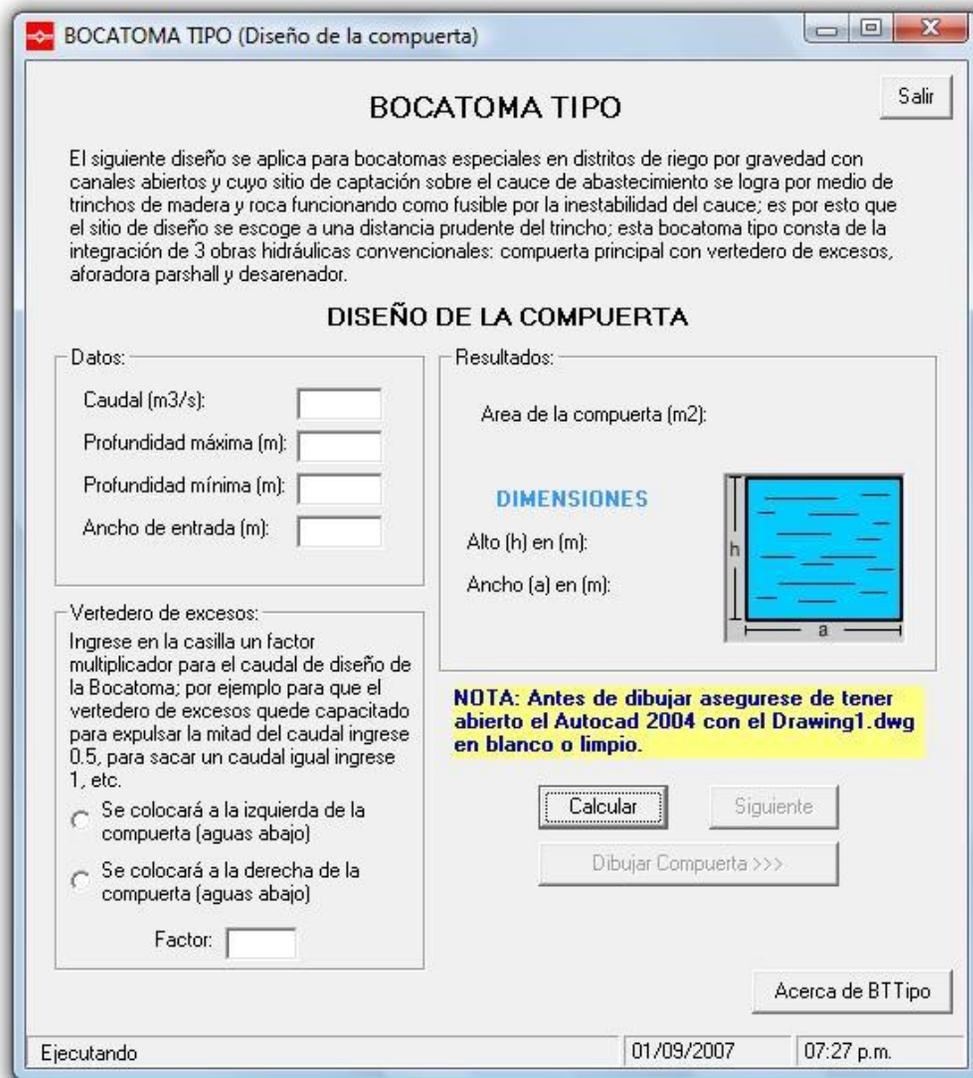


Figura 24. Ventana diseño de la compuerta

Cuando se hallan consignado todos los datos y después de calculados, se activarán los botones de “Siguiete” y “Dibujar Compuerta”; con esta información el programa posee lo suficiente para dibujar en Autocad el posible diseño de la compuerta y se dispone a edición si el diseñador así lo prefiere (Figura 25).

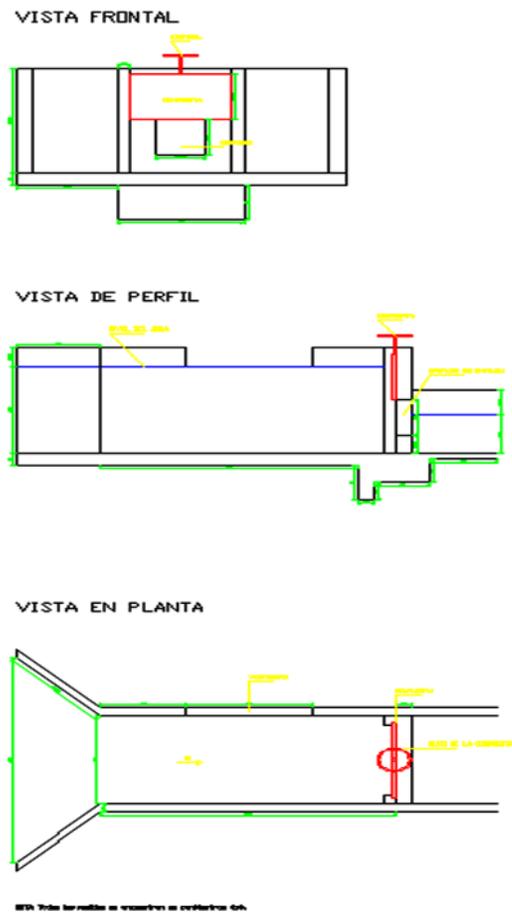


Figura 25. Resultado gráfico de la compuerta

4.1.2.1.4. *Canaleta Parshall.* Como se mencionó este diseño recoge la metodología, el código y la distribución de las ventanas del J.F.Parshall y su resultado también es gráfico y en formato de texto para agilizar la organización de las memorias de cálculo. Por ese motivo este resultado es explicado por Barrero 2007.

4.1.2.1.5. *Desarenador.* La metodología y los resultados de este diseño se explican por Martínez, 2007.

Quien diseña debe tener en cuenta que a medida que se grafique también debe ir guardando los planos con nombres diferentes al "Drawing1.dwg" y al finalizar todos los pasos requeridos por el Programa, podrá unir los dibujos según lo permita el terreno o la zona donde se haya proyectado la obra. Más adelante en el numeral 4.2.2., se citará un ejemplo aplicado con la bocatoma unificada.

4.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

A continuación se presentan las memorias técnicas, memorias de cálculo y presupuestos de las 10 estructuras hidráulicas diseñadas con el compilado informático desarrollado; los planos respectivos se encuentran en el anexo B.

4.2.1. Partidor de Caudal

4.2.1.1. Memorias técnicas

El sistema de partición que se utilizará será un aforador de tipo rectangular que consiste en un vertedero de cresta aguda y la división de caudales se hace por medio de una lámina metálica con bordes agudos y material inoxidable. En la Foto 1, se muestra el partidor de caudal en la Ye del canal el Túnel.

Cuadro 2. Especificaciones de diseño del partidor de caudales canal El Túnel

CARACTERISTICA	DIMENSION	MATERIAL	LOCALIZACION
Largo	6.872 m	Concreto reforzado	Canal El Túnel, Sitio La Ye, Coordenadas (E:851380.09,N:780403.80)
Ancho Solera (b) antes de Partición	5.200 m		
Tirante Normal	0.796 m		
Altura muros	0.956 m		
Altura vertedero	0.424 m		
Lámina sobre el vertedero	0.212 m		
Caudal 1 (Q1) Izquierda (aguas abajo)	0.41166 m ³ /s		
Caudal 2 (Q2) Central Izquierda (aguas abajo)	0.04987 m ³ /s		
Caudal 3 (Q3) Central Derecha (aguas abajo)	0.47483 m ³ /s		
Caudal 4 (Q4) Derecha (aguas abajo)	0.01793 m ³ /s		
Ancho Solera canal 1 (Izquierda)	2.240 m		
Ancho Solera canal 2 (Central Izquierda)	0.270 m		
Ancho Solera canal 3 (Central Derecha)	2.590 m		
Ancho Solera canal 4 (Derecha)	0.100 m		
Cuchilla Partición	0.70*0.73 m	Lámina C-10	



Fotos 1. a) Vista general de ubicación de un Partidor de caudal en el canal El Túnel (La Ye) y b) compuertas de salida en el partidor de caudal

Cuadro 3. Especificaciones de diseño del partidor de caudales canal Ovejeras

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	MATERIAL	LOCALIZACIÓN
Largo	6.7025 m	Concreto reforzado	Canal La Ovejera, Sitio La Ye, Coordenadas (E:855357.21,N:783065.89)
Ancho Solera (b) antes de Partición	5.0000 m		
Tirante Normal	0.8350 m		
Altura muros	1.0050 m		
Altura veredero	0.4430 m		
Lámina sobre el vertedero	0.2220 m		
Caudal 1 (Q1) Izquierda (aguas abajo)	0.23342 m ³ /s		
Caudal 2 (Q2) Derecha (aguas abajo)	0.74816 m ³ /s		
Ancho Solera canal 1 (Izquierda)	1.1900 m		
Ancho Solera canal 2 (Derecha)	3.8100 m		
Cuchilla Partición	0.70*0.76 m	Lámina C-10	



Fotos 2. a) Vista aguas arriba del sitio de proyección para Partidor en el canal Ovejeras (La Ye) y b) vista aguas abajo donde se aprecia la división de canales sin revestir.

Cuadro 4. Especificaciones de diseño del partidor de caudales canal Providencia

CARACTERISTICA	DIMENSION	MATERIAL	LOCALIZACION
Largo	5.202 m	Concreto reforzado	Canal Providencia, Sitio Macarena, Coordenadas (E:855951.99,N:786958.08)
Ancho Solera (b) antes de Partición	3.500 m		
Tirante Normal	0.886 m		
Altura muros	1.066 m		
Altura vertedero	0.471 m		
Lámina sobre el vertedero	0.235 m		
Caudal 1 (Q1) Izquierda (aguas abajo)	0.07301 m ³ /s		
Caudal 2 (Q2) Centro (aguas abajo)	0.60893 m ³ /s		
Caudal 3 (Q3) Derecha (aguas abajo)	0.06978 m ³ /s		
Ancho Solera canal 1 (Izquierda)	0.340 m		
Ancho Solera canal 2 (Centro)	2.840 m		
Ancho Solera canal 3 (Derecha)	0.320 m		
Cuchilla Partición	0.70*0.81 m	Lámina C-10	



Fotos 3. a) Sitio de proyección para Partidor en el canal Providencia (Macarena) y b) compuertas para la partición de tres caudales

Cuadro 5. Especificaciones de diseño del partidor de caudales canal El Playón

CARACTERISTICA	DIMENSION	MATERIAL	LOCALIZACION
Largo	4.632 m	Concreto reforzado	Canal El Playón, Sitio La Ye, Coordenadas (E:857783.79,N:789148.51)
Ancho Solera (b) antes de Partición	2.930 m		
Tirante Normal	0.781 m		
Altura muros	0.941 m		
Altura veredero	0.414 m		
Lámina sobre el vertedero	0.207 m		
Caudal 1 (Q1) Izquierda (aguas abajo)	0.35493 m ³ /s		
Caudal 2 (Q2) Derecha (aguas abajo)	0.16374 m ³ /s		
Ancho Solera canal 1 (Izquierda)	2.01 m		
Ancho Solera canal 2 (Derecha)	0.92 m		
Cuchilla Partición	0.70*0.71 m	Lámina C-10	



Fotos 4. a) Sitio de proyección para Partidor en el canal El Playón (La Ye) y b) medidas para la sección del vertedero de cresta aguda

Cuadro 6. Especificaciones de diseño del partidor de caudales canal La Chatera

CARACTERISTICA	DIMENSION	MATERIAL	LOCALIZACION
Largo	3.990 m	Concreto reforzado	Canal La Chatera, Sitio La Plancha, Coordenadas (E:860460.07,N:784855.18)
Ancho Solera (b) antes de Partición	2.290 m		
Tirante Normal	0.761 m		
Altura muros	0.911 m		
Altura veredero	0.407 m		
Lámina sobre el vertedero	0.204 m		
Caudal 1 (Q1) Izquierda (aguas abajo)	0.28677 m ³ /s		
Caudal 2 (Q2) Derecha (aguas abajo)	0.10875 m ³ /s		
Ancho Solera canal 1 (Izquierda)	1.66 m		
Ancho Solera canal 2 (Derecha)	0.63 m		
Cuchilla Partición	0.70*0.70 m	Lámina C-10	



Fotos 5. a) Sitio aguas abajo para Partidor en canal La Chatera (La Plancha) y b) Vista general del sitio La Plancha

4.2.1.2. Memorias de cálculo

CANAL	PARTIDOR DE CAUDAL						VERTEDERO	
	Q (m ³ /s)	b (m)	So (m/m)	n	Partición Q (m ³ /s)	Longitud (m)	H (m)	W (m)
EL TUNEL	0.95429	5.2	0.001	0.0155	0.41166	2.24	0.212	0.424
					0.04987	0.27		
					0.47483	2.59		
					0.01793	0.1		
OVEJERA	0.98158	5	0.001	0.0155	0.23342	1.19	0.222	0.443
					0.74816	3.81		
PROVIDENCIA	0.75172	3.5	0.001	0.0155	0.07301	0.34	0.235	0.471
					0.60893	2.84		
					0.06978	0.32		
EL PLAYÓN	0.51867	2.93	0.001	0.0155	0.35493	2.01	0.207	0.414
					0.16374	0.92		
LA CHATERA	0.39552	2.29	0.001	0.0155	0.28677	1.66	0.204	0.407
					0.10875	0.63		

Q = Caudal, b = plantilla, So = Pendiente, n = Rugosidad de manning, H = Altura agua sobre vertedero, W = Altura vertedero

4.2.1.3. Presupuestos

✓ Sobre el Canal El Tunel:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	28	369.518	10.346.504
SUMA PARCIAL			10.346.504	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1.150.690	1.150.690
SUMA PARCIAL			1.150.690	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior del partidor)	Gl	1	1.175.442	1.175.442
SUMA PARCIAL			1.175.442	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	20	17.250	345.000
Rellenos	m3	20	10.000	200.000
SUMA PARCIAL			545.000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	13	30.000	390.000
Ayudante 1	Día	13	18.000	234.000
Ayudante 2	Día	13	18.000	234.000
SUMA PARCIAL			858.000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			14.075.636	
AIU (20%)			2.815.127	
COSTO TOTAL			16.890.763,20	

✓ Sobre el Canal Ovejas:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	11	369.518	4.064.698
SUMA PARCIAL			4.064.698	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	699.200	699.200
SUMA PARCIAL			699.200	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior del partidor)	Gl	1	864.151	864.151
SUMA PARCIAL			864.151	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	5	17.250	86.250
Rellenos	m3	5	10.000	50.000
SUMA PARCIAL			136.250	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	8	30.000	240.000
Ayudante 1	Día	8	18.000	144.000
Ayudante 2	Día	8	18.000	144.000
SUMA PARCIAL			528.000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			6.292.299	
AIU (20%)			1.258.460	
COSTO TOTAL			7.550.758,80	

✓ Sobre el Canal Providencia:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	16	369.518	5.912.288
SUMA PARCIAL			5.912.288	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1.024.880	1.024.880
SUMA PARCIAL			1.024.880	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior del partidor)	Gl	1	1.109.892	1.109.892
SUMA PARCIAL			1.109.892	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	8	17.250	138.000
Rellenos	m3	8	10.000	80.000
SUMA PARCIAL			218.000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	10	30.000	300.000
Ayudante 1	Día	10	18.000	180.000
Ayudante 2	Día	10	18.000	180.000
SUMA PARCIAL			660.000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			8.925.060	
AIU (20%)			1.785.012	
COSTO TOTAL			10.710.072,00	

✓ Sobre el Canal El Playón:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	16	369.518	5.912.288
SUMA PARCIAL			5.912.288	
Formaleta (Entablerado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1.001.880	1.001.880
SUMA PARCIAL			1.001.880	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior del partidor)	Gl	1	1.109.892	1.109.892
SUMA PARCIAL			1.109.892	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	10	17.250	172.500
Rellenos	m3	10	10.000	100.000
SUMA PARCIAL			272.500	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	10	30.000	300.000
Ayudante 1	Día	10	18.000	180.000
Ayudante 2	Día	10	18.000	180.000
SUMA PARCIAL			660.000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			8.956.560	
AIU (20%)			1.791.312	
COSTO TOTAL			10.747.872,00	

✓ Sobre el Canal La Chatera:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	3	369.518	1.108.554
SUMA PARCIAL			1.108.554	
Formaleta (Entablerado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	203.550	203.550
SUMA PARCIAL			203.550	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior del partidor)	Gl	1	618.410	618.410
SUMA PARCIAL			618.410	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	3	17.250	51.750
Rellenos	m3	3	10.000	30.000
SUMA PARCIAL			81.750	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	5	30.000	150.000
Ayudante 1	Día	5	18.000	90.000
Ayudante 2	Día	5	18.000	90.000
SUMA PARCIAL			330.000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			2.342.264	
AIU (20%)			468.453	
COSTO TOTAL			2.810.716,80	

4.2.2. Bocatoma Tipo

4.2.2.1. Memorias técnicas

Esta obra de bocatoma es específica para la zona del distrito de riego del Río Neiva, consta de la integración de tres obras: Compuerta, Canaleta Parshall y Desarenador; a continuación se describen las principales características de cada una de las obras.

