

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESTIMACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE CONSUMO DE AGUA, DE  
LOS USUARIOS DE LA QUEBRADA LA BERRONA, LOCALIZADA EN EL  
CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**RICHARD JOSÉ ORTEGA JUSTAVINO**

**4-762-2437**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPUBLICA DE PANAMÁ**

**2013**

**ESTIMACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE CONSUMO DE AGUA, DE LOS USUARIOS DE LA QUEBRADA LA BERRONA, LOCALIZADA EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO**

**PROF.ING. NOE AGUILAR**

\_\_\_\_\_  
**Director**

**PROF. ING CECILIO ESTRIBI**

\_\_\_\_\_  
**Miembro**

**PROF. ING SAMUEL LEZCANO**

\_\_\_\_\_  
**Miembro**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPUBLICA DE PANAMA  
2013**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente doy gracia a **DIOS**, que rige cada paso que damos y me otorgó la capacidad y entendimiento para finalizar mis estudios satisfactoriamente.

A mi **MADRE** que fue la que me dio ánimos de superación para afrontar cualquier obstáculo que se apareciera en el camino, también por su dedicación y tiempo otorgados y su paciencia.

A los administradores de cada una de las fincas que están incluidas en este estudio; al Señor **JULIO CHAVARRÍA**, Presidente de la Empresa Múltiple de Producción Agropecuaria **RODOLFO AGUILAR DELGADO**; al señor **MANUEL CABALLERO, EMERSON KIESWETTER** y al Señor **GILBERTO TEJEIRA**, Administradores de la Finca Icacó; al Señor **JAVIER CAMARGO** jefe del IDAAN, Corregimiento de Chiriquí por su tiempo y colaboración en la realización de este estudio.

A mis compañeros de clase y en especial a **MÁXIMO MORENO** y **VÍCTOR MORENO** por su colaboración en la realización de esta tesis.

Al profesor **NOÉ AGUILAR** por ser director de esta tesis, al profesor **SAMUEL LEZCANO** y al profesor **CECILIO ESTRIBÍ** por ser asesores de esta tesis.

A los **FUNCIONARIOS** de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que colaboraron a la realización de esta tesis.

*Richard José*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **Dios** por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi madre **Rosaura Justavino** por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis familiares y aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Finalmente a los Profesores que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

*Richard José*

## RESUMEN

### ESTIMACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE CONSUMO DE AGUA, DE LOS USUARIOS DE LA QUEBRADA LA BERRONA, LOCALIZADO EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

**Ortega Justavino, R J.2013.** Estimación de la demanda de consumo de agua, de los usuarios de la quebrada La Berrona, Localizado en el corregimiento de Chiriquí, provincia de Chiriquí. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias.142 pág.

El agua de la quebrada La Berrona abastece a las fincas EMPARAD , Icacó y la Facultad de Ciencias Agropecuarias; debido a la alta demanda que tienen los usuarios de esta quebrada en la época seca, los propietarios tiene que dragar la misma para aumentar su capacidad de conducción, y así abastecer a todos los usuarios. Además, la toma de la planta potabilizadora del IDAAN se encuentra aguas abajo de la bocatoma de La Berrona en el brazo del río Chiriquí, por lo que podría ver afectado, la producción de agua potable a la comunidad de Chiriquí. Para realizar esta investigación se realizaron inventarios agropecuarios y se utilizaron coeficientes de consumos de agua establecidos por el MINAE, 2004. Además, para conocer la capacidad de conducción de la quebrada realizaron aforos, también se instalaron medidores volumétricos para conocer el consumo real de los módulos pecuarios de la Universidad de Panamá, en este estudio incluimos los consumos de agua del IDAAN utilizando datos del Censo de Población y Vivienda de la Contraloría General de la República de Panamá. Por otro lado se obtuvieron datos de las bombas de extracción de agua ubicadas a lo largo de la quebrada. Para conocer el consumo de agua de los cultivo se aplicaron la metodología de evapotranspiración del tanque tipo "A", Blanney Criddle y de García- López. Para estimar la demanda de los cultivo en litros por segundo de cada finca bajo el sistema actual de explotación. Además, se calculó la demanda para las áreas potencialmente irrigables. La demanda total de todos los usuarios fue de 373.36 l/s y el consumo potencial de todos los usos tanto domiciliario, agrícola y pecuario fue de 1930.10 l/s. La oferta de 2.29 de m<sup>3</sup>/s en la bocatoma de la Berrona y en la parte media de la quebrada se estimó en 0.622 m<sup>3</sup>/s.

**Palabras claves:** Uso Consuntivo, evapotranspiración potencial, módulo de riego, demanda pecuaria de agua, aforos, quebrada La Berrona.

## ABSTRACT

### **ESTIMATING CONSUMER DEMAND AND SUPPLY OF WATER USERS OF LA BERRONA STREAM. LOCATED IN PRECINCT CHIRIQUI, CHIRIQUÍ PROVINCE.**

**Ortega Justavino, R J.2013.** Estimating Consumer Demand and Supply of Water Users of La Berrona stream. Located in Precinct Chiriquí, Chiriquí Province. University Of Panama, Faculty of Agricultural Sciences.142 Pág.

The water of La Berrona stream, EMPARAD farm supplies, Icaco and the Faculty of Agricultural Sciences, due to high demand users with this stream in the dry season, the owners have to dredge it to increase its capacity driving, thus supplying all users. In addition, making IDAAN treatment plant is downstream of the intake of La Berrona in Chiriqui River arm, so that could be affected, the production of drinking water to the community of Chiriqui. To do this research were conducted inventories and used agricultural water consumption coefficients established by MINAE, 2004. In addition, for driving ability of the creek were conducted appraisals, volumetric meters were also installed for actual consumption of livestock modules at the University of Panama, in this study include water consumption IDAAN using Census data Population and Housing of the Comptroller General of the Republic of Panama. Furthermore data was collected from the water extraction pumps located along the creek. For water consumption of crop evapotranspiration methodology applied Tank "A", Blanney Criddle and Garcia-Lopez. To estimate the growing demand in liters per second of each farm under the current system of exploitation. In addition, demand for calculus of potentially irrigable areas. The total demand of all users was 373.36 l / s and the potential consumption of both home all uses, agriculture and livestock was 1930.10 l / s. The offer of 2.29 m<sup>3</sup> / s at the intake of La Berrona and in the middle of the creek was estimated at 0.622 m<sup>3</sup> / s.

**Keywords: Consumptive Use, potential evapotranspiration, irrigation module, livestock water demand, gauging, stream La Berrona.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DEL TÍTULO.....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>vi</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Planteamiento del Problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Antecedentes y Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Objetivo .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1 Objetivo General.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.2 Objetivo Específico .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Hipótesis .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.1 Ha. (Alternativa):.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2 Ho. (Nula): .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Alcance y Limitaciones Estudio.....</b>	<b>7</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 El Ciclo Hidrológico.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 La Cultura Hídrica .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Usos Consuntivos y no consuntivos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Usuarios del Agua en Panamá.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.1 Usos del Agua para Consumos Doméstico.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.2 Usos Domésticos del agua en Áreas Urbanas .....</b>	<b>14</b>

2.4.3	Usos Domésticos del agua en Áreas Rurales .....	15
2.4.4	Usos Hidroeléctricos del agua en Panamá .....	16
2.4.5	Usos del Agua para Navegación .....	17
2.4.6	Usos Agropecuarios .....	17
2.4.7	Usos Industriales .....	18
2.5	Conflictos de Usos de Agua en Panamá.....	18
2.5.1	Tipos de Conflictos.....	19
2.6	Precipitación y Escorrentía en Panamá .....	19
2.7	Legislación Sobre el Agua en Panamá .....	20
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1	Materiales y Equipos .....	23
3.1.1	Equipo de Oficina.....	23
3.1.2	Equipo de Campo.....	23
3.1.3	Material Bibliográfico y Cartográfico .....	24
3.1.4	Servicios.....	24
3.1.5	Transporte.....	24
3.2	Metodología .....	24
3.2.1	Ubicación y Descripción del Área de Estudio .....	24
3.2.2	Procedimiento para Levantar la Información para el Estudio .....	27
3.2.3	Demanda de Agua para Uso Agrícola.....	28
3.2.4.	Cálculo de la Evaporación Potencial .....	29
3.2.4.1	La Evaporación Real.....	30
3.2.4.2	Métodos para Calcular la Evapotranspiración Potencial .....	30
3.2.4.2.1	Método del Tanque Tipo “A” .....	31

3.2.4.2.2	Método de Blanney-Criddle .....	32
3.2.4.2.3	Método de García- López .....	36
3.2.5	Demanda de Agua para Uso Pecuario .....	36
3.2.5.1	Demanda Teórica para Uso Pecuario .....	37
3.2.5.2	Uso de Medidores Volumétricos .....	38
3.2.6	Demanda De Agua para Uso Doméstico .....	39
3.2.7	Compendio de la Demanda Total de Agua en la Quebrada La Berrona .....	41
3.2.8	Calculo de la Capacidad de Conducción de la Quebrada La Berrona .	41
3.2.8.1	Aforo por Pendiente Hidráulica .....	41
3.2.8.2	Aforo del Vertedero Tipo compuerta con secciones rectangulares..	44
3.2.8.3	Aforos Instantáneos.....	45
3.2.9	Levantamiento del Perfil Topográfico y de Secciones Transversales .	45
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
4.1	Demanda de Agua para Uso Agrícola .....	47
4.2	Demanda de Agua para Uso Pecuario.....	53
4.3	Demanda de Agua para Uso Domiciliario .....	63
4.4	Compendio de la Demanda Total de los Usuarios de la Quebrada La Berrona.....	64
4.5	Capacidad de Conducción de la Quebrada La Berrona.....	70
4.5.1	Aforo del Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en Finca Icaco .....	74
4.5.2	Aforo del Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en la Compuerta 2 en Finca Icaco .....	75
4.6	Consumo de Electricidad.....	76

4.6.1 Aforo por el Método Directo de la Bomba de Extracción de Agua Ubicada en la Quebrada La Berrona .....	77
4.7 Levantamiento del Perfil Longitudinal de la Quebrada La Berrona .....	78
5. CONCLUSIONES.....	81
6. RECOMENDACIONES. ....	84
7. REFERENCIA .....	86
8. ANEXOS .....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO I</b>	<b>LEGISLACIÓN NACIONAL EN MATERIA DE AGUA.....</b>	<b>21</b>
<b>CUADRO II:</b>	<b>PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA ETP POR EL MÉTODO DE BLANNEY - CRIDDLE.....</b>	<b>35</b>
<b>CUADRO III:</b>	<b>MÉTODO DE BLANNEY - CRIDDLE MODIFICADO POR PHELAN PARA EL CÁLCULO DE LA ETP .....</b>	<b>35</b>
<b>CUADRO IV:</b>	<b>DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DEL TANQUE TIPO “A” .....</b>	<b>48</b>
<b>CUADRO V:</b>	<b>DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLE UTILIZANDO METODOLOGÍA DE ETP DEL TANQUE TIPO “A” .....</b>	<b>51</b>
<b>CUADRO VI:</b>	<b>CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE ENERO UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO .....</b>	<b>55</b>
<b>CUADRO VII:</b>	<b>CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE FEBRERO, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO .....</b>	<b>56</b>
<b>CUADRO VIII:</b>	<b>CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE MARZO, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO .....</b>	<b>57</b>
<b>CUADRO IX:</b>	<b>CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE ABRIL, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO .....</b>	<b>58</b>