✓ Especificaciones de diseño de bocatoma tipo canal El Túnel

▪ Compuerta

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Transición	Largo	4.83	Concreto Reforzado	Canal El Túnel, Abscisa: K0+068, Coordenadas (E:856594.01,N:778794.83)
	Ancho de entrada	5.00		
	Ancho de salida	1.50		
Canal de excesos	Largo	40.00		
	Alto	1.13		
	Ancho	1.50		
	Espesor muros	0.15		
Orificio		0.5807*0.6426		
Compuerta	Deslizante de manivela	1.30*0.80	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

▪ Parshall

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Canaleta Parshall	Tamaño de la canaleta (W)	0.914	Concreto Reforzado	Canal El Túnel
	Longitud de la garganta (F)	0.610		
	Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	1.572		
	Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	1.219		

▪ **Desarenador**

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Diámetro De Partículas	0.50 mm	Arenas Medias	Canal El Túnel
Porcentaje De Remoción	75 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	5.94 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	3.84 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.80 m		
Canal De Lodos	30 x 20 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	80 x 65 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.75 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.25 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	3.20 m		
Compuerta de entrada	150 x 111 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	
Compuerta del Bypass	65 x 111 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad



Fotos 6. a) Sitio de proyección para Bocatoma en canal El Túnel y b) Nivelación para el diseño del desarenador

✓ **Especificaciones de diseño de bocatoma tipo canal Chichato**

▪ **Compuerta**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Transición	Largo	7.16	Concreto Reforzado	Canal Chichato, Abscisa: K0+117, Coordenadas (E:857625.30,N:781115.98)
	Ancho de entrada	6.60		
	Ancho de salida	1.50		
Canal de excesos	Largo	34.34		
	Alto	1.13		
	Ancho	1.50		
	Espesor muros	0.2		
Orificio		0.5925*0.6426		
Compuerta	Deslizante de manivela	1.30*0.80	Lámina C-10 vástago 1 ¼"	

▪ **Parshall**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Canaleta Parshall	Tamaño de la canaleta (W)	0.914	Concreto Reforzado	Canal Chichato
	Longitud de la garganta (F)	0.610		
	Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	1.572		
	Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	1.219		

▪ **Desarenador**

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Diámetro De Partículas	0.50 mm	Arenas Medias	Canal Chichato
Porcentaje De Remoción	75 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	5.96 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	3.88 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.79 m		
Canal De Lodos	25 x 20 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	80 x 67 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.75 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.25 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	3.20 m		
Compuerta de entrada	150 x 112 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	
Compuerta del Bypass	65 x 112 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad



Fotos 7. a) Sitio para Bocatoma en el canal Chichato y b) Compuerta existente para conducir al lavado del desarenador

✓ **Especificaciones de diseño de bocatoma tipo canal La Parcela**

▪ **Compuerta**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Transición	Largo	12.26	Concreto Reforzado	Canal La Parcela, Abscisa: K0+353, Coordenadas (E:858390.95,N: 789471.45)
	Ancho de entrada	9.80		
	Ancho de salida	1.00		
Canal de excesos	Largo	8.10		
	Alto	0.70		
	Ancho	1.00		
	Espesor muros	0.15		
Orificio		0.3353*0.3690		
Compuerta	Deslizante de manivela	0.75*0.47	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

▪ **Parshall**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Canaleta Parshall	Tamaño de la canaleta (W)	0.305	Concreto Reforzado	Canal La Parcela
	Longitud de la garganta (F)	0.610		
	Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.845		
	Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.610		

▪ **Desarenador**

CARACTERÍSTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Diámetro De Partículas	0.50 mm	Arenas Medias	Canal La Parcela
Porcentaje De Remoción	75 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	3.04 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	1.94 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.36 m		
Canal De Lodos	25 x 10 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	80 x 40 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.60 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.25 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	8.12 m		
Compuerta de entrada	100 x 67.6 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	
Compuerta del Bypass	65 x 67 cm	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad



Fotos 8. a) Vista general del sitio para Bocatoma en canal La Parcela y b) Vista aguas abajo del sitio de ubicación de la compuerta

✓ **Especificaciones de diseño de bocatoma tipo canal La Sánchez**

▪ **Compuerta**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Transición	Largo	4.87	Concreto Reforzado	Canal La Sánchez, Abscisa: K0+203, Coordenadas (E:856035.73,N:792171.98)
	Ancho de entrada	4.50		
	Ancho de salida	1.00		
Canal de excesos	Largo	51.00		
	Alto	0.60		
	Ancho	1.00		
	Espesor muros	0.15		
Orificio		0.2718*0.2970		
Compuerta	Deslizante de manivela	0.80*0.38	Lámina C-10 vástago 1 $\frac{3}{4}$ "	

▪ **Parshall**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Canaleta Parshall	Tamaño de la canaleta (W)	0.230	Concreto Reforzado	Canal La Sánchez
	Longitud de la garganta (F)	0.305		
	Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.575		
	Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.381		

▪ **Desarenador**

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Diámetro De Partículas	0.50 mm	Arenas Medias	Canal La Sánchez
Porcentaje De Remoción	75 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	2.52 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	1.58 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.34 m		
Canal De Lodos	20 x 20 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	80 x 40 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.60 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.25 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	4.32 m		
Compuerta de entrada	80 x 54 cm	Lámina C-10 vástago 1 ¾"	
Compuerta del Bypass	65 x 54 cm	Lámina C-10 vástago 1 ¾"	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad



Fotos 9. a) Sitio de proyección para Bocatoma en el canal La Sanchez y b) Vista del tramo para ubicar aforador y desarenador

✓ **Especificaciones de diseño de bocatoma tipo canal Aucor**

▪ **Compuerta**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Transición	Largo	7.15	Concreto Reforzado	Canal Aucor, Abscisa: K0+248, Coordenadas (E:856036.85,N:7921 92.70)
	Ancho de entrada	6.30		
	Ancho de salida	1.20		
Canal de excesos	Largo	27.41		
	Alto	1.00		
	Ancho	1.20		
	Espesor muros	0.2		
Orificio		0.5204*0.567		
Compuerta	Deslizante de manivela	1.00*0.71	Lámina C-10 vástago 1 3/4"	

▪ **Parshall**

ELEMENTO	CARACTERISTICA	DIMENSION (m)	MATERIAL	LOCALIZACION
Canaleta Parshall	Tamaño de la canaleta (W)	0.610	Concreto Reforzado	Canal Aucor
	Longitud de la garganta (F)	0.610		
	Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	1.206		
	Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.914		

▪ **Desarenador**

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Diámetro De Partículas	0.50 mm	Arenas Medias	Canal Aucor
Porcentaje De Remoción	75.50 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	5.12 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	3.32 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.80 m		
Canal De Lodos	20 x 40 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	100x 67 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.75 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.25 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	2.90 m		
Compuerta de entrada	100 x 111 cm	Lámina C-10 vástago 1 ¾"	
Compuerta del Bypass	75 x 111 cm	Lámina C-10 vástago 1 ¾"	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad



Fotos 10. a) Sitio aguas abajo para Bocatoma en el canal Aucor b) Vista general aguas arriba del sitio de proyección

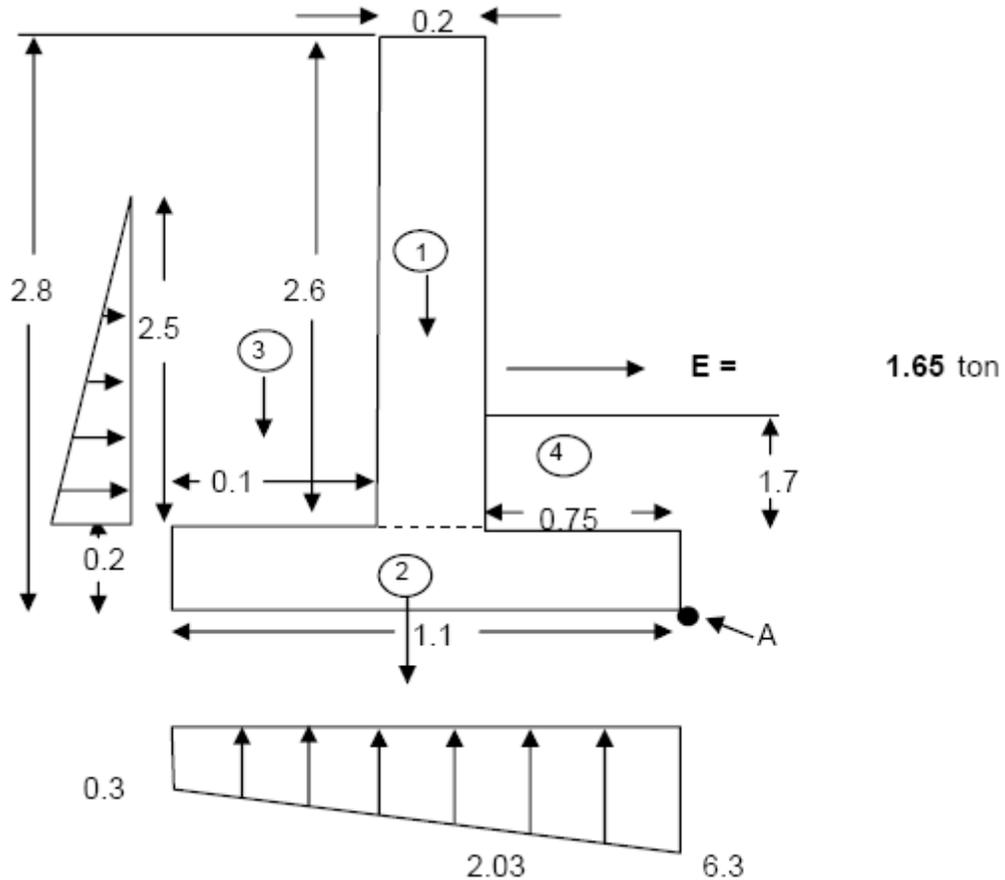
4.2.2.2. Memorias de cálculo

✓ **Cálculo Estructural para bocatoma tipo**

El cálculo se hizo para la compuerta y desarenador de mayor magnitud, como el resultado fue el de menor cuantía entonces se aplicó el mismo para todas las obras

- **Diseño Muros Y Placa Para Compuerta De Bocatomas**

Densidad del suelo: 1.6 ton/m³
Coeficiente de actividad, Ka: 0.33
Coeficiente de fricción suelo-concreto: 0.55



Fuerza	Area (m2)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Empuje (ton)	C.G. X(m)	C.G. Y(m)	M (t-m) antihorario	M (t-m) horario
1	0.52	2.4	1.25		0.85		1.06	
2	0.21	2.4	0.50		0.53		0.26	
3	0.25	1.8	0.45		1.00		0.45	
4	1.28	1	1.28		0.38		0.48	
E				1.65		1.0		1.71
Total			3.48	1.65			2.25	1.71

Factor de seguridad al volcamiento = 1.32
Factor de seguridad al deslizamiento = 1.16

Momento resultante en la zapata = 0.55
Excentricidad = 0.16 m

La reacción en el suelo es de tipo trapezoidal

Esfuerzo max = 6.3 t/m²
Esfuerzo min = 0.3 t/m²

Diseño del vástago a cortante

Vu = 2.81 ton
Esfuerzo actuante = 1.75 Kg/cm²
Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño del vástago a flexión

Mu = 2.34 t-m
K = 0.01383136
Área acero = 4.94 cm²

Cuantía mínima = 0.0018 Asmin = 3.6 cm²

Colocar 1 No	4	c/	26 cm
Colocar 1 No	3	c/	20 cm

Diseño de la zarpa a cortante

Vu = 5.31 t
Esfuerzo actuante = 2.65 Kg/cm²
Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño de la zarpa a flexión

Mu = 2.33 t-m
K = 0.01379232
Cuantía = 0.0035
Área acero = 4.55 cm²

Armadura por temperatura

Cuantía = 0.0018

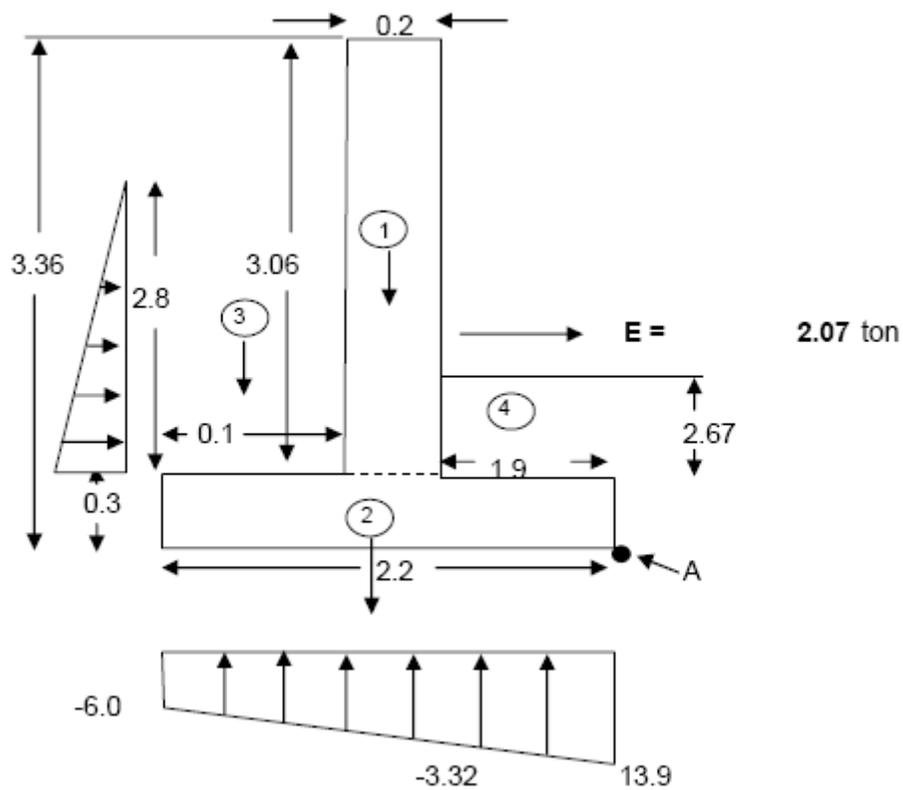
Área acero = 3.60 cm²

Colocar 1 No	4	c/	28 cm
--------------	---	----	-------

Colocar 1 No	3	c/	20 cm
--------------	---	----	-------

- Diseño Muros Y Placa Para Desarenador

Densidad del suelo: 1.6 ton/m³
 Coeficiente de actividad, Ka: 0.33
 Coeficiente de fricción suelo-concreto: 0.55



Fuerza	Area (m2)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Empuje (ton)	C.G. X(m)	C.G. Y(m)	M (t-m) antihorario	M (t-m) horario
1	0.61	2.4	1.47		2.00		2.94	
2	0.66	2.4	1.58		1.10		1.74	
3	0.28	1.8	0.50		2.15		1.08	
4	5.07	1	5.07		0.95		4.82	
E				2.07		1.2		2.55
Total			8.63	2.07			10.58	2.55

Factor de seguridad al volcamiento = 4.15
 Factor de seguridad al deslizamiento = 2.29

Momento resultante en la zapata = 8.03
 Excentricidad = 0.93 m

La reacción en el suelo es de tipo trapezoidal
 Esfuerzo max = 13.9 t/m²
 Esfuerzo min = -6.0 t/m²

Diseño del vástago a cortante

Vu = 3.52 ton
 Esfuerzo actuante = 2.20 Kg/cm²
 Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño del vástago a flexión

Mu = 3.28 t-m
 K = 0.01943207
 Área acero = 7.15 cm

Cuantía mínima =		0.0018	Asmin =	3.6 cm ²
Colocar 1 No	4	c/	18 cm	
Colocar 1 No	3	c/	20 cm	

Diseño de la zarpa a cortante

Vu = 17.05 t
 Esfuerzo actuante = 5.68 Kg/cm²
 Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño de la zarpa a flexión

Mu = 25.00 t-m
 K = 0.04725088
 Cuantía = 0.0061
 Área acero = 14.03 cm²

Armadura por temperatura

Cuantía = 0.0018
 Área acero = 5.40 cm²

Colocar 1 No	5	c/	14 cm
--------------	---	----	-------

Colocar 1 No	4	c/	23 cm
--------------	---	----	-------

✓ **Resultados de diseño de bocatoma tipo canal El Túnel**

La obra se diseña con la ayuda del programa BTTipo 1.0 cuyos resultados se muestran a continuación:

COMPUERTA

BOCATOMA TIPO (Diseño de la compuerta)

BOCATOMA TIPO Salir

El siguiente diseño se aplica para bocatomas especiales en distritos de riego por gravedad con canales abiertos y cuyo sitio de captación sobre el cauce de abastecimiento se logra por medio de trinchos de madera y roca funcionando como fusible por la inestabilidad del cauce; es por esto que el sitio de diseño se escoge a una distancia prudente del trincho; esta bocatoma tipo consta de la integración de 3 obras hidráulicas convencionales: compuerta principal con vertedero de excesos, aforadora parshall y desarenador.