<b>CUADRO X:</b>	<b>DEMANDA DE AGUA ESTIMADA EN LOS BEBEDEROS DE LOS MÓDULOS PECUARIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO XI:</b>	<b>CONSUMOS DE AGUA ESTIMADA EN LIMPIEZA DE LA ÁREA PORCINA, AVÍCOLA, CRÍA Y CEBA Y MATANZA EN AREA AVICOLA .....</b>	<b>62</b>
<b>CUADRO XII</b>	<b>DEMANDA DE AGUA DEL IDAAN. ....</b>	<b>64</b>
<b>CUADRO XIII:</b>	<b>DEMANDA DE AGUA DE LOS USUARIOS DE LA QUEBRADA LA BERRONA. ....</b>	<b>65</b>
<b>CUADRO XIV:</b>	<b>RESULTADOS DE LOS CONSUMOS DE AGUA DE LAS AREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLE PARA DIFERENTES CULTIVOS, Y PARA CONSUMOS PECUARIOS Y DOMÉSTICO.....</b>	<b>66</b>
<b>CUADRO XV:</b>	<b>COMPARACION ENTRE EL CONSUMO TEORICO Y CONSUMO REAL DE AGUA EN LAS AREAS PECUARIOS DE FACULTAD .....</b>	<b>69</b>
<b>CUADRO XVI:</b>	<b>FORMULARIO DEL CÁLCULO DE AFORO DE LA QUEBRADA LA BERRONA .....</b>	<b>71</b>
<b>CUADRO XVII:</b>	<b>RESULTADO DEL AFORÓ DE LA QUEBRADA LA BERRONA POR LA METODOLOGÍA DE MANNING EN LA BOCATOMA DE LA BERRONA.....</b>	<b>72</b>
<b>CUADRO XVIII:</b>	<b>RESULTADO DEL AFORO DE LA QUEBRADA LA BERRONA POR LA METODOLOGÍA DE MANNING EN BOMBA DE AGUA.....</b>	<b>73</b>
<b>CUADRO XIX:</b>	<b>CONSUMO DE ENERGÍA DEL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADO EN LA BERRONA KWH .....</b>	<b>76</b>
<b>CUADRO XX:</b>	<b>AFORO DEL TANQUE DE RESERVA DE LA FACULTAD ...</b>	<b>77</b>
<b>CUADRO XXI:</b>	<b>LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL DE LA QUEBRADA LA BERRONA.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

<b>FÍGURA 1</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LA QUEBRADA LA BERRONA.....</b>	<b>26</b>
<b>FÍGURA 2</b>	<b>MEDIDOR DE AGUA INSTALADO EN EL PROYECTO PECUARIA .....</b>	<b>37</b>
<b>FÍGURA 3</b>	<b>AFORÓ DE LA BOMBA DE EXTRACCIÓN DE AGUA UBICADA EN LA QUEBRADA LA BERRONA .....</b>	<b>39</b>
<b>FÍGURA 4</b>	<b>PLANTA POTABILIZADORA DEL IDAAN UBICADA EN EL CERRO LAS MUJERES EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ .....</b>	<b>40</b>
<b>FÍGURA 5</b>	<b>CASETA DE BOMBEO DE AGUA DEL IDAAN QUE SE UBICA EN EL BRAZO DEL RÍO CHIRIQUÍ.....</b>	<b>40</b>
<b>FÍGURA 6</b>	<b>PERFIL TRANSVERSAL DE LA BOCA TOMA DE LA BERRONA.....</b>	<b>43</b>
<b>FÍGURA 7</b>	<b>PERFIL TRANSVERSAL DE LA BERRONA MÁS ABAJO DE LA TOMA DE LA FACULTAD. ....</b>	<b>44</b>
<b>FÍGURA 8</b>	<b>Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares Ubicada Sobre la Quebrada La Berrona .....</b>	<b>74</b>
<b>FÍGURA 9</b>	<b>Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en la Compuerta 2 en Finca Icaco .....</b>	<b>75</b>
<b>FÍGURA 10</b>	<b>Mapa De Las Terrenos Que Cuenta La Facultad De Ciencias Agropecuarias.....</b>	<b>110</b>
<b>GRAFICA 1</b>	<b>PERFIL TRANSVERSAL DE LA QUEBRADA LA BERRONA DEL OK+00 AL 0K+960 INIACIAN EN ALCANTARILLA EN LA CARRETERA INTERAMERICANA.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	DOTACIONES DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO POBLACIONAL.....	91
ANEXO 2	POBLACIÓN SERVIDA POR EL IDAAN EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ .....	94
ANEXO 3	RESULTADOS DE LA EVAPORACIÓN POTENCIAL CALCULADOS POR LOS METODOS TANQUE TIPO A, BLANNEY-CRIDDLE, GARCÍA LÓPEZ.....	95
ANEXO 4	DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE GARCÍA - LÓPEZ.....	96
ANEXO 5	DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE BLANNEY - CRIDDLE.....	97
ANEXO 6	DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE GARCÍA- LÓPEZ.....	98
ANEXO 7	DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE BLANNEY-CRIDDLE.....	100
ANEXO 8	COEFICIENTE DE CONSUMO $K_c$ PARA DIFERENTES CULTIVOS.....	102
ANEXO 9	EFICIENCIA DEL RIEGO SEGUN LOS METODOS DE APLICACIÓN DE AGUA .....	103
ANEXO 10	PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS DE LUZ SOLAR CON RESPECTO AL TOTAL ANUAL HASTA 12° DE LATITUD NORTE.....	103
ANEXO 11	DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL TANQUE EVAPORÍMETRO EN MM/DÍA DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS .....	104

<b>ANEXO 12</b>	<b>DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA TEMPERATURA MEDIA EN °C DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 13</b>	<b>DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA HUMEDAD RELATIVA EN % DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 14</b>	<b>DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA PRECIPITACIÓN EN MM DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 15</b>	<b>VALORES DE n PARA SER USADOS EN LA FÓRMULA DE MANNING SUPERFICIE.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO 16</b>	<b>COEFICIENTE DEL TANQUE A (K), PARA DISTINTAS COBERTURAS DEL TERRENO, NIVEL DE HUMEDAD MEDIA Y VELOCIDAD TOTAL DEL VIENTO EN 24 HORAS.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO 17</b>	<b>FICHA TÉCNICA DE LA BOMBA UBICADA EN LA BERRONA .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO 18</b>	<b>CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES ...</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 19</b>	<b>INVENTARIO DEL MODULO LECHERO DE LA FACULTAD DE CIENCIASAGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013 .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO 20</b>	<b>INVENTARIO DEL MÓDULO AVICOLA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013 .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 21</b>	<b>INVENTARIO DEL MÓDULO PORCINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013 .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO 22</b>	<b>INVENTARIO DEL MODULO CAPRINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO 23</b>	<b>INVENTARIO EQUINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013.</b>	<b>117</b>

<b>ANEXO 24</b>	<b>INVENTARIO DEL MÓDULO DE CRÍA Y CEBA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013 .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO 25</b>	<b>INVENTARIO DEL MÓDULO DE CRÍA Y CEBA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013 .....</b>	<b>119</b>

## 1.INTRODUCCIÓN

El agua se recicla en el planeta consecuencia de la evaporación, producida por la energía solar, que se precipita en forma de lluvias y alimenta el caudal de los ríos que retornan a los cuerpos donde se evaporó el agua inicialmente. De este ciclo constante, el agua destinada al consumo humano y las actividades agropecuarias básicamente procede de la lluvia.

El agua es el recurso más importante; ya que las plantas, los animales y el ser humano dependemos de su existencia; pero las aguas dulces existentes, que pueden usarse de forma económicamente viable y sin generar grandes impactos negativos en el ambiente, son menores al 1% del agua total del planeta. Por otro lado, el crecimiento demográfico, el aumento de los regímenes de demanda y la contaminación del líquido han mermado el volumen per cápita disponible. Esta disminución de consumo de agua obliga a la sociedad, a la protección de los patrones de vida, y a aplicar criterios de conservación y de uso sustentable del agua.

De acuerdo con la Ley de Aguas en Panamá, **DECRETO LEY No.35 DE 22 DE SEPTIEMBRE DE 1966 sobre el USO DE LAS AGUAS** en su ARTICULO 16, establece que: “Se entiende por uso provechoso de aguas aquél que se ejerce en beneficio del concesionario y es racional y cónsono con el interés público y

social. El uso provechoso de aguas comprende entre otros aquellos usos para fines domésticos y de salud pública, agropecuarios, industriales, minas y energías, y los necesarios para la vida animal y fines de recreo”.

Del agua se puede tener usos consuntivos y no consuntivos; entre los primeros están el abastecimiento urbano, la agricultura, el pecuario y algunas industrias, y entre los segundos la producción de energía eléctrica, la refrigeración de plantas industriales y centrales energéticas, la acuicultura y los caudales con fines ambientales y paisajísticos.

La mayor parte del agua consumida por el hombre se destina a usos consuntivos, a la irrigación, al ganado y al uso doméstico. La agricultura emplea más del 70% del agua utilizada en el mundo (FAO, 2002) citado por. (Fernández, D; Martínez. et all). Esta baja eficiencia, convierte a la agricultura en el sector donde se pueden adoptar los mayores cambios tecnológicos que permitan compensar las mermas per cápita antes mencionadas

## **1.1 Planteamiento del Problema**

La quebrada conocida como “La Berrona” en el corregimiento de Chiriquí abastece de agua a las diferentes fincas que se encuentran en su recorrido, haciendo que estas aprovechen sus aguas para labores agrícolas, pecuarias y para las diferentes labores que realiza la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

La alta demanda que tienen los usuarios, y sobre todo en la época seca, donde la oferta es relativamente baja, esto provoca los problemas de abastecimiento, haciendo que los usuarios tengan que buscar alternativas para poder realizar sus actividades.

Durante todos los años, al inicio de la temporada seca los usuarios realizan limpieza en la captación hacia la quebrada del río Chiriquí, lo cual mantiene el flujo en esta época del año en la quebrada. Según el señor Tejeira<sup>1</sup>, todos los años la finca conocida como ICACO invierte más de B/1,500.00 en limpieza de la toma y parte del cauce, para así trasvasar más agua hacia la quebrada debido a que la demanda de agua es alta haciendo que la misma se seque en los meses más críticos del año, sino se realiza este proyecto (Presa, SA, 1980).

Actualmente han aumentado los usuarios que utilizan el agua y por consiguiente la demanda se incrementó. Los principales usuarios de esta quebrada son la Empresa Múltiple de Producción Agropecuaria Rodolfo Aguilar Delgado (EMPARAD) para el cultivo de sandía que se cultiva en la época seca, además, está el vivero de palma aceitera, la Facultad de Ciencias Agropecuarias la utiliza para labores pecuarias y la finca ICACO para el cultivo de arroz y sorgo. No está demás mencionar que el Instituto de Acueductos y Alcantarillados

---

<sup>1</sup> Tejeira, G.2013. Datos Generales de finca Icaco. (entrevista) Llano Icaco, David Chiriquí. Realizada el 20 de abril del 2013

Nacionales (IDAAN), tiene su toma en el brazo del río Chiriquí, aguas abajo de la entrada de esta quebrada y cualquier interrupción al cauce principal se podrían ver afectado el abastecimiento a corregimiento de Chiriquí.

Actualmente el problema ha aumentado con el funcionamiento del complejo hidroeléctrico (Prudencia y Lorena) por el desvío del los caudales del río Chiriquí, cuyo caudal turbinado del río Chiriquí descarga en el río Estí y es desviado por los proyectos hidroeléctricos Gualaca y Lorena , cuyo caudal que maneja estas centrales son de  $155 \text{ m}^3/\text{s}$  (LEME.2009), pero de este caudal solo  $125 \text{ m}^3/\text{s}$  no pasa por la bocatoma del brazo del río Chiriquí que abastece a la quebrada La Berrona, cabe mencionar que los resúmenes de caudales promedio mensuales de los años 1955-1986 del departamento de hidrometeorología de IREHE, registraron caudales promedio anual de  $131 \text{ m}^3/\text{s}$  en el río Chiriquí.

## **1.2 Antecedentes y Justificación**

La quebrada La Berrona es la principal fuente de abastecimiento de agua de las fincas aledañas a la misma. Estudios realizados por la empresa consultora Presa S, A., en los años 1980, reportan que durante los meses de la poca seca, la quebrada, disminuye su caudal teniendo los usuarios que buscar alternativas para abastecerse.

Es importante resaltar que el IDAAN utiliza las aguas del río Chiriquí, para abastecer a la población del Corregimiento Chiriquí cuya toma se localiza aguas abajo de la toma de la quebrada la Berrona. Además los desvíos del brazo del río Chiriquí para la construcción de hidroeléctricas, hace que este baje su flujo en la época seca, por otro lado el aumento del área regada durante el día en los meses de producción diciembre hasta abril.

Este incremento de la demanda ha traído conflictos legales que han surgido por la falta de agua y no legalización de la misma ya que solo una finca tiene ese requisito legal que es la finca Icaco. Por otro parte, las crecidas que tiene el río Chiriquí en la época seca debido a factores climáticos, obstaculizan la entrada del agua al canal, además las fuentes subterráneas que abastecían la Facultad de Ciencias Agropecuarias y que inicialmente eran tres pozos los que suplían la demanda de las fincas, presentaron problemas de agotamiento y por otro lado las descargas eléctricas afectaron las turbinas, razón por la cual la fuente superficiales son la única alternativa para poder abastecer la alta demanda de las fincas. Además, la Facultad de Ciencias Agropecuarias ha aumentado su capacidad de producción debido a los compromisos adquiridos con las cafeterías universitarias, para abastecer de arroz, carne, pollo, huevos, cerdos, y por ende exige más demanda de agua.

La disminución de agua en los sectores de la finca que utilizan sus aguas es un problema que se tiene que solucionar. Por lo que se tiene que conocer el

consumo actual de agua versus la disponibilidad de esta en la época de más escases de agua; para así, buscar alternativas que puedan solucionar estos problemas. Siendo la Facultad de Ciencias Agropecuarias la institución de educación superior y beneficiaria directa de esta fuente, debe realizar estudios para conocer la problemática y buscar soluciones para resolverlos. Además debe conocer la oferta real que tiene la Berrona para evitar posibles conflictos con los otros usuarios

### **1.3 Objetivo**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Analizar y determinar la disponibilidad y la demanda, de agua de todos los usuarios que tiene la quebrada La Berrona en los primeros meses del año 2013.

#### **1.3.2 Objetivo Específico**

- Determinar la demanda de agua de los diferentes usuarios y usos de la quebrada La Berrona saber agrícola, pecuaria y universitaria.
- Cuantificar la disponibilidad de agua durante el periodo de máxima demanda mediante la realización de aforos.

- Cuantificar la demanda de agua a futuro al aumentar la capacidad de producción agropecuaria.

## **1.4 Hipótesis**

### **1.4.1 Ha. (Alternativa):**

La quebrada La Berrona tiene la capacidad actual para abastecer de agua a sus usuarios.

### **1.4.2 Ho. (Nula):**

La quebrada La Berrona no tiene la capacidad actual para abastecer de agua a sus usuarios.

## **1.5 Alcance y Limitaciones Estudio**

Este estudio realizado pretende dar a conocer la disponibilidad versus la demanda de agua de los diferentes usuarios que utilizan sus aguas para sus actividades diarias, para que así puedan surgir alternativas que puedan solucionar los problemas de abastecimiento del agua de la quebrada La Berrona. Teniendo en cuenta que los principales usos que se le dan a estas aguas son de consumo humano, producción agrícola y pecuaria, durante la temporada más crítica del año.

Las limitaciones que pudimos tener en el desarrollo de este estudio fueron la falta de información, dado el carácter privado de la mayoría de las actividades que realizan los usuarios, falta de equipo, falta de información de usuarios legalizados y no legalizados, proyecciones del uso del agua, además los problemas de accesibilidad a las fincas ya que son distantes.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 El Ciclo Hidrológico**

En forma simple y esquemática se puede considerar que el ciclo del agua se inicia con la precipitación que está a su vez se escurrió hasta formar escorrentía superficial hasta que pueda formar arroyos, lagos, lagunas, y ríos que llegan generalmente hasta el mar. La otra penetra en la tierra para incorporarse en depósitos subterráneos que se llaman acuíferos y un porcentaje retorna hasta la atmósfera por el vapor desde los lugares donde hayan acumulados ya sea de vegetación, suelos, ríos, arroyos, lagos y lagunas; desde los mares y océanos también se evapora la mayor cantidad de agua que se incorpora a la atmósfera para ser precipitada (UNESCO, 1984).

### **2.2 La Cultura Hídrica**

El término cultura alude al patrimonio común de un pueblo, con características únicas en su manifestación. Ese patrimonio común, estable en algunos tiempos y lugares, es a la vez permanentemente y dinámico. Y condiciona la vida particular, pero en la medida que cada uno aporta o puede aportar a partir de su esencial libertad. La cultura es condicionada por los miembros de la comunidad; esto es esencial: la cultura es organizadora de hábitos, pautas, habilidades de los individuos, pero es al mismo tiempo, organizada y reorganizada por los

individuos. Llamamos cultura, entonces a los modos o formas de ser (pensar - sentir - decir - obrar), de hacer, de vivir de los pueblos (UNESCO, 2013).

UNESCO. 2013, ha definido la cultura de agua (o cultura hídrica, indistintamente), como el conjunto de creencias, conductas y estrategias comunitarias para el uso del agua que puede ser leída en las normas, formas organizativas, conocimientos, prácticas y objetos materiales que la comunidad se da o acepta tener; en el tipo de relación entre las organizaciones sociales que tienen el poder y en los procesos políticos que se concretan en relación con el aprovechamiento, uso y protección del agua.

Cada sociedad y cada grupo social tienen su propia y única cultura hídrica. En América Latina, aquella que fuera producida por nuestros pueblos autóctonos pre y post-colombinos y la producida en la actualidad por las comunidades campesinas se mezclan con otras formas de usos del agua. Todas tienen idéntica capacidad para aportar al conjunto, algún conocimiento sobre su manejo. (UNESCO, 2013)

La cultura busca los conflictos y establece nuevos niveles de equilibrio, ya que se quiere que sea dinámica y transformada. En el campo hídrico esta se transforma de la siguiente manera:

- Mecanismos de equilibrio social: se pueden explicar cómo las normas y organizaciones respetadas por la sociedad, para resolver los conflictos de usos y conservación de los recursos hídricos entre los hombres y de estos con la naturaleza( normas y organización resuelve conflictos)
- Mecanismos de regulación de las ofertas y demandas hídricas: que son las tecnologías hídricas concretas, físicas o biológicas , para el uso y conservación del agua (tecnologías , físicas, biológicas son utilizadas para regular la demanda)
- Mecanismos de transformación prácticas del análisis y dialogo sobre la realidad, incorporando la experiencia para mejorar acciones (tecnología social) (praxis acción y reflexión generan tecnología social. (UNESCO, 1984).

Según Concepción, D; Cornejo, M. 2000, la cultura hídrica busca el desarrollo de la organización, para el agua y de la comprensión de los fenómenos naturales del ciclo hídrico, el rescate y recreación local de la cultura hídrica permite la consolidación de procesos autogestionarios que resuelvan efectivamente los problemas que vive la gente, esto implica la incorporación de conflictos científicos y técnicos de la sociedad moderna , pero esta incorporación se hace naturalmente siguiendo la resolución del problema y la no venta de tecnologías según las necesidades del mercado.

### 2.3 Usos Consuntivos y no consuntivos

Según Sánchez, J. 1999, el uso consuntivo es la cantidad de agua que usan las plantas para crecer, desarrollarse y producir económicamente, además está constituido por la que transpiran las plantas a través de las hojas, el agua que se evapora directamente del suelo y el agua que constituye los tejidos de las plantas. Los factores fundamentales que influyen para que el uso consuntivo tenga un determinado valor son: clima, temperatura, humedad relativa, vientos, latitud, luminosidad y precipitación.

- El cultivo: Especie, variedad, ciclo vegetativo, hábitos radiculares, etc.
- El suelo. Textura, estructura, profundidad del nivel freático, capacidad de retención de humedad.
- El agua de riego. Su calidad y disponibilidad, prácticas de riego

Indudablemente que todos estos factores influyen en la cantidad de agua que usan los cultivos; pero los de mayor influencia son: la temperatura, la humedad relativa, los vientos, la latitud del lugar, la luminosidad y el cultivo (Sánchez, J. 1999)

Uso no-consuntivo del agua no pueden ser medidos cuantitativamente, porque el agua es usada, pero no es removida de su ambiente natural. Sin embargo, estos pueden ser descritos por ciertas características del agua o por los beneficios que

proporcionan al ecosistema. [http://cmapserver.unavarra.es/rid=1231848991203\\_867374275\\_25748/DEFINICI%C3%93N%20Y%20DIFERENTES%20USOS%20DEL%20AGUA.doc](http://cmapserver.unavarra.es/rid=1231848991203_867374275_25748/DEFINICI%C3%93N%20Y%20DIFERENTES%20USOS%20DEL%20AGUA.doc)

## **2.4 Usuarios del Agua en Panamá**

Los usos municipales del agua pueden dividirse en varias clases, como el uso doméstico que se refiere al agua que utilizan en residencias privadas, casas de apartamentos con fines para beber, baños, aspersiones de jardines y prados y fines sanitarios. El uso comercial e industrial es el agua utilizada por establecimientos comerciales e industriales además está el uso público que es el agua necesitada en parques, edificios cívicos, escuelas, hospitales, iglesias, lavados de calles. (Linsley, R; Franzin, J. 1971)

Según ANAM. 2011, en Panamá, las principales actividades que hacen uso del agua son el consumo humano, generación hidroeléctrica, esclusajes del canal, producción agropecuaria, producción industrial y sector turístico. Por otra parte el mayor consumo de agua lo utilizan en la generación de energía eléctrica que representa el 99% del volumen total de concesiones otorgadas por esta institución. El resto de las actividades como el sector agropecuario, doméstico, industrial, y turístico, recreación representa solo el 1%. De este pequeño porcentaje del uso consuntivo el mayor uso del recurso hídrico a nivel nacional se registra en el sector agropecuario con un 92 % del volumen de agua

concesionada, seguido por el consumo domestico con 6%, y el industrial-recreativo con 1% (ANAM, 2011)

#### **2.4.1 Usos del Agua para Consumos Doméstico.**

El crecimiento de la población trae consigo un aumento de la demanda de agua para consumo humano, incrementando la presión por este recurso y los efectos sobre las condiciones ambientales (ANAM, 2011). El IDAAN es la entidad responsable de suministrar de agua potable a aquellas poblaciones con de más 1500 habitantes y el Ministerio de Salud tiene a su cargo los acueductos con poblaciones rurales menos de 1500 habitantes, a través de las JAAR (Junta Administradoras de Acueductos Rurales). El aumento en el aprovechamiento del recurso agua para uso domestico comercial y autoconsumo alcanzó en los últimos años según la (ANAM, 2011), un volumen de agua concesionada para este uso de 17120 hm<sup>3</sup> (Hectómetros cúbicos).