DISEÑO DE LA COMPUERTA

Datos:

Caudal (m3/s):

Profundidad máxima (m):

Profundidad mínima (m):

Ancho de entrada (m):

Resultados:

Area de la compuerta (m2):

DIMENSIONES

Alto (h) en (m):

Ancho (a) en (m):

Vertedero de excesos:

Ingrese en la casilla un factor multiplicador para el caudal de diseño de la Bocatoma; por ejemplo para que el vertedero de excesos quede capacitado para expulsar la mitad del caudal ingrese 0.5, para sacar un caudal igual ingrese 1, etc.

Se colocará a la izquierda de la compuerta (aguas abajo)

Se colocará a la derecha de la compuerta (aguas abajo)

Factor:

NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

Calcular Siguiente

Dibujar Compuerta >>>

Acerca de BTTipo

AFORADOR PARSHALL

Caudal 1.12329 m³/s

RESULTADOS

W	Tamaño de la Canaleta	0.914 m
A	Longitud de la Pared Lateral de la Sección Convergente	1.676 m
B	Longitud Axial de la Sección Convergente	1.645 m
C	Ancho del Extremo de Aguas abajo de la Canaleta	1.219 m
D	Ancho del Extremo de Aguas arriba de la Canaleta	1.572 m
E	Profundidad de la Canaleta	0.914 m
F	Longitud de la Garganta	0.61 m
G	Longitud de la Sección Divergente	0.914 m
K	Diferf de Nivel entre el pto mas bajo de la Canaleta y la Cresta	0.076 m
N	Profun de la Depresión en la Garganta debajo de la Cresta	0.229 m
R	Radio de Curvatura de las Paredes Curvas	0.508 m
M	Longitud del Fondo de Aproximación	0.381 m
P	Ancho entre los extremos de las Paredes Curvadas	2.222 m
X	Distancia Horiz. desde el pto mas bajo de la Garganta hasta Hb	0.051 m
Y	Distancia Vertical desde el pto mas bajo de la Garganta hasta Hb	0.076 m

DESARENADOR

Datos de entrada:

Caudal a desarenar (q)	1.347948 m ³ /s
Velocidad del agua en el canal (v)	1.044 m/s
Temperatura del agua (t)	18 °C
Diámetro de partículas a sedimentar (d)	0.5 mm
Porcentaje de remoción	75 %
Eficiencia pantalla deflectora	deflectores buenos

Datos de la transición:

Tipo de transición	transición rectangular-rectangular
Plantilla menor b	1.5 m
Tirante antes de la transición (yi)	0.717 m
Tirante después de la transición (yf)	0.126 m
Longitud de la transición (ldt)	3.2 m

Dimensiones del tanque sedimentador:

Área superficial del tanque (as)	11.08 m ²
Longitud del tanque (l)	5.77 m
Ancho del tanque (b)	3.84 m
Altura del tanque (h)	1.5 m

Tolva de lodos y pantalla de sólidos flotantes:

Ancho de la tolva (bt)	0.30 m
Altura de la tolva (ht)	0.2 m
Profundidad pantalla flotante (ppf)	0.49 m
Distancia al vertedero de salida	1.2 m

Dimensiones almacenamiento de lodos:

Profundidad máxima	0.58 m
Profundidad minina	0.3 m
Pendiente transversal	7.3 %
Pendiente longitudinal en l/3	14.6 %
Pendiente longitudinal en 2l/3	7.3 %

Dimensiones vertedero de salida:

Longitud de la cresta (lcvs)	3.84 m
Carga del vertedero (hvs)	0.083 m

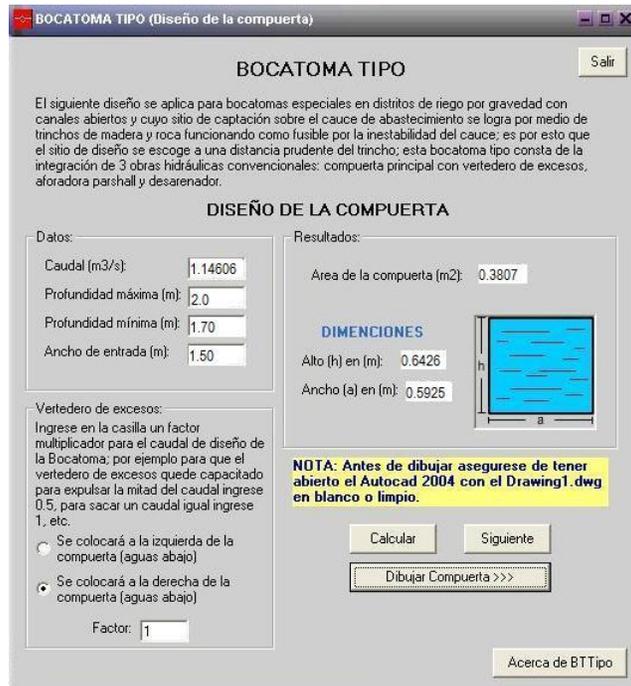
Dimensiones pantalla deflectora:

Profundidad de la pantalla (pp)	0.75 m
Numero de orificios	182 orificios

Dimensiones de bypass:

Ancho (b)	0.8 m
Alto (h)	0.65 m
Tirante (y_bypass)	0.45 m
Borde libre (bl)	0.2 m

✓ **Resultados de diseño de bocatoma tipo sobre el canal Chichato Compuerta**



Aforador parshall

Datos ingresados

Caudal: 1.14606 m³/s

Resultados

W tamaño de la canaleta:	0.914 m
A longitud de la pared lateral de la sección convergente:	1.676 m
B longitud axial de la sección convergente:	1.645 m
C ancho del extremo de aguas abajo de la canaleta:	1.219 m
D ancho del extremo de aguas arriba de la canaleta:	1.572 m
E profundidad de la canaleta:	0.914 m
F longitud de la garganta:	0.61 m
G longitud de la sección divergente:	0.914 m
K diferencia de nivel entre el punto mas bajo de la canaleta y la cresta:	0.076 m
N profundidad de la depresión en la garganta debajo de la cresta:	0.229 m
R radio de curvatura de las paredes curvas:	0.508 m
M longitud del fondo de aproximación:	0.381 m
P ancho entre los extremos de las paredes curvadas:	2.222 m
X distancia horizontal desde el punto mas bajo de la garganta hasta hb:	0.051 m
Y distancia vertical desde el punto mas bajo de la garganta hasta hb:	0.076 m

Desarenador

Datos de entrada:

Caudal a desarenar (q)	1.375272 m ³ /s
Velocidad del agua en el canal (v)	1.05 m/s
Temperatura del agua (t)	18 °C
Diámetro de partículas a sedimentar (d)	0.5 mm
Porcentaje de remoción	75 %
Eficiencia pantalla deflectora	deflectores buenos

Datos de la transición:

Tipo de transición	transición rectangular-rectangular
Plantilla menor b	1.5 m
Tirante antes de la transición (yi)	0.728 m
Tirante después de la transición (yf)	0.129 m
Longitud de la transición (ldt)	3.2 m

Dimensiones del tanque sedimentador:

Área superficial del tanque (as)	11.3 m ²
Longitud del tanque (l)	5.82 m
Ancho del tanque (b)	3.88 m
Altura del tanque (h)	1.5 m

Tolva de lodos y pantalla de sólidos flotantes:

Ancho de la tolva (bt)	0.25 m
Altura de la tolva (ht)	0.20 m
Profundidad pantalla flotante (ppf)	0.49 m
Distancia al vertedero de salida	1.3 m

Dimensiones almacenamiento de lodos:

Profundidad máxima	0.58 m
Profundidad mínima	0.29 m
Pendiente transversal	7.5 %
Pendiente longitudinal en 1/3	14.9 %
Pendiente longitudinal en 2/3	7.5 %

Dimensiones vertedero de excesos:

Longitud de la cresta (lvde)	6.3 m
Carga del vertedero (hve)	0.24 m

Dimensiones vertedero de salida:

Longitud de la cresta (lcvs)	3.88 m
Carga del vertedero (hvs)	0.085 m

Dimensiones pantalla deflectora:

Profundidad de la pantalla (pp)	0.75 m
Numero de orificios	186 orificios

Dimensiones de bypass:

Ancho (b)	0.8 m
Alto (h)	0.67 m
Tirante (y_bypass)	0.469 m
Borde libre (bl)	0.2 m

✓ **Resultados de diseño de bocatoma tipo sobre el canal La Parcela Compuerta**

BOCATOMA TIPO (Diseño de la compuerta)

BOCATOMA TIPO Salir

El siguiente diseño se aplica para bocatomas especiales en distritos de riego por gravedad con canales abiertos y cuyo sitio de captación sobre el cauce de abastecimiento se logra por medio de trinchos de madera y roca funcionando como fusible por la inestabilidad del cauce; es por esto que el sitio de diseño se escoge a una distancia prudente del trincho; esta bocatoma tipo consta de la integración de 3 obras hidráulicas convencionales: compuerta principal con vertedero de excesos, aforadora parshall y desarenador.

DISEÑO DE LA COMPUERTA

Datos:

Caudal (m³/s):

Profundidad máxima (m):

Profundidad mínima (m):

Ancho de entrada (m):

Vertedero de excesos:

Ingrese en la casilla un factor multiplicador para el caudal de diseño de la Bocatoma; por ejemplo para que el vertedero de excesos quede capacitado para expulsar la mitad del caudal ingrese 0.5, para sacar un caudal igual ingrese 1, etc.

Se colocará a la izquierda de la compuerta (aguas abajo)

Se colocará a la derecha de la compuerta (aguas abajo)

Factor:

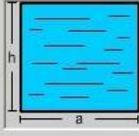
Resultados:

Area de la compuerta (m²): 0.1237

DIMENSIONES

Alto (h) en (m): 0.369

Ancho (a) en (m): 0.3353



NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

Calcular Siguiente

Dibujar Compuerta >>>

Acerca de BTTipo

Aforador parshall

BOCATOMA TIPO (Diseño de la Canaleta Parshall)

INTRODUZCA EL MAXIMO CAUDAL Calibracion Salir

m³/Seg Calcular Medidas en Metros

Dimensiones

W **0.305**

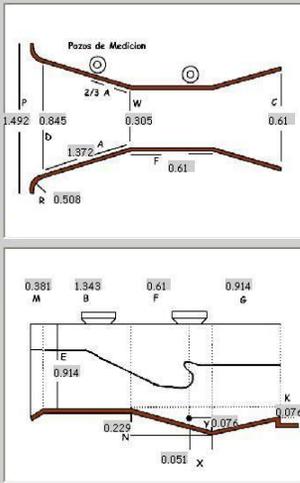
A	B	C	D	E	F	G
1.372	1.343	0.61	0.845	0.914	0.61	0.914
K	N	R	M	P	X	Y
0.076	0.229	0.508	0.381	1.492	0.051	0.076

NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

Guardar Limpiar Dibujar Canaleta >>

Convenciones

W Tamaño de la Canaleta
 A Longitud de la Pared Lateral de la Seccion Convergente
 B Longitud Axial de la Seccion Convergente
 C Ancho del Extremo de Aguas abajo de la Canaleta
 D Ancho del Extremo de Aguas arriba de la Canaleta
 E Profundidad de la Canaleta
 F Longitud de la Garganta
 G Longitud de la Seccion Divergente
 K Diferencia de Nivel entre el punto mas bajo de la Canaleta y la Cresta
 N Profundidad de la Depression en la Garganta debajo de la Cresta
 R Radio de Curvatura de las Paredes Curvas
 M Longitud del Fondo de Aproximacion
 F Ancho entre los extremos de las Paredes Curvas
 X Distancia Horizontal desde el punto mas bajo de la Garganta hasta Hb
 Y Distancia Vertical desde el punto mas bajo de la Garganta hasta Hb



Atrás Siguiente

Desarenador**Datos de entrada:**

Caudal a desarenar (q)	0.343908 m ³ /s
Velocidad del agua en el canal (v)	0.741 m/s
Temperatura del agua (t)	18 °C
Diámetro de partículas a sedimentar (d)	0.5 mm
Porcentaje de remoción	75 %
Eficiencia pantalla deflectora	deflectores buenos

Datos de la transición:

Tipo de transición	transición rectangular-rectangular
Plantilla menor b	1 m
Tirante antes de la transición (yi)	0.387 m
Tirante después de la transición (yf)	0.115 m
Longitud de la transición (ldt)	1.3 m

Dimensiones del tanque sedimentador:

Área superficial del tanque (as)	2.82 m ²
Longitud del tanque (l)	2.91 m
Ancho del tanque (b)	1.94 m
Altura del tanque (h)	1.2 m

Tolva de lodos y pantalla de sólidos flotantes:

Ancho de la tolva (bt)	0.20 m
Altura de la tolva (ht)	0.10 m
Profundidad pantalla flotante (ppf)	0.38 m
Distancia al vertedero de salida	0.4 m

Dimensiones almacenamiento de lodos:

Profundidad máxima	0.29 m
Profundidad mínimo	0.16 m
Pendiente transversal	6.7 %
Pendiente longitudinal en l/3	13.4 %
Pendiente longitudinal en 2l/3	6.7 %

Dimensiones vertedero de excesos:

Longitud de la cresta (lvde)	4 m
Carga del vertedero (hve)	0.13 m

Dimensiones vertedero de salida:

Longitud de la cresta (lcvs)	1.94 m
Carga del vertedero (hvs)	0.03 m

Dimensiones pantalla deflectora:

Profundidad de la pantalla (pp)	0.6 m
Numero de orificios	46 orificios

Dimensiones de bypass:

Ancho (b)	0.80 m
Alto (h)	0.40 m
Tirante (y_bypass)	0.24 m
Borde libre (bl)	0.16 m

✓ **Resultados de diseño de bocatoma tipo sobre el canal La Sánchez** **Compuerta**

BOCATOMA TIPO (Diseño de la compuerta)

BOCATOMA TIPO Salir

El siguiente diseño se aplica para bocatomas especiales en distritos de riego por gravedad con canales abiertos y cuyo sitio de captación sobre el cauce de abastecimiento se logra por medio de trinchos de madera y roca funcionando como fusible por la inestabilidad del cauce; es por esto que el sitio de diseño se escoge a una distancia prudente del trincho; esta bocatoma tipo consta de la integración de 3 obras hidráulicas convencionales: compuerta principal con vertedero de excesos, aforadora parshall y desarenador.

DISEÑO DE LA COMPUERTA

Datos:

Caudal (m³/s):

Profundidad máxima (m):

Profundidad mínima (m):

Ancho de entrada (m):

Vertedero de excesos:

Ingrese en la casilla un factor multiplicador para el caudal de diseño de la Bocatoma; por ejemplo para que el vertedero de excesos quede capacitado para expulsar la mitad del caudal ingrese 0.5, para sacar un caudal igual ingrese 1, etc.

Se colocará a la izquierda de la compuerta (aguas abajo)

Se colocará a la derecha de la compuerta (aguas abajo)

Factor:

Resultados:

Area de la compuerta (m²): 0.0807

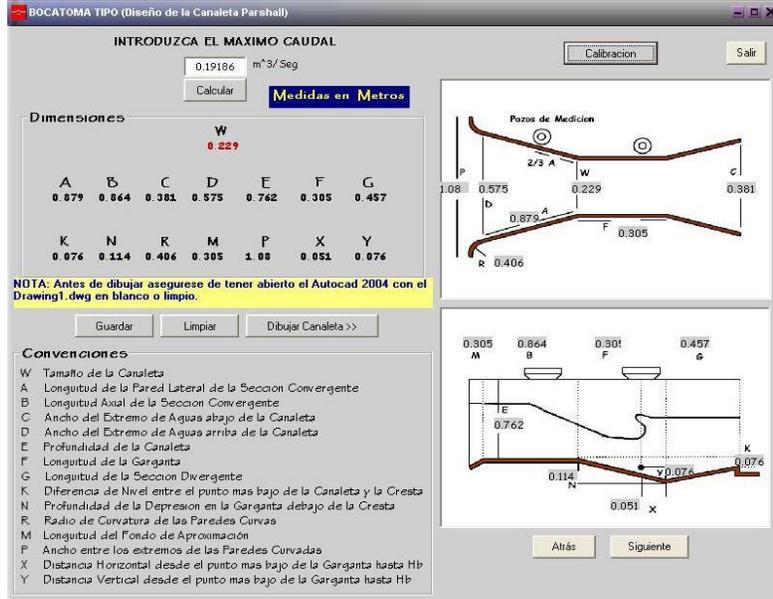
DIMENSIONES

Alto (h) en (m): 0.297

Ancho (a) en (m): 0.2718

NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

Aforador parshall



Desarenador

Datos de entrada:

Caudal a desarenar (q)	0.230232 m ³ /s
Velocidad del agua en el canal (v)	0.659 m/s
Temperatura del agua (t)	18 °C
Diámetro de partículas a sedimentar (d)	0.5 mm
Porcentaje de remoción	75 %
Eficiencia pantalla deflectora	deflectores buenos

Datos de la transición:

Tipo de transición	transición rectangular-rectangular
Plantilla menor b	1 m
Tirante antes de la transición (y _i)	0.291 m
Tirante después de la transición (y _f)	0.132 m
Longitud de la transición (l _{dt})	1 m

Dimensiones del tanque sedimentador:

Area superficial del tanque (a _s)	1.89 m ²
Longitud del tanque (l)	2.38 m
Ancho del tanque (b)	1.58 m
Altura del tanque (h)	1.2 m

Tolva de lodos y pantalla de sólidos flotantes:

Ancho de la tolva (bt)	0.2 m
Altura de la tolva (ht)	0.2 m
Profundidad pantalla flotante (ppf)	0.35 m
Distancia al vertedero de salida	0.3 m

Dimensiones almacenamiento de lodos:

Profundidad máxima	0.24 m
Profundidad mínimo	0.14 m
Pendiente transversal	6.3 %
Pendiente longitudinal en 1/3	12.7 %
Pendiente longitudinal en 2/3	6.3 %

Dimensiones vertedero de excesos:

Longitud de la cresta (lvde)	4.1 m
Carga del vertedero (hve)	0.1 m

Dimensiones vertedero de salida:

Longitud de la cresta (lcvs)	1.58 m
Carga del vertedero (hvs)	0.022 m

Dimensiones pantalla deflectora:

Profundidad de la pantalla (pp)	0.6 m
Numero de orificios	31 orificios

Dimensiones de bypass:

Ancho (b)	0.7 m
Alto (h)	0.37 m
Tirante (y_bypass)	0.268 m
Borde libre (bl)	0.1 m

✓ **Resultados de diseño de bocatoma tipo sobre el canal Aucor Compuerta**

BOCATOMA TIPO (Diseño de la compuerta)

Salir

BOCATOMA TIPO

El siguiente diseño se aplica para bocatomas especiales en distritos de riego por gravedad con canales abiertos y cuyo sitio de captación sobre el cauce de abastecimiento se logra por medio de trinchos de madera y roca funcionando como fusible por la inestabilidad del cauce; es por esto que el sitio de diseño se escoge a una distancia prudente del trincho; esta bocatoma tipo consta de la integración de 3 obras hidráulicas convencionales: compuerta principal con vertedero de excesos, aforadora parshall y desarenador.

DISEÑO DE LA COMPUERTA

Datos:

Caudal (m³/s):

Profundidad máxima (m):

Profundidad mínima (m):

Ancho de entrada (m):

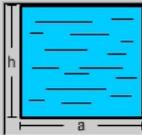
Resultados:

Area de la compuerta (m²): 0.2951

DIMENSIONES

Alto (h) en (m): 0.567

Ancho (a) en (m): 0.5204



Vertedero de excesos:

Ingrese en la casilla un factor multiplicador para el caudal de diseño de la Bocatoma; por ejemplo para que el vertedero de excesos quede capacitado para expulsar la mitad del caudal ingrese 0.5, para sacar un caudal igual ingrese 1, etc.

Se colocará a la izquierda de la compuerta (aguas abajo)

Se colocará a la derecha de la compuerta (aguas abajo)

Factor:

Calculador

Siguiente

Dibujar Compuerta >>>

Acerca de BTTipo

NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

Aforador parshall

BOCATOMA TIPO (Diseño de la Canaleta Parshall)

INTRODUZCA EL MAXIMO CAUDAL

m³/Seg

Calibración

Salir

Calcular

Medidas en Metros

Dimensiones

W						
0.61						
A	B	C	D	E	F	G
1.524	1.495	0.914	1.206	0.914	0.61	0.914
K	N	R	M	P	X	Y
0.076	0.229	0.508	0.381	1.854	0.051	0.076

NOTA: Antes de dibujar asegurese de tener abierto el Autocad 2004 con el Drawing1.dwg en blanco o limpio.

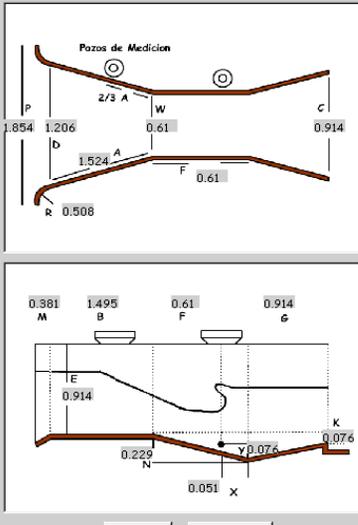
Guardar

Limpiar

Dibujar Canaleta >>

Conveniones

W Tamaño de la Canaleta
A Longitud de la Pared Lateral de la Seccion Convergente
B Longitud Axial de la Seccion Convergente
C Ancho del Extremo de Aguas abajo de la Canaleta
D Ancho del Extremo de Aguas arriba de la Canaleta
E Profundidad de la Canaleta
F Longitud de la Garganta
G Longitud de la Seccion Divergente
K Diferencia de Nivel entre el punto mas bajo de la Canaleta y la Cresta
N Profundidad de la Depression en la Garganta debajo de la Cresta
R Radio de Curvatura de las Paredes Curvas
M Longitud del Fondo de Aproximación
P Ancho entre los extremos de las Paredes Curvas
X Distancia Horizontal desde el punto mas bajo de la Garganta hasta Hb
Y Distancia Vertical desde el punto mas bajo de la Garganta hasta Hb



Atrás

Siguiente

Desarenador

Datos de entrada

Caudal a desarenar (q)	1.001232 m ³ /s
Velocidad del agua en el canal (v)	0.968 m/s
Temperatura del agua (t)	18 °C
Diámetro de partículas a sedimentar (d)	0.5 mm
Porcentaje de remoción	75 %
Eficiencia pantalla deflectora	deflectores buenos

Datos de la transición

Tipo de transición	transición rectangular-rectangular
Plantilla menor b	1.2 m
Tirante antes de la transición (yi)	0.718 m
Tirante después de la transición (yf)	0.194 m
Longitud de la transición (ldt)	2.9 m

Dimensiones del tanque sedimentador

Área superficial del tanque (as)	8.23 m ²
Longitud del tanque (l)	4.97 m
Ancho del tanque (b)	3.32 m
Altura del tanque (h)	1.5 m

Tolva de lodos y pantalla de sólidos flotantes

Ancho de la tolva (bt)	0.2 m
Altura de la tolva (ht)	0.2 m
Profundidad pantalla flotante (ppf)	0.49 m
Distancia al vertedero de salida	1 m

Dimensiones almacenamiento de lodos

Profundidad máxima	0.5 m
Profundidad mínimo	0.3 m
Pendiente transversal	6 %
Pendiente longitudinal en l/3	12 %
Pendiente longitudinal en 2l/3	6 %

Dimensiones vertedero de salida

Longitud de la cresta (lcvs)	3.32 m
Carga del vertedero (hvs)	0.066 m
Dimensiones pantalla deflectora:	
Profundidad de la pantalla (pp)	0.75 m
Numero de orificios	135 orificios

Dimensiones de bypass

Ancho (b)	1 m
Alto (h)	0.74 m
Tirante (y_bypass)	0.54 m
Borde libre (bl)	0.2 m

✓ **Resultados de la calibración de la canaleta aforadora Parshall para todos los canales**

Altura Nivel (m)	CAUDAL POR CANAL (Q) (m3/s)				
	EL TUNEL	CHICHATO	LA PARCELA	LA SANCHEZ	AUCOR
0.05	0.02003	0.02003	0.00724	0.00547	0.01377
0.1	0.0593	0.0593	0.02078	0.0158	0.0403
0.15	0.11189	0.11189	0.03852	0.02938	0.07555
0.2	0.17558	0.17558	0.05969	0.04563	0.11799
0.25	0.24902	0.24902	0.08383	0.06419	0.16674
0.3	0.33131	0.33131	0.11064	0.08485	0.22118
0.35	0.42178	0.42178	0.13989	0.10741	0.28086
0.4	0.51988	0.51988	0.17142	0.13176	0.34543
0.45	0.62519	0.62519	0.20508	0.15778	0.4146
0.5	0.73735	0.73735	0.24074	0.18538	0.48813
0.55	0.85605	0.85605	0.27833	0.21448	0.56583
0.6	0.98102	0.98102	0.31774	0.24503	0.64751
0.65	1.11203	1.11203	0.35891	0.27695	0.73302
0.7	1.24888	1.24888	0.40176	0.3102	0.82223
0.75	1.39138	1.39138	0.44624		0.91501
0.8	1.53937	1.53937	0.4923		1.01126
0.85	1.69268	1.69268	0.53989		1.11087

4.2.2.3 Presupuestos

✓ Sobre el Canal El Tunel:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Bocatoma Tipo				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	15	369,518	5,542,770
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	253	1,800	455,400
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	182	1,856	337,792
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Aforador Parshall				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	7	369,518	2,586,626
Desarenador				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	29	369,518	10,716,022
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	155	1,800	279,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	584	1,856	1,083,904
Varilla de Acero Corrugada #5 (fy = 60000 Psi)	Kg	733	2,160	1,583,280
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Canal evacuación excesos				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	28	369,518	10,494,311
SUMA PARCIAL			33,329,105	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1,183,168	1,183,168
SUMA PARCIAL			1,183,168	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la bocatoma)	Gl	1	2,254,308	2,254,308
SUMA PARCIAL			2,254,308	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	15	20,000	300,000
Rellenos	m3	15	20,000	300,000
SUMA PARCIAL			600,000	
Otros Materiales y Accesorios				
Reglilla	Und.	1	40,000	40,000
Compuerta (0,81 x 1,30 m)	Und.	1	1,400,000	1,400,000
Compuerta (0,21 x 0,40 m)	Und.	1	550,000	550,000
Compuerta (1,60 x 1,11 m)	Und.	1	1,970,000	1,970,000
Compuerta (0,65 x 1,11 m)	Und.	1	1,280,000	1,280,000
SUMA PARCIAL			5,240,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	30	30,000	900,000
Ayudante 1	Día	30	18,000	540,000
Ayudante 2	Día	30	18,000	540,000
SUMA PARCIAL			1,980,000	
SUMATORIA TOTAL			44,586,581	
AIU (20%)			8,917,316	
COSTO TOTAL			53,503,897.44	

✓ Sobre el Canal Chichato:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Y/u (\$)	Y/t (\$)
Estructura (Muros y placa macizas en concreto reforzado)				
Bocatoma Tipo				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	20	369,518	7,390,360
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	252	1,800	453,600
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	205	1,856	380,480
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Aforador Parshall				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	8	369,518	2,956,144
Desarenador				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	33	369,518	12,194,094
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	163	1,800	293,400
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	568	1,856	1,054,208
Varilla de Acero Corrugada #5 (fy = 60000 Psi)	Kg	839	2,160	1,841,840
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Canal evacuación excesos				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	18	369,518	6,651,324
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	50	1,800	90,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	150	1,856	278,400
Alambre negro calibre 18	Kg	100	2,500	250,000
SUMA PARCIAL			34,183,850	
Formaleta (Entablado con cerchas y paralelos metalicos)	Gl	1	1,374,564	1,374,564
SUMA PARCIAL			1,374,564	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la bo)	Gl	1	3,005,744	3,005,744
SUMA PARCIAL			3,005,744	
Mao de obra no calificada				
Excavaciones	m3	15	20,000	300,000
Rellenos	m3	15	20,000	300,000
SUMA PARCIAL			600,000	
Otros Materiales y Accesorios				
Reglilla	Und.	1	40,000	40,000
Compuerta captación (0,81 x 1,30 m)	Und.	1	1,500,000	1,500,000
Compuerta desarenador (1,4 x 1,12 m)	Und.	1	1,670,000	1,670,000
Compuerta bypass (0,65 x 1,12 m)	Und.	1	1,440,000	1,440,000
Compuerta lodos (0,20 x 0,35 m)	Und.	1	400,000	400,000
SUMA PARCIAL			5,050,000	
Mao de obra calificada				
Maestro de obra	Día	30	30,000	900,000
Ayudante 1	Día	30	18,000	540,000
Ayudante 2	Día	30	18,000	540,000
SUMA PARCIAL			1,980,000	
SUMATORIA TOTAL			46,134,158	
AIU (20%)			9,238,832	
COSTO TOTAL			55,432,989.60	

✓ Sobre el Canal La Parcela:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Bocatoma Tipo				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	20	369,518	7,390,360
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	233	1,800	419,400
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	150	1,856	278,400
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Aforador Parshall				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	2	369,518	739,036
Desarenador				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	25	369,518	9,237,950
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	88	1,800	158,400
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	307	1,856	569,792
Varilla de Acero Corrugada #5 (fy = 60000 Psi)	Kg	355	2,160	766,800
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Canal evacuación excesos				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	4	369,518	1,478,072
SUMA PARCIAL			21,288,210	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1,374,564	1,374,564
SUMA PARCIAL			1,374,564	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la bocata)	Gl	1	3,005,744	3,005,744
SUMA PARCIAL			3,005,744	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	15	20,000	300,000
Rellenos	m3	15	20,000	300,000
SUMA PARCIAL			600,000	
Otros Materiales y Accesorios				
Reglilla	Und.	1	40,000	40,000
Compuerta captación (0,80 x 0,50 m)	Und.	1	1,100,000	1,100,000
Compuerta desarenador (1,10 x 0,70 m)	Und.	1	1,230,000	1,230,000
Compuerta bypass (0,65 x 0,70 m)	Und.	1	640,000	640,000
Compuerta lodos (0,20 x 0,20 m)	Und.	1	90,000	90,000
SUMA PARCIAL			3,100,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	30	30,000	900,000
Ayudante 1	Día	30	18,000	540,000
Ayudante 2	Día	30	18,000	540,000
SUMA PARCIAL			1,980,000	
SUMATORIA TOTAL			28,248,518	
AIU (20%)			5,649,704	
COSTO TOTAL			33,898,221.60	