Los principales factores que afectan la utilización de agua son: el clima, característica de la población, el desarrollo industrial y comercial, la cuota de agua y mediciones, tamaño de la población (Linsley, R; Franzin, J. 1971)

#### **2.4.2 Usos Domésticos del agua en Áreas Urbanas**

El IDAAN (Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales) como mencionamos anteriormente es la entidad responsable de proveer a la población

de agua potable, el volumen de agua distribuida por esta institución a sus clientes domésticos, comerciales, industriales y gobierno asciendo según datos del (ANAM, 2011) a 589.5 hm<sup>3</sup> que corresponde a 155734.9 millones de galones con una cobertura de agua potable del 96.40% y un nivel de pérdida de este vital líquido de 41.80% en el año 2010. Según (ANAM, 2011), los niveles de pérdida de agua potable se dieron en Colón en donde se registraron en los años 2008-2010, 53.61% y 61.4% del total de agua distribuida por el IDAAN y en el interior del país se registraron pérdida de 37.6% en el año 2010 y en Panamá Metro de 40.6% en el año 2010. A nivel de población urbana según (ANAM, 2011), se tiene una cultura inadecuada la cual se caracteriza por la subvaloración de este vital recurso hídrico y el no pago por la utilización de agua, además esta situación puede comprometer la continuidad, confiabilidad y calidad del servicio de agua potable. (ANAM, 2011).

### **2.4.3 Usos Domésticos del agua en Áreas Rurales**

En Panamá existen 5135 acueductos rurales de los cuales 2342 son manejados por las JAAR y el resto por los comités de salud (ANAM, 2011). Actualmente según (ANAM, 2011), no se dispone de informaciones completa sobre los volúmenes de agua utilizada por los sistemas de acueductos rurales. En el año 2010 del total de comunidades rurales en Panamá según datos del ANAM, 2011 un 82.2% tiene acceso a acueductos rurales, además se cuentan con una cobertura de acceso del agua en áreas rurales de 74%. El principal

inconveniente es la discontinuidad entre el suministro y la baja calidad del agua, el 52% de los sistemas comunitaria rurales no disponían de servicios continuo por la poca fiscalización, además no existe certeza de que el agua en la zonas cumpla con las normas de potabilización (ANAM, 2011).

#### **2.4.4 Usos Hidroeléctricos del agua en Panamá**

La capacidad instalada total para la producción de energía eléctrica en Panamá en el año 2007 fue de 1.530,56 MW. De este total, el 87,27% (1.335,66 MW) corresponde a plantas que prestan el servicio público, el 11,79% (181,47 MW), a

Plantas de autogeneradores conectados al Sistema Interconectado Nacional, y el 0,94% (14,43 MW), a sistemas aislados. Del total, el 56% (858,48 MW) corresponde a centrales hidroeléctricas que utilizan alrededor de 9.000 Mm3 anuales (lo cual corresponde a su vez al 72% de la demanda total) y el 43,91% (672,08 MW), a plantas térmicas de distintas tecnologías. El consumo per cápita de electricidad fue de 2.068,83 KWh en el año 2008. La generación total para ese mismo año fue de 6.306,5 GWh, de los cuales, 3.710,6 GWh (58,8%), representaba la generación hidroeléctrica. En total, el consumo durante el año 2008 fue de 6.056,8 GWh. (Tabora F; Basterrechea M, ET All. 2001)

En Panamá 55.98% del uso del agua según (ANAM, 2011), corresponde a las plantas de generación hidroeléctricas estas registran la mayores demanda de

aprovechamiento de recurso hídrico, y los ríos abastecen la demanda hidroeléctrica, con relación al volumen de agua concesionada para uso hidroeléctrico esta ha experimentado un crecimiento sostenible en los últimos años alcanzando según datos de (ANAM, 2011). De 50000 hm<sup>3</sup> de agua en el año 2010, debido la construcción de nuevas hidroeléctricas para abastecer la demanda nacional de energía. (ANAM, 2011).

#### **2.4.5 Usos del Agua para Navegación**

El Canal de Panamá maneja en promedio 37.41 esclusajes diarios, cada uno de los cuales requieren 191,000 m<sup>3</sup> / día o alrededor de 2580 hm<sup>3</sup>, este volumen representa el 58% del promedio anual de producción de agua de la cuenca. (ANAM, 2011). El agua utilizada se estima según (ANAM, 2011), en 55 millones de galones de agua, que equivale a 0,21 hm<sup>3</sup>, además la esclusas de canal de Panamá llegan a ser hasta 44 por día que utilizan 3,316 hm<sup>3</sup>/año y el 45 se tiene estipulado en el año 2013 en esclusaje por día y requieren utilizar 3,300 hm<sup>3</sup> y para el año 2025 se prevé que la necesidad total de agua para la operación del canal ampliado alcanzara los 3,373 hm<sup>3</sup>, lo que representa un 49.2 esclusaje equivalente por día. (ANAM, 2011).

#### **2.4.6 Usos Agropecuarios**

En Panamá se tiene 18,603 ha bajo riego por gravedad y 11224.7 ha utiliza riego por aspersión y el riego por goteo 5136,16 ha, este sistema es el más eficiente ya que reduce las perdida de este vital líquido (ANAM, 2011). Las concesiones para uso de agua para riego, empresas privadas y usuarias individual, y pecuarias, han mostrado un tendiente crecimiento en los últimos años y el año 2010 el volumen concesionado alcanzaba 105 hm<sup>3</sup>. (ANAM, 2011).

#### **2.4.7 Usos Industriales**

Este sector utilizan agua del IDAAN, y otra porción se abastece de fuentes subterráneas mediante concesiones para uso de agua otorgada por la ANAM, en actividades como: embotellamiento de agua, canteras de arenas, entre otra, para el año 2010 el volumen de agua concesionada es de aproximadamente 2,2 hm<sup>3</sup>. (ANAM, 2011).

#### **2.5 Conflictos de Usos de Agua en Panamá**

La demanda de agua para diferentes usos productivos y actividades, está en constante aumento, y es a pesar que Panamá tiene una alta disponibilidad del recurso, se han generado una margen de competencia por el uso de este recurso y los conflictos entre diversos sectores sociales del país (ANAM. 2011)

### **2.5.1 Tipos de Conflictos.**

Según Concepción, D; Cornejo, M. 2000, el tema del agua es un tema complejo que básicamente se trata del manejo de los conflictos antes que del manejo del agua propiamente dicho, además establece que los conflictos son interdisciplinarios, intersectoriales, e interjurisdiccionales.

Los tipos de conflictos que han surgido son entre los usuarios, por la disponibilidad de agua potable, acceso al sitio de captación de las fuentes hídricas, afectación a terceros por la construcción de hidroeléctricas y proyectos de desarrollo. (ANAM, 2011).

### **2.6 Precipitación y Escorrentía en Panamá**

En la vertiente del Caribe la precipitación promedio anual de 3500 mm, en la vertiente del Pacífico alcanza las 2300 mm (ANAM, 2011). Las lluvias en Panamá se caracterizaran por ser muy intensas y de corta duración, aunque con cierta frecuencia con poca o ninguna precipitación en algunas áreas en la época lluviosa (ANAM, 2011). Esto produce medias anuales comprendidas entre un mínimo de 1000 mm y máximos de 7000 mm, teniendo un valor promedio anual nacional del orden de 2924 mm (ANAM, 2011). La escorrentía media anual alcanza sus niveles de mayor expresión en la vertiente del Caribe, especialmente en la región occidental del país (Bocas del Toro, Veraguas, Comarca Ngobe bugle) según (ANAM, 2011), un aproximado 5600mm/año; mientras que los valores de menor escorrentía se observan en la zona conocida

como Arco Seco que caen 200 mm/año y las áreas costeras de Panamá y Darién 400mm/año (ANAM, 2011), y así como una pequeña posición de la zona costera del Occidente Chiriquí con 800 mm/año (ANAM, 2011).

El volumen promedio de precipitación anual sobre el país se ha estructurado en unos 233,8 mil millones de metros cúbicos, que equivalen según el ANAM 2011 a uno 2924 mm de precipitación promedio anual, la vertiente del Pacífico recibe un 64% de esta precipitación 149,6 mil millones de metros cúbicos y la vertiente del Caribe con 36% con una precipitación de 82,2 mil millones de metros cúbicos (ANAM, 2011).

## **2.7 Legislación Sobre el Agua en Panamá**

En Panamá la legislación del agua lo rige el decreto ley 35 del 22 de septiembre de 1966 cuyo objetivo es reglamentar, la explotación de las aguas del Estado, para su aprovechamiento, conforme al interés social. Por lo tanto, se procurará el máximo bienestar público en la utilización, conservación y administración de las mismas, en el CUADRO 1 se encuentran algunas normas que reglamentan el uso del agua en Panamá.

**CUADRO I LEGISLACIÓN NACIONAL EN MATERIA DE AGUA.**

<b>Numero</b>	<b>Fecha</b>	<b>Gaceta oficial</b>	<b>Nombre</b>
Ley N°66	10/11/1947	10467	Código sanitario
Decreto ley N°35	22/9/1966	15735	Por el cual se reglamenta el uso de las aguas.
Decreto ejecutivo N°55	13 /6/1973	71-610	Por el cual se reglamenta las servidumbre en materia de agua
Decreto ejecutivo N°70	27/7/1973	17429	Por el cual se reglamenta el otorgamiento de permisos o concesiones de aguas y funcionamiento del consejo consultivo de recuro hídricos
Ley N°1	3/2/1994	22470	Por el cual se establece la Legislación forestal de la República de Panamá
LEY N°21	2/7/1997	23323	Por el cual se aprueba el plan regional de Uso de suelo para el desarrollo de la región interoceánica y el plan general de uso, conservación y Desarrollo.
Ley °41	1/7/1998	23578	Por el cual se dicta la ley general de ambiente de la República de Panamá
Resolución N° 596	6/12/1999	23941	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 21-339-99
Resolución N° 598	12/11/1999	23949	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99
Resolución N° 597	12/11/1999	23942	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 22-395-99
Resolución N° 49	13/3/2000	24008	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 24-99
Resolución N° 351	26/7/2000	24115	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 35-200
Resolución N° 350	26/7/2000	24115	Por el cual se establece el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 39-2000
Resolución N° 352	10/8/2000	24115	Por el cual se aprueba el reglamento DGNTI-COPANIT 47-2000
Ley N° 44	23/5/ 2002	24613	Que establece el régimen especial PARA El Manejo, Protección Y Conservación de La Cuenca Hidrográfica de la Republica De Panamá

Ley n°79	23/12/2000	24956	Por el cual se adiciona al anexo de la ley 21 de 1997, aprueba el plan regional interoceánico y el plan de uso, conservación y desarrollo del área del canal de Panamá
Resolución N°0191-2005	30/5/2005	25287	Por la cual se establece los requisitos para que las mini hidroeléctricas de 10 mega watts soliciten concesiones transitorias o permanentes, para derecho de uso de agua y se dictan otras disposiciones.
Resolución N° AG-0247-2005	28/4/2005	25318	Por el cual se aportan de manera transitoria las tarifas por el derecho de uso de aguas
Resolución N° 0342-2005	27/6/2005	25346	Que establece los requisitos para autorización de obra en cauce naturales y se dictan otras disposiciones
Ley 58	27/12/1995	22940	Por la cual se define la Acuicultura como una Actividad Agropecuaria, se establecen Incentivos y se dictan otras Disposiciones
Decreto Ejecutivo N° 84	9/4/2007	25777	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Recursos Hídricos, sus principios, objetivos y líneas de Acción
Ley 77	28/12/2001	24461	Que reorganiza y moderniza el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y dicta otras disposiciones

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la ejecución de esta tesis se utilizaron los siguientes equipos.

#### **3.1 Materiales y Equipos**

##### **3.1.1 Equipo de Oficina.**

- Computadora personal
- Papeles, libreta, bolígrafo.
- Tintas
- calculadora científica
- cámara fotográfica

##### **3.1.2 Equipo de Campo**

- Teodolito o estadía
- Calculadora
- Papel, cuaderno o libreta y bolígrafo
- Cinta métrica
- Cuerdas
- GPS
- Medidores de volumétricos marca US flow DE 5/8 diámetro

### **3.1.3 Material Bibliográfico y Cartográfico**

- Mapas topográfico 1:500 hoja de David 3741 III
- Literaturas

### **3.1.4 Servicios**

- Fotocopias
- Impresión e encuadernado

### **3.1.5 Transporte**

- Automóvil
- Bus

## **3.2 Metodología**

Durante la ejecución de esta tesis se siguió la siguiente metodología que detallaremos a continuación

### **3.2.1 Ubicación y Descripción del Área de Estudio**

La quebrada La Berrona está ubicada entre las coordenada UTM 353980 m E, 930273 m N y 349550 m E, 927698 m N.; en el corregimiento de Chiriquí distrito de David con una longitud aproximada de 6.5 kilómetros como se puede apreciar en la figura 1. Los principales usos de esta quebrada son el agropecuario donde

se utilizan gran parte de esta para la producción agrícola y también para la producción pecuaria. El suelo es casi plano con algunas pendientes y altamente fértiles donde se cultiva arroz, sorgo, sandía, palma aceitera, maíz y para la cría y ceba de ganado bovino, caprino, porcino y aves, los principales colindantes de esta quebrada y los beneficiarios son la finca EMPARAD, ICACO, Facultad de Ciencias Agropecuarias. La precipitación promedio anual es de 2836 mm, con una humedad relativa del 80% y una temperatura media de 27 °C según datos del (CEIACHI, 2013). Con cinco meses secos de diciembre hasta abril, donde el total de lluvia es menor de 100 mm.



Fuente: Instituto Nacional Tommy Guardia

- ▶ Bocatoma de la Berrona Coordenadas UTM 0354004 y 0930114
- ▶ Planta de Bombeo del IDAAN Coordenadas UTM 0353605 y 0929691
- ▶ Planta de Bombeo de EMPARAD Coordenadas UTM 0353106 y 0928698.
- ▶ Planta de Bombeo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Coordenadas UTM 0352958 Y 0928638
- ▶ Compuerta en Finca Icaco

**FIGURA 1 LOCALIZACIÓN DE LA QUEBRADA LA BERRONA**

### 3.2.2 Procedimiento para Levantar la Información para el Estudio

- Para levantar la información se hicieron visita de campo a cada uno de los usuarios de la quebrada
- Se realizaron entrevistas para conocer los principales usos de esta quebrada.
- Se entregaron a las instituciones como el IDAAN, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Finca EMPARAD, finca ICACO, cartas para que brinden información de la oferta y demanda de agua que pudieron tener.
- Se recopiló información de censo de La Contraloría General de la República de Panamá del año 2010 sobre la población en el corregimiento de Chiriquí ver anexo 2
- Información del área de cada finca se obtuvo de los mapas catastrales como fue el caso de la finca Icaco, para la EMPARAD se obtuvo de la MIDA, 2007 y la de La Facultad por mapas de las parcelas.
- Se recopiló información literaria para el cálculo de la demanda y oferta de agua utilizando diferentes métodos de ETP
- Se realizaron aforos instantáneos utilizando el método por pendiente hidráulica.
- Se recopiló información de los perfiles de la quebrada La Berrona realizados en 1996.

- Se hizo una recopilación de datos climatológicos de la estación climatológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, de las temperaturas medias mensuales, precipitación pluvial, humedad relativa, horas de brillo solar, y evaporación del tanque tipo “A” de los años (1984-2006), dicha información fue proporcionada por el CEIACHI para calcular la ETP ( evapotranspiración potencial ), ver anexo 11, 12, 13, 14

### **3.2.3 Demanda de Agua para Uso Agrícola**

Para calcular la demanda de agua de los diferentes usuarios se realizó utilizando la página de cálculo de Microsoft Excel 2007 en el cual se introdujeron los siguientes datos y se hicieron los cálculos correspondientes a cada cultivo:

- Números de días/mes cultivo
- Evaporación potencial mm/día
- Coeficiente del cultivo ver anexo 8
- Evaporación del cultivo
- Precipitación efectiva
- Eficiencia del riego ver anexo 9
- Horas de riego
- Hectáreas a regar

Utilizando la siguiente fórmulas

UC= ETP X K donde

UC= uso consuntivo

ETP= Evaporación potencial en mm/día

K= coeficiente del cultivo ver anexo 8

$$MR = \frac{UC}{\text{Eficiencia del riego}} \times \frac{10000m^2}{ha} \times \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde: Mr= Modulo de Riego en l/s/ha

UC= Uso consuntivo

Ef= Eficiencia del riego en decimal

Q= MR X A x 24/HR

Q= Caudal requerido para riego en l/s

MR= modulo de riego en l/s ha

A= área del riego en hectáreas

HR= horas de riego

### 3.2.4. Cálculo de la Evaporación Potencial

Israelsen y Hansen citado por Figueroa, I. 1987 la definen como la suma de la evaporación del agua y la transpiración de las plantas, además señala que el volumen del agua transpirado por las plantas depende de la cantidad que se dispongan de temperatura, humedad del aires, régimen de vientos, intensidad

luminosa del sol, el estado de desarrollo de las plantas, de su follaje y de la naturaleza de las hojas. La evapotranspiración potencial sucede con una vegetación de escasa altura y activo crecimiento que cubre totalmente el terreno y que no tiene restricciones edáficas, además depende de las condiciones climáticas existentes, las cuales son dadas por las características variables de la cobertura vegetal natural o cultivada, de las condiciones edáficas y de los niveles de humedad del suelo.

#### **3.2.4.1 La Evaporación Real**

Es igual a la potencia afectada por un factor “k” que se toma en cuenta el efecto de la relación agua-planta –suelo. Este coeficiente “k” varía a lo largo del ciclo y es una expresión morfológica y fisiológica del cultivo y de la incidencia del ambiente edáfico. Israelsen y Hansen citado por Figueroa, I. 1987

#### **3.2.4.2 Métodos para Calcular la Evapotranspiración Potencial**

Para calcular la evaporación potencial se utiliza diferentes ecuaciones desarrolladas por autores que utilizan básicamente datos meteorológicos; para ejecutar esta investigación utilice tres métodos para calcular la evaporación potencial que son el tanque tipo “A”, García- López, Blanney- Criddle.

### 3.2.4.2.1 Método del Tanque Tipo “A”

Las medidas de evaporación de una superficie libre de agua, como lo es un tanque evaporímetro, es un proceso similar a la evapotranspiración ya que integra los efectos de los distintos factores meteorológicos que influyen en la misma. Estudios de correlación en diferentes cultivos han permitido obtener coeficientes para estimar la evapotranspiración en función de la evaporación de una superficie libre de agua, según la ecuación siguiente: Figueroa, I. 1987

$$ETP = Ev \times k$$

Donde:

**ETP** = evapotranspiración potencial del área en mm/día

**EV** = evaporación del tanque para el área en mm/día ver anexo 11

**k** = coeficiente del tanque tipo “A”, depende de la localización del tanque y de las condiciones climáticas ver anexo 16

El coeficiente “k”, está en función de la velocidad del viento, la humedad relativa mensual y del tipo de cobertura vegetal alrededor del tanque. La evaporación medida en el tanque parece ser hasta el momento el procedimiento más confiable, ya que integran la mayor parte de los factores meteorológicos que intervienen en la pérdida de agua, hacia la atmosfera (anexo 16) (Figueroa, I. 1987)

### 3.2.4.2.2 Método de Blanney-Criddle

El método de Blanney - Criddle es un método empírico que utiliza los factores de temperatura media mensual y porcentajes de horas luz para diferentes latitudes, para estimar la evapotranspiración de cultivos. (Sánchez, J 1999)

El Método de Harry F. Blanney y Wayne D. Criddle, estableció una fórmula aplicada en las condiciones del oeste de los Estados Unidos de América, en la cual se emplean la temperatura media mensual, el fotoperiodo diario y un factor de cultivo, con lo cual se puede estimar el uso consuntivo (Sánchez, J. 1999)

La expresión general es la siguiente:

$$ET = K * F$$

Donde:

**ET** = evapotranspiración real total del cultivo expresada en lámina (cm).

**K** = es el coeficiente total de ajuste, que depende del tipo de cultivo y de la ubicación de la zona de estudio.

**F** = es la sumatoria de los valores de "f" de todos los meses (desde el mes 1 hasta el mes n del ciclo vegetativo del cultivo en cuestión. Para calcular el valor de f se utiliza la ecuación:

$$f = \frac{(T + 17.8)}{(21.8)} * P * \text{duración\_mes}$$

Donde:

**T** = Temperatura media mensual en °C. Ver anexo 12

**P** = es el porcentaje de horas luz en el día en relación con el total anual (%)  
(Ver anexo 10)

Duración\_mes es la división del número de días considerados en un mes para el ciclo vegetativo del cultivo, dividido entre el número total de días que tiene el mes.

$$\text{Duración\_mes} = \frac{\text{Número días considerados}}{\text{Número\_días\_del\_mes}}$$

En virtud de que esta fórmula daba valores muy elevados, por haber sido deducida en una región desértica, Phelan (1948), citado por Aguilera (1996), introdujo una corrección por temperatura "Kt" que se calculó utilizando la fórmula:

$$Kt = 0.03114T + 0.2396$$

Donde:

**T** = Temperatura media mensual en °C. Ver anexo 12

Una vez determinado el valor de  $f$  y  $K_t$  se procedió a calcular el valor de la evapotranspiración de referencia ( $ET_o$ ), ya que, hasta este paso, únicamente se han considerado aspectos climáticos

$$ET_o = f \cdot K_t$$

Por otro lado, considerando que la expresión general de Blanney - Criddle sólo permite obtener valores del uso consuntivo en períodos no menores de 30 días y en virtud de que “ $K$ ” es la constante que varía en función del desarrollo del cultivo, se ha obtenido curvas de variación de  $K_c$  en función precisamente del desarrollo del cultivo; por lo cual el factor  $K$  se transforma en  $K_c$ ; y por lo tanto la expresión final de la fórmula tal como se usa actualmente es la siguiente:

$$U. C. = K_c K_t F$$

Naturalmente para poder aplicar esta fórmula, es necesario tener las curvas de

Coeficiente de desarrollo “ $K_c$ ” para cada cultivo, las cuales deben obtenerse para cada lugar y para cada cultivo ó para lugares similares.