✓ Sobre el Canal La Sánchez:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Bocatoma Tipo				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	9	369,518	3,406,956
Canal evacuación excesos				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	19	369,518	7,020,842
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	126	1,800	226,800
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	159	1,956	295,104
Alambre negro calibre 18	Kg	30	2,500	75,000
Aforador Parshall				
	m3	2	369,518	554,277
Desarenador				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	9	369,518	3,140,903
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	61	1,800	109,800
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	182	1,956	337,792
Varilla de Acero Corrugada #5 (fy = 60000 Psi)	Kg	196	2,160	423,360
Alambre negro calibre 18	Kg	30	2,500	75,000
			SUMA PARCIAL	15,665,834
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1,374,564	1,374,564
			SUMA PARCIAL	1,374,564
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la bocatom)	Gl	1	1,502,872	1,502,872
			SUMA PARCIAL	1,502,872
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	15	20,000	300,000
Rellenos	m3	15	20,000	300,000
			SUMA PARCIAL	600,000
Otros Materiales y Accesorios				
Reglilla	Und.	1	40,000	40,000
Compuerta captación (0,40 x 0,70 m)	Und.	1	210,000	210,000
Compuerta desarenador (0,60 x 0,80 m)	Und.	1	435,000	435,000
Compuerta bypass (0,50 x 0,60 m)	Und.	1	220,000	220,000
Compuerta lodos (0,30 x 0,30 m)	Und.	1	120,000	120,000
			SUMA PARCIAL	1,025,000
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	30	30,000	900,000
Ayudante 1	Día	30	18,000	540,000
Ayudante 2	Día	30	18,000	540,000
			SUMA PARCIAL	1,980,000
			SUMATORIA TOTAL	22,148,270
			AIU (20%)	4,429,654
			COSTO TOTAL	26,577,923.95

✓ Sobre el Canal Aucor:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Bocatoma Tipo				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	14	369,518	5,173,252
Canal evacuación excesos				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	16	369,518	5,912,288
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	207	1,800	372,600
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	268	1,856	497,408
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
Aforador Parshall				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	6	369,518	2,217,108
Desarenador				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	28	369,518	10,346,504
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	155	1,800	279,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	619	1,856	1,148,864
Varilla de Acero Corrugada #5 (fy = 60000 Psi)	Kg	659	2,160	1,423,440
Alambre negro calibre 18	Kg	50	2,500	125,000
SUMA PARCIAL			27,620,464	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales metalicos)	Gl	1	1,183,168	1,183,168
SUMA PARCIAL			1,183,168	
Impermeabilización (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la bocATOMA)	Gl	1	2,254,308	2,254,308
SUMA PARCIAL			2,254,308	
Mano de obra no calificada				
Excavaciones	m3	15	20,000	300,000
Rellenos	m3	15	20,000	300,000
SUMA PARCIAL			600,000	
Otros Materiales y Accesorios				
Regilla	Und.	1	40,000	40,000
Compuerta (0,90 x 0,80 m)	Und.	1	1,200,000	1,200,000
Compuerta (0,25 x 0,25 m)	Und.	1	145,000	145,000
Compuerta (1,10 x 1,11 m)	Und.	1	1,560,000	1,560,000
Compuerta (0,85 x 1,11 m)	Und.	1	1,390,000	1,390,000
SUMA PARCIAL			4,335,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	30	30,000	900,000
Ayudante 1	Día	30	18,000	540,000
Ayudante 2	Día	30	18,000	540,000
SUMA PARCIAL			1,980,000	
SUMATORIA TOTAL			37,972,940	
AIU (20%)			7,594,588	
COSTO TOTAL			45,567,528.00	

4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG

4.3.1. Área cartografía.

Se recopiló la información existente relacionada con el proyecto, para lo cual se consultaron las entidades y organizaciones con jurisdicción en la zona, a continuación se relaciona la información suministrada y la fuente de origen (Cuadro 7).

Cuadro 7. Información y fuentes de suministro

DESCRIPCION	FUENTE	FORMATO
Esquema de Ordenamiento Territorial Campoalegre y Hobo	CAM	Medio Magnético
Planos Temáticos de Cobertura y Uso Actual del Suelo, Suelos y Conflictos Hobo y Campoalegre		
Planchas 1:25000 No 345-II-A, 345-II-B, 345-I-D, 345-II-C, 345-II-D, 345-III-D, 345-IV-A, 345-IV-D		
Escena Imagen Landsat año 2002		
Planchas Generales 1:25000 No 345-II-A, 345-I-D, 345-II-C, 345-IV-A, 345-III-B	IGAC	Análogo
Planchas Rurales Campoalegre 3454A, 345IIC, 345IIA, 345ID		
Escena Imagen Landsat año 2000 Zona del Proyecto	INTERNET	Magnético
Base de Datos Predios Mpio de Campoalegre	ALCALDIA CAMPOALEGRE	Magnético

4.3.1.1. Determinación del error planimétrico y validación de la calidad cartográfica de la información.

Siguiendo la metodología para la evaluación de la exactitud en posición absoluta o externa de la cartografía base, se realizó siguiendo los siguientes pasos: Se determinó el área de evaluación y se escogió un determinado número de puntos el cual no debe ser menor a veinte (20) o un número adecuado de acuerdo a la magnitud (en área) de la información a evaluar, ya que un número menor de puntos no es una muestra representativa para la estimación de la exactitud en posición por el método de error medio cuadrático e intervalo de confianza, la muestra debe ser homogénea y distribuida adecuadamente para que sea representativa.

Se realizaron los chequeos de reconocimiento cartográfico y georeferenciación en campo, con el fin de validar la información de acuerdo a los estándares de calidad cartográfico propuestos por la Secretaría Técnica Nacional de Normalización de información geográfica, Norma ICONTEC sobre Sistemas Geográficos Georeferenciados; el objetivo básico de esta norma es proporcionar los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos, disponibles en formato digital y análogo, y presentar un modelo conceptual que facilite el manejo de la información sobre la calidad de los datos geográficos.

Para tal fin se seleccionaron puntos de muestreo fácilmente identificables en la cartografía recopilada y accesibles en la zona de estudio, se realizó la georeferenciación en campo con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global GPS, se realizaron capturas de información geográfica de los puntos seleccionados durante el transcurso de los días de muestreo y en diferente horario con el fin de homogenizar la oportunidad de conseguir la mejor geometría satelital y con el GPS disponible minimizar el error debido a la calidad de la señal y al equipo utilizado para tal fin, como resultado se obtuvieron las lecturas consignadas en el Cuadro 8 de los anexos.

De acuerdo a las recomendaciones dadas para la evaluación de la calidad cartográfica, el error posicional o la exactitud cartográfica de un punto real ubicado en el terreno y materializado en campo, esta determinado por el umbral de exactitud y precisión en posición según la escala de captura, la cual en este caso fue 1:25000; a esta escala la exactitud mínima sobre el terreno en metros es de 12.5 m tanto por este método de evaluación como por el mencionado inicialmente el margen de error permitido se encontró comprendido en un rango bastante amplio entre 5 m y 12.5 m; las lecturas obtenidas durante el periodo de muestreo no sobrepasaron este limite.

Cuadro 8. Determinación del error planimétrico.

A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Punto	x	x			y	y			(dif en x) ² +	Error Posición (X,Y)
Código	(muestra)	(real)	dif en x	(dif en x) ²	(muestra)	(real)	dif in y	(dif en y) ²	(dif en y) ²	
c1	861463.778	861466.570	-2.792	7.795264	789212.228	789217.148	-4.92	24.2064	32.001664	5.66
c2	861465.226	861467.455	-2.229	4.968441	789215.184	789216.369	-1.185	1.404225	6.372666	2.52
c3	862313.345	862307.679	5.666	32.103556	791548.439	791541.436	7.003	49.042009	81.145565	9.01
c4	862308.425	862314.151	-5.726	32.787076	791541.102	791543.924	-2.822	7.963684	40.75076	6.38
c5	859449.344	859452.533	-3.189	10.169721	784484.267	784484.551	-0.284	0.080656	10.250377	3.20
c6	859452.950	859454.743	-1.793	3.214849	784482.947	784485.708	-2.761	7.623121	10.83797	3.29
c7	859528.373	859523.464	4.909	24.098281	787919.612	787923.149	-3.537	12.510369	36.60865	6.05
c8	859524.466	859525.110	-0.644	0.414736	787918.133	787919.263	-1.13	1.2769	1.691636	1.30
c9	862074.244	862074.571	-0.327	0.106929	791104.545	791105.435	-0.89	0.7921	0.899029	0.95
c10	860343.643	860345.979	-2.336	5.456896	787402.472	787407.411	-4.939	24.393721	29.850617	5.46
c11	860346.517	860345.987	0.53	0.2809	787404.917	787406.688	-1.771	3.136441	3.417341	1.85
c12	859073.924	859064.334	9.59	91.9681	787606.896	787601.000	5.896	34.762816	126.730916	11.26
c13	859074.815	859075.607	-0.792	0.627264	787612.606	787611.891	0.715	0.511225	1.138489	1.07
c14	859442.344	859450.533	-8.189	67.059721	787610.606	787613.891	-3.285	10.791225	77.850946	8.82
c15	857947.462	857953.6796	-6.2174948	38.6572415	782461.222	782454.7153	6.5071314	42.3427585	81	9.00
c16	856762.086	856762.3007	-0.2143609	0.04595061	781979.324	781973.3274	5.9961696	35.9540494	36	6.00
c17	856697.133	856688.6061	8.5268804	72.7076897	782426.49	782433.4394	-6.9492669	48.2923103	121	11.00
c18	855907.52	855905.7818	1.7380816	3.02092772	781653.545	781658.2331	-4.6881843	21.9790722	24.99999994	5.00
c19	856693.133	856686.6061	6.5268804	42.600168	781977.324	781971.3274	5.9961696	35.9540494	78.55421741	8.86
c20	862071.240	862071.570	-0.33	0.1089	791101.540	791101.430	0.11	0.0121	0.121	0.35

Fuente: Informe Final Topografía, Cartografía y SIG del Convenio 238

4.3.2. Área Topografía

4.3.2.1 Determinación de las áreas del proyecto.

En general el área total del proyecto es de 12592 ha, las cuales enmarcan el área inicialmente delimitada por la información cartográfica suministrada, sin embargo se identificaron 1021 predios con un área de 11286 ha, los cuales son beneficiarios de la fuente hídrica, de estos 9363 ha, se encuentran cultivadas y 1923 ha sin cultivar, de estos predios son propietarios 715 usuarios.

4.3.2.2 Levantamiento de conducciones principales y secundarias.

El total de Canales localizados y levantados topográficamente fue de 37 para el sector de influencia de la corriente hídrica Río Neiva con una longitud total estimada en 529.39 Km, así mismo en el sector de influencia del cauce conductor de descoles, llamado Q. La Ciénaga se levantaron 14 canales con una longitud total estimada de 84.40 Km, para un total de 613.79 Km en el Cuadro 7, esta la lista completa de los canales levantados con sus longitudes y respectivas obras hidráulicas encontradas; adicionalmente se levantaron 5 cauces y zanjones utilizados para la conducción de descoles, Z. Chorrolindo, Z. Cordoncillo, Z. San Marcos, Z. Arenales y Z. El Silencio

Tanto el nombre de los canales como las obras encontradas se codificaron con el fin de localizarlos en los planos cartográficos.

4.3.2.3 Levantamiento topográfico de predios.

El trabajo de topografía también involucro el levantamiento de predios donde fuera necesario determinar su área dada la falta de información cartográfica o por la necesidad de actualizar la información existente y no consistente con la realidad, en especial en los predios de Empresas Comunitarias y/o Asociaciones Campesinas, que pasaron de una estructura de producción comunitaria a la individual. En total el área levantada fue de 1189 Ha.

4.3.3. Área SIG

4.3.3.1. Diseño de la base de datos.

- **Esquema Relacional**

Para implementar el sistema de información geográfica inicialmente se diseño una base de datos en donde se almaceno la información proveniente de las encuestas socioeconómicas y censo agropecuario realizada en el desarrollo del proyecto; el esquema relacional de la base de datos se observa en la Figura 26.

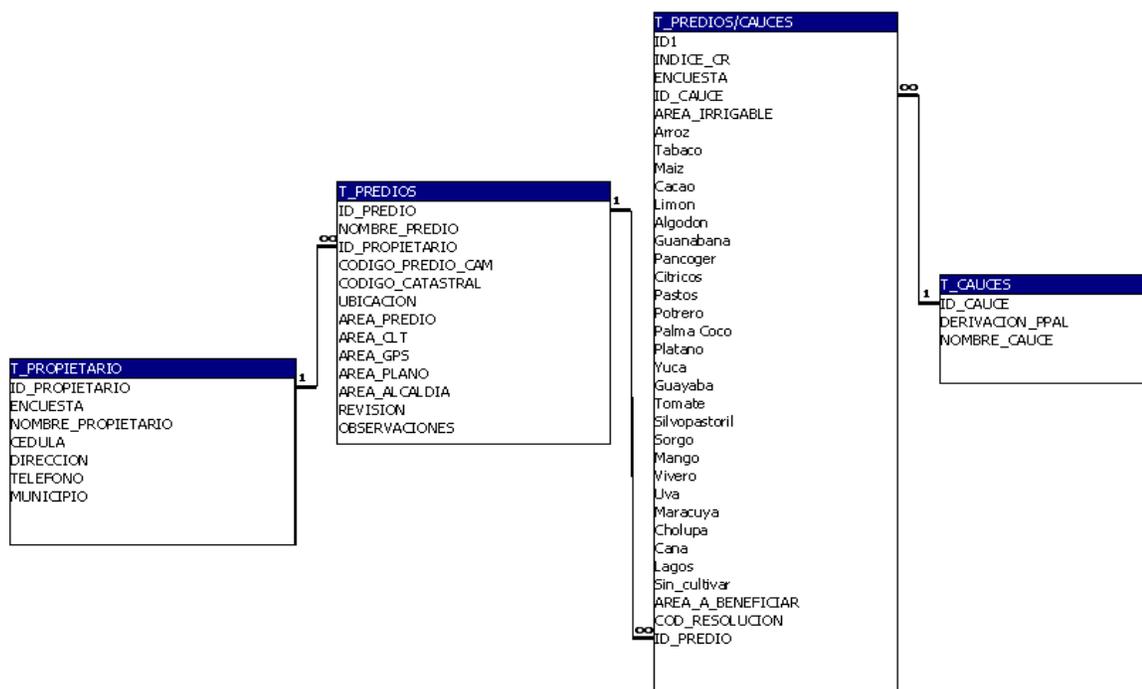


Figura 26. Esquema relacional de la base de datos

4.3.3.2. Documentación de la base de datos.

- **Tablas.** Se diseñaron 4 tablas principales: Tabla Predios, Tabla Propietarios, Tabla Cauces y Tabla Predios/Cauces a cada una se les asignaron sus respectivos campos de registro de datos; a continuación se describe de manera general la información contenida en los campos.

✓ **Tabla Predios**

	Nombre del campo	Tipo de datos	
🔑	ID_PREDIO	Número	Identificador - Clave Principal
	NOMBRE_PREDIO	Texto	Nombre del predio
	ID_PROPIETARIO	Número	Identificador asignado a cada propietario de predio
	CODIGO_PREDIO_CAM	Texto	Codigo asignado por la CAM a los predios con concesion de aguas
	CODIGO_CATASTRAL	Texto	Codigo Catastral del predio
	UBICACION	Texto	Ubicación Política del predio dentro del municipio
	AREA_PREDIO	Número	Area del predio reportada por el usuario en la encuesta
	AREA_CLT	Número	Area reportada en el certificado de libertad y tradicion del predio
	AREA_GPS	Número	Area obtenida mediante levantamiento GPS para los predios donde se realizo
	AREA_PLANO	Número	Area obtenida de planos suministrados por lo propietarios
	AREA_ALCALDIA	Número	Area obtenida de la base de datos de la Alcaldia del Mpio de Campoalegre
	REVISION	Memo	Casilla de Chequeo interno
	DESCOLES	Memo	Lugar hacia donde van los descoles de agua del predio
	OBSERVACIONES	Memo	Observaciones

✓ Tabla Propietario

	Nombre del campo	Tipo de datos	
?	ID_PROPIETARIO	Número	Identificador - Clave principal de la Tabla Propietarios
	ENCUESTA	Número	Numero consecutivo de la encuesta aplicada en el proyecto
	NOMBRE_PROPIETARIO	Texto	Nombre del propietario
	CEDULA	Número	Documento de identidad del propietario
	DIRECCION	Texto	Direccion residencia del propietario
▶	TELEFONO	Texto	Numero telefonico del propietario
	MUNICIPIO	Texto	Municipio donde reside el propietario

✓ Tabla Cauces

	Nombre del campo	Tipo de datos	
?	ID_CAUCE	Número	Identificador - Clave principal de la tabla cauces
	DERIVACION_PPAL	Texto	Nombre de la fuente principal del recurso hidrico
	NOMBRE_CAUCE	Texto	Nombre del cauce o canal conductor de aguas

✓ Tabla Predios/Cauces

	Nombre del campo	Tipo de datos	
	ID_CAUCE	Número	Identificador foraneo de la tabla cauce
	AREA_IRRIGABLE	Número	Area total del predio beneficiada con riego
	Arroz	Número	Area total cultivada con arroz
	Tabaco	Número	Area total cultivada con Tabaco
	Maiz	Número	Area total cultivada con Maiz
	Cacao	Número	Area total cultivada con Cacao
	Limon	Número	Area total cultivada con Limon
	Algodon	Número	Area total cultivada con Algodon
	Guanabana	Número	Area total cultivada con Guanabana
	Pancoger	Número	Area total cultivada con Pancoger
	Citricos	Número	Area total cultivada con Citricos
	Pastos	Número	Area total cultivada con Pastos
	Potrero	Número	Area total cultivada con Potrero
	Palma Coco	Número	Area total cultivada con Palma Coco
	Platano	Número	Area total cultivada con Platano
	Yuca	Número	Area total cultivada con Yuca
	Guayaba	Número	Area total cultivada con Guayaba
	Tomate	Número	Area total cultivada con Tomate
	Silvopastoril	Número	Area total cultivada con Silvopastoril
	Sorgo	Número	Area total cultivada con Sorgo
	Mango	Número	Area total cultivada con Mango
	Vivero	Número	Area total cultivada con Vivero
	Uva	Número	Area total cultivada con Uva
▶	Maracuya	Número	Area total cultivada con Maracuya
	Cholupa	Número	Area total cultivada con Cholupa
	Cana	Número	Area total cultivada con Cana
	Lagos	Número	Area total utilizada para Lagos
	Sin_cultivar	Número	Area total sin cultivar
	AREA A BENEFICIAR	Número	Area total a beneficiar por el riego.

- **Formularios.** Los formularios permiten mostrar al mismo tiempo en la pantalla campos procedentes de distintas tablas relacionadas de forma que resulte mucho más sencillo trabajar con ellas. Al mismo tiempo se puede hacer que no aparezcan determinados campos que no representan importancia durante el momento de consultar la información; además con los formularios diseñados se le dio una apariencia más agradable a la presentación de los datos que hace que el trabajo con ellos sea más cómodo, permitiendo insertar datos, modificarlos o eliminar algún registro.

Con el fin de mejorar la apariencia y presentación de los datos almacenados en la base de datos se diseñaron los siguientes formularios:

- ✓ **Formulario PRINCIPAL:** Es la ventana de acceso principal a la información este contiene los enlaces directos a toda la información almacenada en la base de datos.



Figura 27. Formulario principal

- ✓ **Formulario CONSULTAR PROPIETARIOS:** Este formulario contiene toda la información de los usuarios del proyecto, el modo consulta solo permite visualizar los datos, impidiendo a usuarios no autorizados la modificación de la misma; la información de este formulario se concentra en tres grandes bloques: Información personal del propietario; información predial la cual incluye los datos generales del predio, áreas, cultivos y canales que se utilizan para conducir el agua hasta el lote y finalmente el bloque de Caudal concesionado, en donde se visualiza la información de caudal concesionado para cada cultivo reportado por el usuario.

CONSULTAR INFORMACION DE USUARIOS

INFORMACION PERSONAL

ID_PROPIETARIO

NOMBRE PROPIETARIO

CEDULA DIRECCION

TELEFONO MUNICIPIO

Caudal concesionado del predio por canal para el cultivo establecido en Litros/Seg

Arroz Platano Lagos

Tabaco Yuca

Maiz Guayaba

Totales LPS **Porcentaje del Caudal Base** %

PREDIOS

ID_PREDIO	NOMBRE DEL PREDIO	CODIGO DE PREDIO CAM	CODIGO CATASTRAL	
52	LA CASA	172100033501	00-00-0008-0043-000	VE
915	CANEYES No 8	170400012501	00-00-0011-0091-000	LL

Registro: 1 de 2

CAUCES

CAUCES	AREA IRRIGABLE	Arroz	Tabaco
110, RIO NEIVA, SAN RAFAEL	1	1	0
110, RIO NEIVA, SAN RAFAEL	3	3	0

Registro: 1 de 2

Figura 28. Formulario Consultar Propietario

- ✓ **Formulario EDITAR DATOS:** Este formulario permite la edición de los datos almacenados en la base de datos, solo para usuarios autorizados, se pueden ingresar nuevos propietarios, información predial, información de los cauces y los cultivos y adicionalmente se puede ingresar a un modulo que edita los módulos de riego.

EDITAR INFORMACION DE USUARIOS

INFORMACION PERSONAL

ID_PROPIETARIO IMPORTANTE! El último numero de ID_PROPIETARIO ingresado fue:

NOMBRE PROPIETARIO

CEDULA DIRECCION

TELEFONO MUNICIPIO

PREDIOS: IMPORTANTE! El último numero de ID_PREDIO ingresado fue:

ID_PREDIO	NOMBRE DEL PREDIO	CODIGO DE PREDIO CAM	CODIGO CATASTRAL	
151	PARAZAL No 1	174500050001	00-00-0011-0063-000	LLANC

Registro: 1 de 1

CAUCES Y CULTIVOS:

CAUCES	AREA IRRIGABLE	Arroz	Tabaco
115, RIO NEIVA, PROVIDENCIA	9	9	0
*	0	0	0

Registro: 1 de 1

Figura 29. Formulario Editar Datos

- ✓ **Formulario INGRESAR NUEVO CAUCE:** Este formulario permite el acceso al usuario autorizado para ingresar nuevos canales o cauces utilizados para conducir el recurso hídrico desde la derivación principal hasta los predios beneficiados.

Este es el formato de ingreso de nuevo cauce en el Distrito de Riego, el Identificador del nuevo cauce es el número: 215

Ingrese este número en la casilla "IDENTIFICADOR DEL CAUCE".

IDENTIFICADOR DEL CAUCE
214

NOMBRE DEL CAUCE CONDUCTOR
CIENAGA - LAS BURRAS

NOMBRE DE LA DERIVACION PRINCIPAL
RIO NEIVA

Botones: Agregar nuevo Cauce, Eliminar Cauce, ? (Ayuda), ↺ (Actualizar)

Figura 30. Formulario Ingresar Nuevo Cauce

- ✓ **Formulario RESULTADOS:** El formulario Resultados es tal vez uno de los más importantes dentro de la estructuración del diseño de la base de datos, ya que provee una serie de datos consolidados provenientes de diferentes consultas internas, permitiendo el análisis de la información desde diferentes puntos de vista, consta de 5 módulos diferentes de resultados agrupados en información parcial de Rio Neiva, La Ciénaga, Quebradas, Zanjonés y para el caso especial de Los Rosales, además se puede consultar los Resultados Generales del proyecto.

RESULTADOS

RESULTADOS GENERALES

DERIVACION RIO NEIVA

RESULTADOS PARCIALES DE RIO NEIVA

DERIVACION DESCOLES

RESULTADOS PARCIALES DE LA CIENAGA

RESULTADOS PARCIALES DE QUEBRADAS

RESULTADOS PARCIALES DE ZANJONES

RESULTADOS PARCIALES DE LOS ROSALES

Figura 31. Formulario Resultados

En el modulo Resultados Generales se encuentra consignada la información total del numero de propietarios y predios identificados en el área del proyecto.

RESULTADOS GENERALES

NUMERO TOTAL DE USUARIOS= 715

NUMERO TOTAL DE PREDIOS= 1021

VER AREAS ----->>

VER CAUDALES ----->>

Figura 32. Formulario Resultados Generales

En el subformulario Áreas, se presentan el Resultado General de Áreas del proyecto, discriminado en las áreas irrigadas por cada canal de conducción y para cada cultivo identificado en la zona, así como también el total de área cultivada y sin cultivar.

El siguiente subformulario Resultado general de Caudales presenta la información correspondiente a los caudales requeridos por predios y caudal concesionado así como el total de caudal requerido y concesionado que será conducido por cada canal.

RESULTADO GENERAL DE CAUDALES

CAUDALES REQUERIDOS POR PREDIOS

NOMBRE PROPIETARIO	NOMBRE DEL PREDIO	CAUDAL (Litros/Seg)	ALBA LUZ VEGA	ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ALBADAN	ARCADIO M
ABEL VARGAS DURAN	CANEYES No 8	12.6				#_Nombre?
ABEL VARGAS DURAN	LA CASA	7.2				#_Nombre?
ABELARDO SANCHEZ	LOTE PLANADAS DOS	21.6				#_Nombre?
ABELINA PASTRANA	LA RESERVA	8.1				#_Nombre?

CAUDAL CONCESIONADO POR PREDIOS

NOMBRE PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	CAUDAL (LPS)	% CAUDAL BASE
ABEL VARGAS DURAN	CANEYES No 8	8.22	0.095
ABEL VARGAS DURAN	LA CASA	4.69	0.054
ABELARDO SANCHEZ	LOTE PLANADAS DOS	14.09	0.162
ABELINA PASTRANA	LA RESERVA	5.28	0.061
ADAN CORDOBA SANCHEZ Y OTROS	ASILO NUEVO No. 6	9.39	0.108

CAUDALES REQUERIDOS POR CANAL

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR: ALBA LUZ VEGA

CAUDAL (LPS): 2.25

TOTAL CAUDAL REQUERIDO EN EL DISTRITO: 16537.75034 LPS

Registro: 1 de 58

CAUDALES CONCESIONADOS POR CANAL

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR: ALBA LUZ VEGA

CAUDAL (PLS): 1.47

TOTAL CAUDAL CONCESIONADO EN EL DISTRITO: 10784.91 LPS

Registro: 1 de 58

STOP

Figura 33. Formulario Resultado General de Caudales

En el formulario Resultados parciales de Río Neiva, se muestra la información correspondiente a los usuarios, predios, área regable (Ha), caudal concesionado (L/S) y cultivos (Ha) pertenecientes al área de influencia de la corriente hídrica principal Río Neiva.

RESULTADOS PARCIALES DE RIO NEIVA

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
ALBA LUZ VEGA	JOSE MILTON TOQUICA Y ALBA LUZ VEGA
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ADRIANA MARIA Y MAYERLY GARZOI
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ELIECER SALAZAR
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	JOSE MILTON TOQUICA Y ALBA LUZ VEGA

TOTAL USUARIOS: 576

NOTA: El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

Figura 34. Formulario Resultados Parciales de Río Neiva

Los formularios siguientes: Resultados parciales de la Ciénaga, Quebradas y Zanjonés, presentan la misma información parcial anteriormente mencionada para cada una de sus correspondientes áreas de influencia

RESULTADOS PARCIALES DE LA CIENAGA

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
CIENAGA - AUCOR	ABELARDO SANCHEZ
CIENAGA - AUCOR	ADELA DURAN
CIENAGA - AUCOR	ANA LUCIA ESCOBAR ROJAS
CIENAGA - AUCOR	ANGELICA MARIA GALINDO POLANIA Y JOSE L

TOTAL USUARIOS: 129

NOTA: El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

Figura 35. Formulario Resultados Parciales de la Ciénaga

RESULTADOS PARCIALES DE QUEBRADAS

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
<input checked="" type="checkbox"/> Q. EL PIÑUELO	ARTURO ALVAREZ CUELLAR
<input type="checkbox"/> Q. SANTIAGO	AIDA MERY MOTTA (GUILLERMO FALLA MOTT.
<input type="checkbox"/> Q. SANTIAGO	JUAN DE DIOS NAÑEZ CARVAJAL
TOTAL <input type="text" value="3"/>	

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

Figura 36. Formulario Resultados Parciales de Quebradas

RESULTADOS PARCIALES DE ZANJONES

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
<input checked="" type="checkbox"/> Z. ARENALES	COMPAÑIA AGRICOLA DIAZ S.A
<input type="checkbox"/> Z. ARENALES	HERNAN ESCOBAR ROJAS
<input type="checkbox"/> Z. ARENALES	JORGE ELIECER ANDRADE SANTOS
<input type="checkbox"/> Z. ARENALES	MARITZA SANCHEZ MACIAS
TOTAL USUARIOS: <input type="text" value="52"/>	

NOTA: El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

Figura 37. Formulario Resultados Parciales de Zanjonnes

El formulario Resultados parciales de los Rosales, corresponde a una información específica dada para 18 predios localizados en la zona con el nombre en mención, en este caso la información visualizada

corresponde al total de usuarios y numero de predios involucrados en el área designada, total área regable y caudal, y total área por cultivo.

RESULTADOS PARCIALES DE LOS ROSALES

TOTAL USUARIOS Y NUMERO DE PREDIOS DE LOS ROSALES TOTAL AREA REGABLE Y CAUDAL TOTAL AREA POR CULTIVO (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
EL TUNEL	ÁLCIDES CASTRO FORDAN
EL TUNEL	DANIEL HINESTROSA GUZMAN
EL TUNEL	DORCEY MUÑOZ DIAZ
EL TUNEL	ELADIO MORENO SUAREZ
EL TUNEL	FULVIO ERNESTO JAVELA PEREZ

TOTAL: **16**

NUMERO PREDIOS LOS ROSALES

TOTAL: **18**

Figura 38. Formulario Resultados Parciales de los Rosales

- Consultas. Una de las principales utilidades de una base de datos consiste en la posibilidad de realizar consultas específicas de la información almacenada en diferentes tablas, ya que al estar relacionadas entre si se pueden realizar consultas cruzadas, proveyendo posibilidades variadas para la creación de informes.

El propósito final del estudio es la identificación de los usuarios, la determinación de las áreas individuales de predios, cultivos y áreas por cultivo y el cálculo del volumen de agua concesionado para cada predio, para generar este informe se creo una consulta cruzada que arroja toda la información compilada en la base de datos, organizada de tal forma que se pueda consultar por nombre de propietario, los predios de los cuales es dueño, las áreas de los predios, área cultivada, área por cultivo, área sin cultivar, canales utilizados para irrigar el predio, áreas irrigadas por canal y finalmente lo más importante caudal concesionado para cada predio; estas tablas y su información detallada se pueden consultar en el informe final: Estudios topografía, cartografía y SIG, que se encuentra en la oficina de la dirección del Convenio 238, en la Universidad Surcolombiana.

4.3.3.3. Sistema de información geográfica – SIG.

Existen una serie de conceptos necesarios para comprender el funcionamiento de la aplicación y de la metodología de trabajo que se definen a continuación.

- Estructuración de la información y modelo de datos. En general se entiende por modelo de datos al conjunto de información que define las tablas en que se va a almacenar la información, así como las relaciones existentes entre ellas y el resto de características que permiten conocer exhaustivamente la estructura de la información que se va a almacenar. En el caso de los proyectos de información geográfica esta definición sigue siendo válida si bien es necesario ampliarla, puesto que no basta con describir la forma de estructurar la información alfanumérica sino también la gráfica.

Por lo tanto el modelo de datos de un proyecto es el conjunto de información en el que se describen tanto los contenidos del proyecto, como la forma de estructurarlos para que sea factible su manejo en formato digital. Un modelo de datos de un proyecto de información espacial comprende tanto información sobre las tablas y sus relaciones, como sobre los elementos gráficos que lo componen, especificando cómo se van a representar geoméricamente cada una de las entidades y cómo se van a agrupar en distintas capas.