A continuación en el Cuadro II se presenta el proceso de cálculo del uso consuntivo, que está integrado por 7 etapas explicadas a continuación:

**CUADRO II: PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA ETP POR EL MÉTODO DE BLANNEY - CRIDDLE**

Columna	Descripción
1	<b>Mes:</b> Meses del año
2	<b>T:</b> Temperatura media mensual en °C. ver anexo 12
3	<b>P %:</b> Por ciento de horas luz ver anexo 10
4	$(T + 17.8) / 21.8$ : Cálculos. (1)
5	<b>F:</b> El producto de la columna tres por la cuatro
6	<b>Kt:</b> La Corrección por temperatura es igual a: $Kt = 0.03114 T + 0.2396$ . (2)
7	<b>FKt:</b> El producto de la columna cinco por la seis.

Castilla (1996) citado por Sánchez, j.1999.

Para la aplicar el método de Blanney - Criddle, se utilizó el formulario que se encuentra en el CUADRO III, que por sí solas se explican

**CUADRO III: MÉTODO DE BLANNEY - CRIDDLE MODIFICADO POR PHELAN PARA EL CÁLCULO DE LA ETP**

Mes	T °C	$(T °C + 17.8) / 21.8$	P	F= $(T °C + 17.8) / 21.8$	Kt= $0.0314 * t + 0.2396$	FKt
E						
F						
M						
A						
M						
J						
J						
A						
S						
O						
N						
D						
Suma						

López, J. 1999

### 3.2.4.2.3 Método de García- López

Esta fórmula se basa en los registros de temperaturas y humedad relativa promedio durante las horas del día

La ecuación utilizada es

$$ETP = \{1.21 \times 10^{(7.45 \times T^{\circ}) / (234.5 + T^{\circ})} (1 - HR)\} + 0.21T^{\circ} - 2.30$$

DONDE:

ETP: evapotranspiración diaria en mm

T°=temperatura promedio durante las horas del día en °C. Ver anexo 12

HR= humedad relativa durante las horas del día en decimal ver anexo13

### 3.2.5 Demanda de Agua para Uso Pecuario

Se calculó la demanda de agua para uso pecuario donde se utilizó dos procesos el primero instalando medidores de agua en todos los módulos pecuarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias ya que se facilita por que abastecen a los animales por medio de tuberías. El segundo procedimiento que se utilizó fue usando los inventarios de los animales, Se estimo la demanda según el consumo teórico utilizando el consumo establecido en el Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE); ya que en Panamá no hay consumos teóricos establecidos, en el anexo 1 se encuentran los coeficientes de consumo establecidos por el MINAE, 2004

### 3.2.5.1 Demanda Teórica para Uso Pecuario

Para calcular la demanda teórico de agua para uso pecuario en la Facultad de Ciencias Agropecuarias

- Se realizó inventarios en las áreas avícola, cría y ceba, lechería, porcino de la Facultad de Ciencias Agropecuarias ver anexo 19, 20, 21 22, 23, 24,25
- Se realizó entrevista en finca Icacó para conocer el inventario pecuario.
- Se investigó diferentes consumos teórico de agua de los animales establecidos por el MINAE ver el anexo 1
- Se realizó entrevistas a las fincas para el desglose del área utilizada para la producción pecuaria



**FÍGURA 2 MEDIDOR DE AGUA INSTALADO EN EL PROYECTO PECUARIA**

### 3.2.5.2 Uso de Medidores Volumétricos

Se instalaron medidores de agua como lo muestra en la figura 2, marca US Flow diámetro 5/8” en cada proyecto pecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuaria donde se hizo mediciones diarias para conocer la cantidad de agua que consumía cada una.

Por otro lado se aforó por el método directo la bomba de conducción de agua que está ubicada en la quebrada La Berrona, para así conocer la cantidad de agua que se extrae de esta quebrada. Esto se logró instalando una “T” y una llave de paso PVC de dos pulgadas, que se instaló en la tubería que entra el agua a los tanques para así conocer la cantidad de agua que se extrae. Se aplico el método directo, donde se recogió cierto volumen y fue medido el tiempo de llenado del mismo como lo muestra la figura 3. El volumen del tanque se obtiene de la fórmula  $\pi/4 d^2 h$  donde:

d: es el diámetro en m

h= es la altura en m



**FÍGURA 3 AFORÓ DE LA BOMBA DE EXTRACCIÓN DE AGUA UBICADA EN LA QUEBRADA LA BERRONA**

### **3.2.6 Demanda De Agua para Uso Doméstico**

Para conocer datos relacionados con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y de la Facultad de Ciencias Agropecuarias se realizó entrevistas con el encargado de la planta potabilizadora ubicada en el corregimiento de Chiriquí ver figura 4, donde nos manifestó la capacidad de producción de la planta, la cantidad de usuarios y otros datos relevantes para esta investigación

- Datos de población en el corregimiento de Chiriquí se obtuvieron los datos del Censo de Población del año 2010 de la Contraloría General De La Nación ver el anexo 2
- Los datos de población universitaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Chiriquí la obtuvimos de los archivos académicos.



**FÍGURA 4 PLANTA POTABILIZADORA DEL IDAAN UBICADA EN EL CERRO LAS MUJERES EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ**



**FÍGURA 5: CASETA DE BOMBEO DE AGUA DEL IDAAN QUE SE UBICA EN EL BRAZO DEL RÍO CHIRIQUÍ**

En la figura 5 se puede apreciar la caseta de bombeo ubicada aguas abajo de la bocatoma de la Berrona a horillas del brazo del río Chiriquí y tiene una bomba de extracción de agua con capacidad de bombeo 250 GPM y que va a la planta potabilizadora ubicada en el cerro Las Mujeres. Cabe destacar que a la Facultad de Ciencias Agropecuarias también es un usuario del IDAAN. Además se hizo una proyección de la población a 10 años utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Población del año 2010} - \text{Población del año 2000}}{\text{Población del año 2000}} \times 100$$

### **3.2.7 Compendio de la Demanda Total de Agua en la Quebrada La Berrona**

Se procedió a calcular la demanda total de la quebrada la Berrona donde se calculó el consumo real y la potencial y se realizó una comparación con lo usado por las diferentes bombas que extraen agua de esta quebrada, para este caso se incluirá el uso pecuario, agrícola y el uso de abrevaderos.

### **3.2.8 Cálculo de la Capacidad de Conducción de la Quebrada La Berrona**

Para calcular la capacidad de conducción de la quebrada se realizarán los siguientes métodos

#### **3.2.8.1 Aforo por Pendiente Hidráulica**

Procedimiento:

- Se eligió un tramo lo más recto posible y uniforme libre de árboles y obstrucciones y de una longitud apropiada.
- Se instaló jalones o estacas en ambas orillas en línea perpendicular a la dirección de la corriente, tanto al inicio como al final del tramo elegido. Estos puntos indican las secciones de entrada y salida.
- Se colocó el nivel y estadía y se determinó la diferencia de elevación de la superficie del agua entre las secciones de entrada y la salida. Con cinta métrica, se midió la distancia horizontal entre ambas secciones. con estos datos se calculó la pendiente hidráulica.
- Se levantaron secciones transversales a la corriente sujetando en forma firme y tensa la cuerda a la estaca en ambas orillas y con las estaciones en la secciones transversales a intervalos de 0.50 a 1.00 m. Será necesario levantar varias secciones especialmente en tramos no uniformes. Con estas secciones se calculó el área y el perímetro mojado de la sección media.
- Se tomaron nota del material que compone las paredes y el fondo del lecho del tramo medio y se obtiene el valor del coeficiente  $n$ .

Formula empleadas  $Q=A/n (R^{2/3} S^{1/2})$  donde

A=Área hidráulica de la sección

R= Radio Hidráulico en metro o sea  $A/P$

S= Pendiente superficial el agua en m/m

N= Coeficiente de rugosidad de Manning de acuerdo a las paredes y fondo del lecho ver anexo 15



**FÍGURA 6: PERFIL TRANSVERSAL DE LA BOCA TOMA DE LA BERRONA**



**FÍGURA 7: PERFIL TRANSVERSAL DE LA BERRONA MÁS ABAJO DE LA TOMA DE LA FACULTAD.**

Se levantaron los perfiles de la bocatoma de la Berrona para así realizar los cálculos de aforo utilizando la metodología de pendiente hidráulica en la figura 6 y 7 se puede apreciar los sitios donde se tomaron los perfiles transversales de la Berrona para así realizar el cálculo de la capacidad de conducción de la quebrada utilizando la metodología de pendiente hidráulica.

### **3.2.8.2 Aforo del Vertedero Tipo compuerta con secciones rectangulares**

Se utiliza principalmente en la medición de caudales en pequeñas corrientes, en canales artificiales y de laboratorio; su uso en corrientes naturales es muy restringido se utilizó la siguiente fórmula:

Vertedero Trapezoidal=

$$Q=0.61 A\sqrt{2gh} \text{ donde,}$$

Q= caudal en  $m^3/s$

A=área transversal de la compuerta

G= gravedad en  $m/s^2$

H=carga hidráulica

### **3.2.8.3 Aforos Instantáneos**

Los aforos nos ayudan a conocer la cantidad de agua que pasa por un cauce natural para nuestra investigación buscamos diferentes pruebas realizadas en el departamento de suelos y agua donde encontramos dos aforos que se realizaron preliminarmente por el método de flotador y uno utilizando el método de molinete.

### **3.2.9 Levantamiento del Perfil Topográfico y de Secciones Transversales**

Un perfil topográfico es una representación lineal que muestra el relieve de un terreno a partir de dos ejes, uno con la altitud y otro con la longitud.

Para este caso utilizamos perfiles que realizo el ingeniero Nicolás Villarreal en los años 1996. El cual hizo un levantamiento de la carretera interamericana hasta el final de la parcela 7 con una longitud de 3k+160.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se procedió a calcular la cantidad de agua que consume cada actividad que se realiza en la zona que llamaremos el consumo real.

Se encontraron diferentes coeficientes del cultivo en las literaturas consultadas ya que en Panamá no hay un coeficiente definido para cada cultivo lo cual se tomaron coeficiente promedio que se encontraron en el MINAE, 2004 que si tiene una metodología establecida y normada.