- ✓ **Componente grafico.** Como elemento constitutivo del sistema de información geográfico, el componente gráfico cumple un propósito integrador de información como medio de análisis y canal para el flujo bidireccional de información, puesto que con las herramientas adecuadas genera y estructura informes gráficos que dan cuenta de la información recopilada y de los análisis e interacciones que con ella se realicen.

En el proceso de diseño del sistema, el componente gráfico fue dividido en tres grandes secciones: Cartografía Base IGAC, Cartografía Base Predial RN238 y Cartografía Red de Distribución y Conducción.

Cartografía Base IGAC: Como elemento fundamental para la ubicación espacial del proyecto dentro del entorno geográfico de la zona, se integro al sistema la información digital de las planchas cartográficas IGAC suministradas por la CAM, esta información paso por el proceso de normalización y verificación de calidad anteriormente mencionado, se realizaron comprobaciones y actualizaciones de campo, dentro de estas las principales correspondieron al levantamiento topográfico de las márgenes izquierda y derecha del Río Neiva y levantamiento del eje principal de

la Quebrada La Ciénaga, puesto que la información proveniente del IGAC, correspondía a la restitución fotográfica realizada con fotografías aéreas de los años 1989, 1990 y 1991; por ser una información no real de las circunstancias actuales a nivel espacial y por los requerimientos específicos para el desarrollo del proyecto, los cuales exigían la precisa ubicación geográfica actualizada de los puntos de bocatoma de los canales y ubicación de predios que a través de los años han sido afectados por las variaciones hidrológicas del cauce del Río Neiva.

Cartografía Base Predial RN238: La cartografía predial se componen de todos los predios identificados dentro del área de influencia del proyecto, se realizó la digitalización de las planchas catastrales rurales suministradas por el IGAC, se actualizó información a través de planos suministrados por los propietarios y levantamientos topográficos, es importante anotar que se realizó una búsqueda exhaustiva de información con el fin de realizar una actualización predial completa, sin embargo quedaron algunos predios los cuales fue imposible identificarlos y localizarlos geográficamente por carecer de la información predial suministrada por el usuario. (En la Figura 27 se muestra un bosquejo de la cartografía predial; el plano a escala y los detalles se encuentran en las oficinas de la CAM sede Neiva.)

Cartografía Red de Conducción y Distribución: Mediante el levantamiento topográfico de los canales de conducción y distribución y la identificación de las obras hidráulicas presentes se integro toda la información de la Red de conducción y distribución, compuesta por todos los canales y obras hidráulicas, en este punto es importante mencionar que se realizó el diseño de layers en ArcMAP, que ofrecieran una interfaz gráfica amable para el usuario, con Etiquetas inteligentes y convenciones gráficas a color para realizar una lectura e interpretación rápida de los planos cartográficos. (En la Figura 28 se muestra un bosquejo de la red de conducción y distribución; el plano a escala y los detalles se encuentran en las oficinas de la CAM sede Neiva)

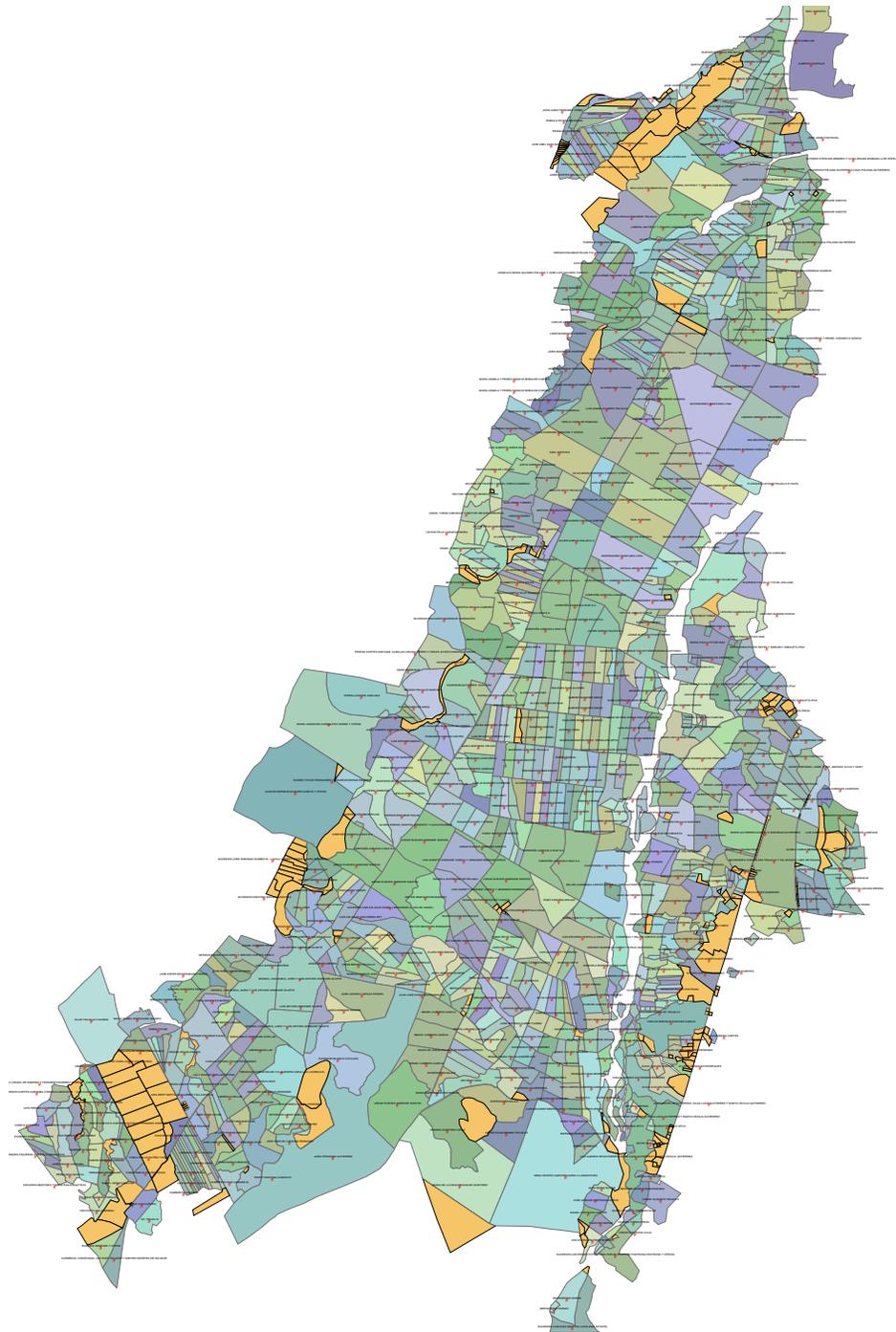


Figura 39. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto

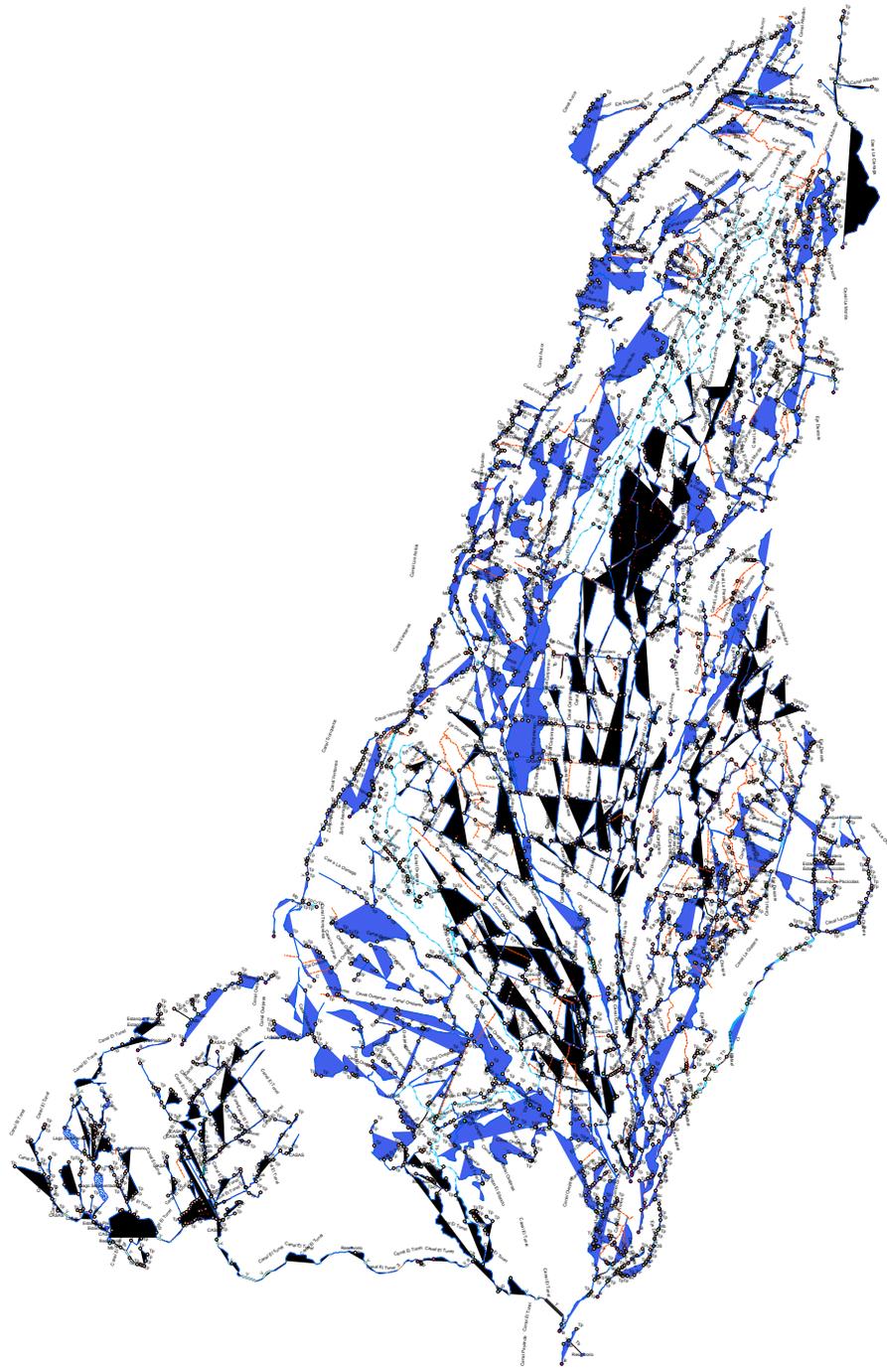


Figura 40. Red de conducción de canales de riego

- ✓ **Componente tabular.** En lo referente al componente tabular, el cual se refiere a toda la información almacenada en las tablas externas que componen la base de datos y las tablas de atributos de los componentes gráficos dentro del SIG, cabe notar que se generó un campo nuevo dentro de la tabla general de atributos internos para las entidades poligonales, este campo contiene el identificador único predial el cual debe ser idéntico a su par dentro de las tablas en la base de datos.

Para asignar los identificadores prediales a los polígonos se tuvo en cuenta su correlación con la información suministrada por los usuarios e identificación gráfica con respecto a su ubicación espacial dentro del área del proyecto. Una vez generados los identificadores prediales de cada uno de los polígonos dentro del sistema de información geográfico, se procedió a realizar los vínculos relacionales con las tablas de atributos externas y así generar el puente integrador de información.

Para realizar este proceso de integración se utilizaron las opciones JOIN y RELATE del modulo ArcMAP.

- ✓ **Estructura de carpetas y archivos.** Se diseñó en ArcCatalog la siguiente estructura de carpetas para contener la información gráfica y tabular.

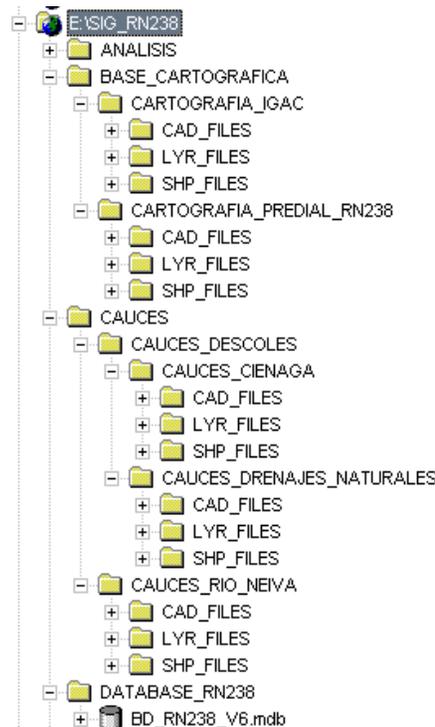


Figura 41. Estructura de carpetas y archivos

- **Documentación de las entidades – metadatos.** Los metadatos son una pieza fundamental para compartir información. La documentación es necesaria para conocer la validez, confiabilidad, detalle, escala(s), procedimientos, personas contacto, entre otros.

La organización y documentación de los metadatos se realiza mediante el modulo Metadata tab, en ArcCatalogo, el cual muestra los metadatos de cada capa de información que contenga este tipo de documentación.

ArcCatalog utiliza los estándares establecidos por el Federal Geographic Data Comité (FGDC) para la documentación de datos geográficos.

En el caso del proyecto se ingreso la información disponible para cada uno de los metadatos componentes del proyecto, en la figura 30, se aprecia la información correspondiente al conjunto de metadatos de la Base Cartográfica Predial RN238.

PREDIAL_RN238
Shapefile

Description	Spatial	Attributes
<p>Keywords Theme: Predios Place: Campoalegre - Huila</p> <p>Description Abstract Cartografia Predial del Proyecto RN238</p> <p>Purpose Identificar los predios beneficiados por el proyecto RN238</p> <hr/> <p>Status of the data</p> <p>Time period for which the data is relevant</p> <p>Publication Information <i>Who created the data:</i> Convenio Interinstitucional No. 238 : Universidad Surcolombiana - CAM <i>Date and time:</i> Febrero/2007 at time Unknown <i>Publisher and place:</i> Universidad Surcolombiana, Neiva - Huila Data storage and access information</p> <p>Details about this document Contents last updated: 20070401 at time 08353100</p> <p>Who completed this document Facultad de Ingenieria UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA <i>REQUIRED: The mailing and/or physical address for the organization or individual.:</i> REQUIRED: The city of the address., REQUIRED: The state or province of the address. REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.</p> <p>REQUIRED: The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.</p> <p>Standards used to create this document <i>Standard name:</i> FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata <i>Standard version:</i> FGDC-STD-001-1998 <i>Time convention used in this document:</i> local time Metadata profiles defining additional information</p> <ul style="list-style-type: none"> • ESRI Metadata Profile: http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html 		

Figura 42. Metadatos de la base cartográfica predial RN 238

5. CONCLUSIONES

- El PCaudal V1.1 representa una importante ayuda en el campo del diseño de estructuras hidráulicas, ofreciendo al diseñador una solución rápida y sencilla con resultados avanzados en formato de texto y dibujo.
- En la zona de Río Neiva es común encontrar captaciones tipo fusible por la variabilidad y torrencialidad del cauce, razón por la cual para el diseño de las bocatomas se planteó una alternativa diferente unificando tres obras hidráulicas que garantizan la proporción de caudal y la estabilidad de la estructura, ubicándolas a una distancia prudente de la corriente principal y fusionando estructuras de control, aforo y mantenimiento; BTTipo V1.0 unifica esas metodologías mediante una interface intuitiva y de fácil manipulación para una solución viable.
- Los sitios para el diseño de los partidores de caudal se seleccionaron en común acuerdo con los usuarios. El diagnóstico mostro obras artesanales (sacos de arena) sin especificaciones técnicas a excepción del sitio La Ye del Túnel y La Macarena de Providencia donde se observaron estructuras rusticas en concreto. Con los softwars diseñados para estos fines específicos (PCaudal V1.1), se llevaron a cabo los diseños de cinco partidores de caudal que dividen desde dos hasta cuatro caudales, con longitudes desde 4.0 m hasta 6.87 m y con caudales de 0.395 hasta 0.981 m³/s, estructuras que se construirán en concreto reforzado garantizando utilidad y durabilidad.
- El distrito de riego Río Neiva no posee obras de captación permanente, la captación actualmente se realiza por medio de trinchos y el apilado de materiales de la zona: rocas, ramas, madera y arena del mismo río; desconociendo el caudal que se va a captar para cubrir las necesidades de riego. El software BTTipo V1.0 del Convenio 238, permitió el diseño de 5 bocatomas tipo para las necesidades de los usuarios en el rango de caudales de 0.192 a 1.146 m³/s.
- El área irrigada corresponde a 11286 ha que beneficia a 715 usuarios con 1021 predios.
- El numero de canales localizados y levantados topográficamente fue de 37 para el sector de influencia de la corriente hídrica Río Neiva con una longitud de 529.39 Km; así mismo en el sector de influencia del cauce conductor de descoles La Ciénaga, se levantaron 14 canales con una longitud estimada de 84.40 Km para un total de 613.79 Km.