Para este caso se utilizaron tres metodologías para cálculo de la ETP que fueron la del tanque tipo "A", García-López y la Blanney- Criddle y se utilizaron los datos climatológicos de la estación climatológica que cuenta la Facultad de Ciencias Agropecuarias en los años 1986-2006, el porcentaje de eficiencia del riego se tomaron del MINAE, 2004 y se hizo para cada cultivo con las condiciones que tenía. Además se calcularon los consumos de la Facultad utilizando medidores volumétricos y también se hizo con la metodología que establece el consumo de agua por animal que para este caso se utilizó la establecida del MINAE, 2004.

#### 4.1 Demanda de Agua para Uso Agrícola

En el CUADRO IV, se calculó la demanda de agua para riego en l/s para cada cultivo que se destino el agua de La Berrona para riego. Los cultivos establecidos son el sorgo que necesita un caudal de riego de 58.24 l/s para 16 has y 8 horas de riego por inundación, para el cultivo de arroz se necesito un caudal de riego 254.78 l/s con 70 has y 12 horas de riego bajo inundación para este caso son rubros establecidos por la finca Icacó en la época seca.

La EMPARAD estableció dos rubro en la época seca, que fueron un vivero de palma aceitera que se necesito un caudal de riego de 20.37 l/s para 20 has de vivero y 14 horas de riego por aspersión y el cultivo de sandía con 9 has y 8 horas de riego por inundación necesito un caudal de riego de 32.76 l/s.

Cabe destacar que la metodología escogida para esta discusión del cálculo de los caudales de riego se utilizo la metodología del tanque tipo "A", pero en los anexos 4 y 5 se encuentran los resultados de los caudales de riego para todos los cultivos establecidos en la época seca utilizando la metodología de ETP de Blanney- Criddle y de García- López

**CUADRO IV: DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DEL TANQUE TIPO “A”**

	FINCA ICACO								EMPARAD							
	Sorgo				Arroz				Palma aceitera				Sandia			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23
Coefficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.60	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.38	4.11	4.19	3.66	5.07	6.16	6.29	5.49	2.90	3.52	3.59	3.14	3.38	4.11	4.19	3.66
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	76	94	79	17	128	152	144	72	61	78	60	1	76	94	79	17
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.21				1.82				0.59				1.21			
Demanda real del riego en l/s	58.24 en 16 has y 8 horas de riego				254.78 en 70 has y 12 horas				20.37 en 20 has y 14 horas de riego				32.76 en 9 has y 8 horas de riego			
Total en l/s	313.02								53.13							

En el cuadro V se estimó la demanda de agua para las áreas potencialmente irrigables que cuenta cada finca y que se pudieran regar utilizando las aguas de la Berrona. Para la EMPARAD se pudieran cultivar sandía y este cultivo necesita un caudal de riego de 145.59 l/s por 40 has y 8 horas de riego bajo inundación, el vivero de palma aceitera necesitará un caudal de riego de 20.37 l/s para 20 has y 14 horas de riego por aspersión y para el cultivo de arroz se pudieran establecer en 78 has con 12 horas de riego por inundación necesitará un caudal de 425.86 l/s.

Estudios realizados en la Facultad de Ciencias Agropecuarias establecieron que se pueden utilizar 120 has bajo riego por gravedad de la quebrada La Berrona según Solís, T. 2013<sup>(1)</sup> con 12 hora de riego se necesitará un caudal de riego de 436.80 y para el cultivo de maíz se pueden establecer 8.61 has así que se necesita un caudal de riego de 20.84 l/s estos resultados se obtuvieron utilizando la metodología ETP del tanque tipo A.

La finca Icaco se pueden establecer tres cultivo, el arroz bajo riego por gravedad con un área potencialmente irrigable de 137 has necesitará un caudal de riego 498.65 con 12 horas de riego establecidos, para el cultivo de maíz se pueden cultivar 86 has bajo riego por inundación y 12 horas de riego este rubro

---

<sup>1</sup> Solís, T. 2013<sup>(1)</sup> .comunicación personal . Realizada el 7 de agosto del 2013. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

necesitara un caudal de riego de 313.03 l/s y para el cultivo de sorgo se pudieran cultivar 16 has bajo riego por inundación y 8 horas de riego por gravedad así que necesita un caudal a regar de 58.24 l/s. cabe destacar que en los anexos 6,7 se estimo la demanda de agua para las áreas potencial mente irrigables utilizando la metodología de ETP de García- López y Blanney- Criddle. Cabe destacar que el consumo de agua para establecer todos estos cultivos se necesitara un caudal de riego total de 1919.36 l/s para abastecer toda la demanda de las fincas, este caudal se obtuvo utilizando la metodología de ETP de tanque tipo A.

**CUADRO V: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLE UTILIZANDO METODOLOGÍA DE ETP DEL TANQUE TIPO “A”**

	ICACO								EMPARAD							
	Sorgo				Arroz				Palma aceitera				Sandia			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	4.8 3	5.8 7	5.9 9	5.2 3	4.8 3	5.8 7	5.9 9	5.2 3	4.8 3	5.8 7	5.9 9	5.2 3	4.8 3	5.8 7	5.9 9	5.2 3
Coefficiente de cultivo	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	1.0 5	1.0 5	1.0 5	1.0 5	0.6 0	0.6 0	0.6 0	0.6 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.3 8	4.1 1	4.1 9	3.6 6	5.0 7	6.1 6	6.2 9	5.4 9	2.9 0	3.5 2	3.5 9	3.1 4	3.3 8	4.1 1	4.1 9	3.6 6
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	76	94	79	17	128	152	144	72	61	78	60	1	76	94	79	17
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.21				1.82				0.59				1.21			
Demanda real del riego l/s	58.24 en 16 ha y 8 horas de riego				498.65 en 137 ha y 12 horas de riego				20.37 en 20 has y 14 horas de riego				145.59 en 40 ha y 8 horas de riego			
Total en l/s	556.89								165.96							

**CUDRO V: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLE UTILIZANDO METODOLOGÍA DE ETP DEL TANQUE TIPO “A CONTINUACION**

	Facultad de Ciencias Agropecuarias								EMPARAD				ICACO			
	Maíz				arroz				Arroz				Maíz			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28.	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23	4.83	5.87	5.99	5.23
Coefficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.38	4.11	4.19	3.66	5.07	6.16	6.29	5.49	5.07	6.16	6.29	5.49	3.38	4.11	4.19	3.66
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	76	94	79	17	128	152	144	72	128	152	144	72	76	94	79	17
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.21				1.82				1.82				1.21			
Demanda real del riego l/s	20.84 en 8.61 has y 12 horas de riego				436.80 en 120 ha 12 horas de riego				425.85 en 78 has 8 horas de riego				313.02 en 86 has 8 horas de riego			
Total en l/s	457.64								425.85				313.02			

## 4.2 Demanda de Agua para Uso Pecuario

Para calcular la demanda de agua de los usuarios en sus actividades, se utilizaron medidores, para el caso de Facultad de Ciencias Agropecuarias, marca US FLOW de 5/8" de diámetro para las áreas de los corrales tanto avícola, porcino, cría y ceba y lechería y para los que beben en fuentes naturales se calculó realizando inventarios y utilizando lo que establece el consumo teórico en la metodología del MINAE,2004.

En el cuadro VI, VII, VIII, IX se encuentran los consumos reales de agua de cada uno de los módulos pecuarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en donde se instalaron medidores en las entradas de las instalaciones de cada módulo para así se pudieran registrar los consumo de agua cada módulo, en estos cuadros está calculado el consumo de los bebederos de animales, y el lavados de las instalaciones y el desperdicio si había, en el caso del área avícola está incluida los días que hubieron matanza ya que en la Facultad hay un matadero para aves y sacrifican aves para consumos en promedio 700 aves por día, durante esta investigación se pudo apreciar que durante estos cuatro meses de recolección de datos se destinaron 19 días para esta actividad.

Y además en la lechería para lavar las maquinas que utilizan en el proceso de ordeño, cabe mencionar que no hay un consumo establecido para el módulo caprino, más bien se midió en consumo junto con el del consumo del módulo lechero ya que de este módulo abastece al módulo caprino. Por otra parte puedo mencionar que en estos cuadros no está establecido el consumo de agua gran parte del ganado de cría y ceba y lechería que cuenta la Facultad porque se encuentran en los potreros y no se pudo medir su consumo ya que beben en una fuente de agua natural.

Los consumos mayores de agua registrados en los medidores volumétricos se dieron en el área porcina seguido en el área lechera, avícola y cría y ceba estos datos se refregaron en todos los meses de esta medición que fueron en los meses de enero a abril y este último mes fue el mes donde más consumo de agua se registro llegando a registrar un consumo de 0.56 l/s.

Cabe mencionar que en el área de cría y ceba se dio un consumo bajo ya que solo se encontraba el ganado estabulado que exhibe la facultad en ferias y gran parte del ganado esta en pastoreo. Además se registro un consumo mínimo de 32603.4 l/día y un consumo máximo de 77586.7 l/ día en todos los módulos de la Facultad.

**CUADRO VI: CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE ENERO UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO**

	<b>Pollos</b>	<b>Cría y Ceba</b>	<b>Lechería</b>	<b>Total</b>
Fecha	Litros /día	Litros /día	Litros/día	Litros/día
23/1/13	4274.9	3314.9		7589.8
24/1/13	6393.4	1874.7		8268.1
25/1/13	3326.6	4087.5	6693.6	14107.7
26/1/13	2770	3353.8	30212.1	36335.9
27/1/13	3221.2	5616.0	30923.0	39760.2
28/1/13	1136.2	2986.7	8431.0	12553.9
29/1/13	2716.6	4353.7	7860.0	14930.3
30/1/13	5274.9	3364.0	16888.0	25526.9
31/1/13	7957.6	2476.6	10384.0	20818.2
Sumatoria	37071.4	31427.9	15913.1	179891
Promedio	4119	3491.99	0.18	19987.9
Promedio en l/s	0.05	0.004		0.27

**CUADRO VII: CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE FEBRERO, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO**

	<b>Pollos</b>	<b>Cría Y Ceba</b>	<b>Lechería</b>	<b>cerdos</b>	<b>Total</b>
<b>Fecha</b>	<b>Litros/día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros/ día</b>	<b>Litros/Día</b>
01/02/13	6548.9	3080.6	24636.0		34265.5
02/02/13	4117.8	3677.3	33740.0		41535.1
03/02/13	964.9	4151.5	32927.1		38043.5
04/02/13	2079.7	1611.6	9121.9		12813.2
05/02/13	2872.7	5052.3	11222.0		19147.0
06/02/13	1333.4	4135.7	13997.4		19466.5
07/02/13	5939.6	1801.4	9225.6		16966.6
08/02/13	2464.8	3356.0	7910.0		13730.8
09/02/13	2189.5	4880.6	10204.0	19809.5	37083.6
10/02/13	2210.0	3944.4	9894.0	22583.8	38632.2
11/02/13	2581.8	2177.6	11229.4	23292.8	39281.6
12/02/13	1035.3	5526.9	8740.6	24120.1	39422.9
13/02/13	2919.2	450.5	10727.0	20015.8	34112.5
14/02/13	26.7	3642.4	6473.0	21876.4	32018.5
15/02/13	1839.9	1960.2	9025.0	24541.9	37367.0
16/02/13	5556.0	2876.0	7968.7	18154.8	34555.5
17/02/13	463.0	3330.0	8157.0	23903.0	35853.0
18/02/13	1752.2	2218.4	25756.3	47859.8	77586.7
19/02/13	2991.2	2192.4	9472.0	20404.4	35060.0
20/02/13	997.0	2252.4	8340.0	22291.7	33881.1
21/02/13	1997.6	4383.4	8174.0	23693.9	38248.9
22/02/13	2873.6	1158.5	11836.7	17241.5	33110.3
23/02/13	1666.5	2436.6	9306.3	19599.2	33008.6
24/02/13	2958.1	3655.0	13312.0	24184.2	44109.3
25/02/13	3124.2	1397.3	8860.0	21171.9	34553.4
26/02/13	4302.8	2725.0	10947.0	24721.0	42695.8
27/02/13	4640.8	4099.6	8925.0	58322.0	75987.4
28/02/13	8512.4	710.4	5598.0	18542.0	33362.8
Sumatoria	80959.6	82884.0	345726.0	496329.7	1005899.3
Promedio	2891.4	2960.1429	12347.4	24816.5	35925.0
Promedio en l/s	0.03	0.03	0.14	0.29	0.49