6. RECOMENDACIONES

- Con el propósito de disminuir los conflictos sociales es importante la construcción de estructuras hidráulicas de control y distribución que permitan a los usuarios la tranquilidad de contar con el caudal concesionado, atendiendo la programación concertada.
- Los Programas se desarrollaron a partir de las necesidades concretas del distrito de riego del Rio Neiva, sin embargo se obtuvieron softwares para diseños tipo, razón por la cual pueden ser aplicados en cualquier distrito de riego donde se requieran dichas estructuras.
- Los Programas a pesar de su facilidad de manejo, debe tenerse un mínimo de conocimiento respecto al tema de las estructuras hidráulicas, para tener criterios técnicos de diseño claros a la hora de ingresar la información solicitada en los formularios.
- Los planos que proyectan los Programas que se diseñaron sirven como base para cuantificar costos y como soporte para la construcción; sin embargo estos pueden ser modificados a criterio del diseñador y a las condiciones naturales donde se ubicaran las obras.
- Los Programas se acompañan de documentos de ayuda, con el propósito de guiar al usuario en el diseño, explicar el funcionamiento del software, describir sus partes y poner al descubierto la metodología empleada. El acceso al tutorial multimedia se realiza directamente en el link incluido en el Cd instalador y una vez instalado el programa puede presionar la tecla F1 en cualquier momento para invocar las ayudas referenciadas.
- Se recomienda tener previamente instalado el Autocad 2004 para complementar la ejecución de los programas. Los softwares no necesitan mucho espacio libre para alojar sus registros, sin embargo se debe tener en cuenta algunos requisitos mínimos del sistema: procesador Intel Pentium a 233 MHz o mas rápido, 128 MB de RAM como mínimo, Windows 2000 o superiores incluido el vista.

BIBLIOGRAFÍA

- AZEVEDO NETTO, J.M. y ACOSTA ALVAREZ, Guillermo. Manual de Hidráulica. Ed. HARLA México 1976. Pág. 1 – 546
- BARRERO U. Johan F. Elaboración de software para diseñar y evaluar secciones de canales y canaletas parshall en proyectos de irrigación. Caso: Distrito de riego Rio Neiva, Municipio de Campoalegre, Departamento del Huila. Neiva 2007. Trabajo de grado. Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.
- BUSTOS R. Jesús Andrés. MONTIEL O. Harold Desarrollo de un software para diseño y evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión, modalidad microaspersión. Neiva 2004. Universidad Surcolombiana. Programa de Ingeniería Agrícola.
- CARCAMO S., José. Programación de computadores. Bucaramanga. 1998. Escuela de Ingeniería de Sistemas Universidad Industrial de Santander. 272 p.
- CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos – Teoría y Diseño. Ed. Universidad de Medellín. Medellín 1993. Pág. 1 - 587
- KOLMAN, Bernard y otros. Estructuras de matemáticas discretas para la computación. México. 1996. Prentice – Hall hispanoamericana S.A. 524 p
- LÓPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillado. Bogotá D.C. 1993. Pág. 15 – 355
- MARTÍNEZ R. Pedro N. Elaboración de software para diseñar y evaluar desarenadores y tomas prediales tipo en proyectos de irrigación. Caso: Distrito de riego Rio Neiva, Municipio de Campoalegre, Departamento del Huila. Neiva 2007. Trabajo de grado. Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.
- MATERÓN, Hernán M. Obras Hidráulicas Rurales Ed. Universidad del Valle. Santiago de Cali 1997 Pág. 1-314
- WWW- LMNOeng.com (LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd)
- WWW.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx

ANEXOS

ANEXO A. TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de Descarga (Cd)

Carga h, m	Diámetro del orificio (cm)				
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
0.20	0.653	0.632	0.609	0.607	0.607
0.40	0.651	0.625	0.610	0.607	0.607
0.60	0.648	0.625	0.610	0.607	0.608
0.80	0.645	0.623	0.610	0.607	0.608
1.00	0.642	0.622	0.610	0.607	0.608
1.50	0.638	0.622	0.610	0.607	0.608
2.00	0.636	0.622	0.610	0.607	0.608
3.00	0.634	0.621	0.611	0.607	0.608
5.00	0.634	0.621	0.611	0.607	0.608
10.00	0.634	0.621	0.611	0.607	0.609

El valor medio generalmente utilizado en problemas prácticos: 0.61

Fuente: MANUAL DE HIDRAULICA, J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, HARLA – México, Página: 55, Tabla: 6-4.

Tabla 2. Coeficiente de Rugosidad de Manning

MATERIAL	COEFICIENTE (n)
Canal excavado limpio, terminado recientemente	0.018
Canal excavado limpio, con cierto uso	0.022
Canal excavado con musgo corto, poca hierba	0.027
Canal fondo de tierra y costado de piedra partida	0.03
Canal fondo de cantos rodados y costados limpios	0.04
Canal excavado con pala sin vegetación	0.028
Canal excavado con pala pocos arbustos en los bancos	0.05
Canal sin mantenimiento pastos densos, altos como la profundidad del flujo	0.08

Fuente: Freddy Hernán Corcho Romero y José Ignacio Duque Serna, "ACUEDUCTOS", Tabla 5.16, Página: 289

**ANEXO B. PLANOS DISEÑO ESTRUCTURAS
HIDRÁULICAS**

ANEXO C. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y
TUTORIALES CD

ANEXO D. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN EL
ÁREA DE ESTUDIO

El anexo D contiene dos cuadros que resumen las características de los suelos en la zona de estudio. El Cuadro 1, muestra la leyenda morfopedológica que acompaña al mapa de suelos; presenta en términos generales las diferentes características de cada una de las unidades cartográficas, así como los contenidos pedológicos de estas, al igual que el porcentaje de cobertura de cada unidad en el área del proyecto.

Las características físicas e hidrodinámicas se relacionan en el Cuadro 2. La clasificación textural muestra que el 56.7% de los suelos se consideran como medianos, es decir con predominio de suelos francos, franco arenosos o franco arcillosos; se consideran como livianos el 33.3%, son suelos arenosos o con predominio de esta fracción mineral y el 10% restante son pesados con mayor presencia de arcillas. Presentan diversidad de colores, los más oscuros se encuentran solo en los horizontes superficiales de los valles, vegas y terrazas más bajas debido al mayor contenido de materia orgánica y a la mayor humedad. Estos suelos descansan sobre estratos de colores más claros debido a la meteorización del material parental.

En general la densidad aparente es alta, debido a la compactación de los suelos y al daño de la estructura por el uso inadecuado de las prácticas de laboreo en áreas de cultivo, específicamente el arroz. En las zonas de piedemonte y lomerío es debido probablemente a los problemas de compactación por el pisoteo del ganado. La densidad aparente varía entre 1,26 a 1,56 gr/cm³. Respecto al nivel de agua aprovechable es bajo asociado a las texturas, al escaso desarrollo estructural y a los bajos niveles de materia orgánica y grado de compactación, niveles que coinciden con las altas densidades y baja porosidad de los suelos.

Los suelos que presentan valores de infiltración inferiores a 6.3 cm/hr se clasifican como muy lenta, lenta, moderadamente lenta, son suelos aptos para arroz porque mantienen la lámina de agua y el requerimiento hídrico es menor (83% de las 30 pruebas). La conductividad hidráulica se midió en campo por el método del pozo invertido; comparando la textura con los datos de conductividad hidráulica, se comprueba la influencia de la textura del suelo sobre la conductividad hidráulica; es así que a medida que las texturas son más gruesas, la conductividad es rápida a muy rápida y en los suelos donde predominan los materiales finos, las conductividades son más lentas.

En términos generales, los suelos del área del proyecto son muy superficiales el 67% de los perfiles descritos presentan profundidades efectivas menores de 15 cm, el 30% son superficiales, presentan profundidades entre 15 y 50 cm y el 10% restante presenta profundidades superiores a 50 cm, considerado como moderadamente profundos. Valores de resistencia a la penetración así lo muestran.

Cuadro 1. Fisiografía y Taxonomía de los Suelos en el Area del Proyecto.

UNIDAD CLIMATICA	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	CARACTERISTICA DE GEOFORMAS	UNIDAD CARTGRA Y SUS COMPONENTES TAXONOMICOS	CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS	Nº PERFIL	SIMB	FASES	AREA (Has)	(%)
CALIDO SECO Y MUY SECO	MONTAÑA	HOGBACK BARRAS Y ESCARPES	Areniscas, Areniscas tobáceas y arcillolitas	Escarpado a fuertemente escarpado, moderado a severamente erosionado	Grupo indiferenciado afloramientos rocosos Lithic Ustorthents	Muy superficiales con zonas sin suelo y afloramientos rocosos, baja fertilidad	3	MXE	g3	6.14	0.05
		FILAS Y VIGAS	Complejo igneo metamórfico (granito, neiss, granodioritas)	Moderadamente quebrado a fuertemente escarpado, moderada a severamente erosionado	Asociación Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Muy superficiales a superficiales de fertilidad moderada	5	MXF	f2	430.56	3.46
	PIEDEMONTE	GLACIS DE EROSION	Sedimentos coluvio aluviales, arcillosos y pedregosos	Plano a inclinado con sectores fuertemente inclinados, moderadamente erosionados	Asociación Typic Ustrophepts Fluventic Haplustolls	Moderadamente profundos a profundos, pedregosos, ligeramente ácidos, bien drenados de fertilidad moderada.	6 7 4, 8	PXA	b b2 c2	100.85 655.11 571.00	0.81 5.27 4.59
			Sedimentos finos	Plano a inclinado, ligera a severamente erosionado en las disecciones	Consociación Aquic Haplustalfs	Moderadamente profundos a profundos, bien a moderadamente drenados, ácidos y de fertilidad moderada	10	PXC	b	34.47	0.28
		COLINAS Y LOMAS	Tobas, areniscas tobáceas y conglomerados no consolidados	Ondulado a fuertemente quebrado, algunas zonas ligeramente onduladas y escarpadas y erosión moderada a muy severa	Asociación Lithic Ustorthents Typic Ustorthents	Superficiales a muy superficiales, bien a excesivamente drenados, pedregosos, neutros y de baja fertilidad.	11	PXE	d2	47.76	0.34
		ABANICOS Y CONOS ALUVIALES	Material detrítico de rocas volcánicas en matriz arcillosa	Plano a inclinado, con sectores fuertemente inclinados, ligera a moderadamente erosionados	Asociación Typic Haplustalfs Typic Ustorthents Lithic Haplustalfs	Superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, de fertilidad baja.	12, 28, 29	PXF	b	534.00	4.29
		VALLECITOS	Aluviones de variada granulometría	Plano a inclinado y sectores fuertemente inclinados, erosión moderada a severa	Complejo régim Ustifluvents Fluventic Haplustolls régim Ustrophepts	Superficiales a moderadamente profundos, ligeramente ácidos, de fertilidad alta.	9	PXL	a	185.75	1.49
		LOMERIO	COLINAS Y LOMAS	Areniscas con carbonatos o no y conglomerados	Ondulado a fuertemente quebrado y sectores escarpados, ligera a severamente erosionado	Asociación Entic Haplustolls Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Superficiales a muy superficiales, ligeramente ácidos, bien drenados, de fertilidad moderada	1, 2	LXA	e2	713.63
	VALLE	VEGAS	Aluviones de variada granulometría	Plano sujeto a las avenidas de los ríos	Complejo Tropic Fluvaquents Vertic Ustrophepts Fluventic Haplustolls	Superficiales y profundos, bien y pobremente drenados, fértiles, ligeramente ácidos a alcalinos	13,14,15, 24,25	VXC	a	3223.00	25.93
		TERRAZAS	Aluviones de variada granulometría y arcillosos	Plano a ligeramente inclinado, ligera a moderadamente erosionado	Asociación Typic Ustrophepts Typic Ustipsamments Tropic Fluvaquents	Superficiales a moderadamente profundos, arcillosos con gravilla, bien y pobremente drenados	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 30	VXD	a	5934.43	47.74

FUENTE: Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Campoalegre, 2005; Universidad Surcolombiana 2006.

Cuadro 2. Características Físicas e Hidrodinámicas de los Suelos del Área del Proyecto.

PAISAJE	UNIDAD	PERFIL MODAL	TEXTURA AL TACTO	COLOR	VELOCIDAD DE INFILTRACION (cm/hr)	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (m/dia)	RESISTENCIA A LA PENETRACION cm/35PSI	Da (gr/cm ³)	CC 0.3 Bar	PMP 15Bar
Montaña	MXEg3	3	FArA	10YR 3/3	0.49	0.17	16.4	1.43	26.4	15.52
	MXFf2	5	A - AF	10YR 3/4	1.03	4.85	11.0	1.35	28.41	15.47
Piedemonte	PXAb	6	AF	10YR 3/2	68.52	28.92	7.1	1.42	8.93	4.68
	PXAb2	7	FA	10YR 3/4	0.63	1.33	16.3	1.42	12.44	5.85
	PXAc2	4	AF	10YR 3/2	7.91	3.64	13.6			
		8	ArA	10YR 3/4	2.40	5.46	6.27	1.42	19.79	9.29
	PXCb	10	FA	10YR 3/3	0.32	0.30	2.7	1.47	16.04	7.32
	PXEd2	11	FA	10YR 3/3	0.04	0.04	22.4	1.26	33.73	24.57
	PXFb	12	ArL	10YR 3/1	1.03	0.10	55.0	1.40	38.82	32.45
		28	F	10YR 4/6	0.46	1.33	6.5			
		29	AF	10YR 3/2	3.63	16.13	6.5			
PXLa	9	FArA	10YR 4/3	1.82	0.65	15.2	1.41	18.48	10.71	
Lomerío	LXAe2	1	A	10YR 5/4	0.48	0.35	11.5	1.32	39.46	21.7
		2	FA	7.5YR 4/4	3.10	0.37	13.9	1.43	15.93	8.47
Valle	VXCa	13	Ar - ArL	7.5YR 3/2	0.16	0.12	29.6	1.56	35.06	30.18
		14	FArA	10YR 3/3	0.89	0.75	10.2	1.55	18.85	9.19
		15	FArA	10YR 5/4	2.05	0.14	30.0	1.46	40.54	32.68
		24	FA	10YR 3/2	7.48	0.45	6.5			
		25	A	10YR 6/4	30.98	13.42	6.5			
	VXDa	16	FA	10YR 3/3	2.52	0.38	17.0	1.47	23.08	11.18
		17	A	10YR 5/3	6.00	5.23	11.0	1.54	10.57	4.44
		18	AF	10YR 3/2	0.43	3.80	14.0	1.45	16.92	11.17
		19	FAr	10YR 3/2	0.35	0.06	46.0	1.47	31.28	28.49
		20	AF	10YR 4/2	0.04	0.14	16.0	1.43	28.89	24.02
		21	FA	10YR 3/3	1.66	4.73	6.5	1.43	27.89	15.3
		22	FArA	10YR 4/4	0.06	0.95	6.5			
		23	FAr	10YR 4/3	6.32	0.22	6.5			
		26	FAr	10YR 4/4	1.80	0.27	6.5			
27	F	10YR 3/6	5.08	0.32	7.0					
30	AF	10YR 5/4	1.64	0.42	13.0					

FUENTE: Universidad Surcolombiana 2006.