**CUADRO VIII: CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE MARZO, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO**

	<b>Pollos</b>	<b>Cría y Ceba</b>	<b>Lechería</b>	<b>Cerdos</b>	<b>Total</b>
<b>Fecha</b>	<b>Litros/día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros/ día</b>	<b>Litros/Día</b>
01/03/13	8364.0	1282.0	7457.0	18105.3	35208.3
02/03/13	3791.4	2620.9	9814.6	22478.3	38705.2
03/03/13	3759.4	1078.8	7457.4	22468	34763.6
04/03/13	4165.8	1035.2	10930.0	25474.8	41605.8
05/03/13	2176.4	2951.1	11635.0	20701.7	37464.2
06/03/13	2849.1	2987.2	11886.0	21031.8	38754.1
07/03/13	1938.4	2048.4	9662.0	21216.9	34865.7
08/03/13	3440.3	2679.2	16038.6	23577	45735.1
09/03/13	3661.2	539.7	10816.4	28666.9	43684.2
10/03/13	2411.5	846.8	17624.3	19827.1	40709.7
11/03/13	2615.7	2890.1	2390.7	22572.8	30469.3
12/03/13	2773.6	1450.5	8062.6	23068.3	35355.0
13/03/13	2276.0	776.9	10592.4	20445.4	34090.7
14/03/13	3748.0	2139.5	13358.0	23084.9	42330.4
15/03/13	4077.0	1117.9	16695.3	17970.5	39860.7
16/03/13	3000.0	603.5	16306.7	18683.7	38593.9
17/03/13	2612.1	388.4	28628.0	20795.3	52423.8
18/03/13	3777.9	409.9	10317.0	22199.8	36704.6
19/03/13	4065.6	1866.3	15765.0	18993	40689.9
20/03/13	2724.0	1.3	8642.0	22344.9	33712.2
21/03/13	12714.4	968.4	12591.0	16997.1	43270.9
22/03/13	12204.0	128.2	11649.0	25604.29	49585.5
23/03/13	13252.8	52.4	13385.0	26586.11	53276.3
24/03/13	3388.6	338.7	10070.0	21101.2	34898.5
25/03/13	2535.0	2610.7	9694.7	21353.2	36193.6
26/03/13	3261.6	2734.0	19031.3	25156.8	50183.7
27/03/13	8407.0	1499.0	4271.4	18895.8	33073.2
28/03/13	5724.3	606.5	10002.6	18155.5	34488.9
29/03/13	2726.5	3206.0	18492.0	18427.4	42851.9
30/03/13	7768.9	970.7	7808.5	18500.9	35049.0
31/03/13	5074.5	2185.8	16027.5	21650.1	44937.9
Sumatoria	145285.0	45014.0	377102.0	666134.8	1233535.8
promedio	4686.6	1452.1	12164.6	21488.2194	39791.5
Promedio en l/s	0.05	0.02	0.14	0.25	0.46

**CUADRO IX: CONSUMO DIARIO DE AGUA EN LOS MÓDULOS PECUARIO DE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS EN EL MES DE ABRIL, UTILIZANDO MEDIDOR VOLUMÉTRICO**

	<b>Pollos</b>	<b>Cría y Ceba</b>	<b>Lechería</b>	<b>Cerdos</b>	<b>Total por Día</b>
<b>Fecha</b>	<b>Litros/día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros /día</b>	<b>Litros/ día</b>	<b>Litros/Día</b>
01/04/13	3353.8	2032.1	12280.0	21947.3	39613.2
02/04/13	5393.7	2933.5	19447.0	20080.6	47854.8
03/04/13	9718.3	3219.6	14247.0	30635.5	57820.4
04/04/13	2858.5	2793.1	13060.0	20092.6	38804.2
05/04/13	3273.5	5706.9	9735.0	23294.9	42010.3
06/04/13	9950.5	2425.6	17165.0	22558.5	52099.6
07/04/13	7161.4	991.7	12635.0	21093.4	41881.5
08/04/13	1118.4	1403.7	9882.9	20198.4	32603.4
09/04/13	9103.6	1286.0	9184.1	22015.0	41588.7
10/04/13	6270.6	3773.5	21293.0	32186.0	63523.1
11/04/13	3843.1	3277.6	9735.0	21399.3	38255.0
12/04/13	3663.9	1765.2	33927.0	22383.2	61739.3
13/04/13	11638.5	2634.2	14308.0	25418.2	53998.9
14/04/13	5482.9	4452.1	15745.3	25034.2	50714.5
15/04/13	2222.9	2099.2	5079.7	25716.7	35118.5
16/04/13	7769.4	1594.4	10051.0	24333.5	43748.3
17/04/13	7916.0	4453.8	32665.0	22030.4	67065.2
18/04/13	3897.3	1148.8	11466.0	28732.4	45244.5
19/04/13	11711.7	2011.9	12727.0	22694.3	49144.9
20/04/13	2989.0	4045.3	11805.2	19520.1	38359.6
21/04/13	3915.8	3942.0	14320.0	20697.6	42875.4
22/04/13	3283.7	4275.3	12621.4	20589.0	40769.4
23/04/13	3390.5	4417.5	13834.4	26805.4	48447.8
24/04/13	11994.3	5714.3	23516.0	21918.3	63142.9
25/04/13	3633.2	4175.1	32290.0	24665.3	64763.6
26/04/13	2821.8	5494.8	13040.0	21028.8	42385.4
27/04/13	2697.4	3788.8	11380.0	32877.4	50743.6
28/04/13	2994.0	4799.1	17859.0	25352.8	51004.9
29/04/13	2734.1	3479.9	13727.0	20941.9	40882.9
30/04/13	2925.2	4579.2	14465.0	26308.9	48278.3
01/05/13	3327.7	4436.8	14938.0	29532.6	52235.1
sumatoria	163054.7	103151.0	478429.0	742082.5	1486717.2
promedio	5259.8	3327.5	15433.2	23938.1	92919.8
Promedio en l/s	0.06	0.04	0.18	0.28	0.56

**CUADRO X: DEMANDA DE AGUA ESTIMADA EN LOS BEBEDEROS DE LOS MÓDULOS PECUARIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Área		Enero				Febrero		
		Cantidad de Animales	Consumo por Animal l/día	Consumo Diario l/día		Cantidad de Animales	Consumo por Animal l/día	Consumo Diario l/día
Avícola	Pollos	3700	250	925		7800	250	1950
	Ponedora	900	350	315		900	350	315
	Pollos de Patio	80	250	20		80	250	20
<b>Total en l/día</b>				<b>1260</b>				<b>2285</b>
Lechería	Vacas de Ordeño	26	70	1820		26	70	1820
	Cabras	25	40	1000		17	40	680
	Caballos	2	70	140		2	70	140
	Vacas secas	34	70	2380		11	70	770
<b>Total l/día</b>				<b>5340</b>				<b>3410</b>
Cría y Ceba								
Bovinos en Corral		27	70	1890		32	70	2240
Caballos		3	70	210		3	70	210
Caballos en Pastoreo		5	70	350		4	70	280
Vacas en Pastoreo		200	70	1400		236	70	16520
<b>Total en l/día</b>				<b>16450</b>				<b>19250</b>
Porcino	Verracos	4	15	60	gestación	83	15	1245
	Vientres	72	15	1080	destete	72	15	1080
	Puercos en Ceba	80	15	1200	Maternidad	15	15	225
					ceba	80	15	1200
<b>Total en l/día</b>				<b>2340</b>				<b>3750</b>
Gran Total en l/día				<b>25390</b>				<b>28695</b>
Marzo						Abril		

Área		Cantidad de Animales	Consumo por Animal l/día	Consumo diario l/día	Cantidad de Animales	Consumo por Animal l/día	Consumo Diario l/día
Avícola	Pollos de engorde	7981	250	1995.25	3451	250	862.75
	Ponedoras	800	350	280	417	350	145.95
	Pollos de Patio	80	250	20	7	250	1.75
<b>Total en l/día</b>				<b>2295.25</b>			<b>1010.45</b>
Lechería	Vacas de Ordeño	26	70	1820	26	70	1820
	Cabras	12	40	480	9	40	360
	Caballos	2	70	140	2	70	140
	Terneros	11	40	440	12	40	480
	Vacas Secas	34	70	2380	34	70	2380
<b>Total en l/día</b>				<b>5260</b>			<b>5180</b>
Cría y ceba	Bovinos en Corral	32	70	2240	53	70	3710
	Caballos	3	70	210	3	70	210
	Caballos en Pastoreos	5	70	350	5	70	350
	Vacas en Pastoreo	263	70	18410	242	70	16940
<b>Total en l/día</b>				<b>21210</b>			<b>21210</b>
Porcino	Gestación	85	15	1275	143	15	2145
	Destete	59	15	885	135	15	2025
	Maternidad	6	15	90	6	15	90
	0	Ceba	104	15	1560	111	15
<b>Total en l/día</b>				<b>3810</b>			<b>5925</b>
<b>Gran Total</b>				<b>32575</b>			<b>33325</b>

En el cuadro X se estimó la demanda de agua de bebedero por cada módulo que cuenta la facultad utilizando los inventarios mensuales de cada uno de los módulos. El MINAE, 2004 establece coeficientes de consumos diario para animales que para el caso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con sede Chiriquí cuenta con ganado vacuno, caprino, avícola y equino. Por otra parte tengo que mencionar que en este cuadro si está incluido el consumo del ganado que cuenta la facultad el cual se encuentra en pastoreo y tienen bebedero en la quebrada La Berrona.

Cabe destacar que la finca Icacó cuenta con ganado de cría y ceba los inventarios arrojaron 130 reses y se estimó el consumo de 0.11 l/s y toman agua de un abrevadero en la quebrada la Berrona. Además se puede apreciar los consumos diarios estimados de agua el cual el mayor consumo se da en el área de cría y ceba y en las lecherías en los de enero a abril el cual fueron los meses donde se estimó el consumo de agua. El mayor consumo teórico estimado se dio en el mes de abril con un total de 33 325 l/día y el menor se dio en el mes de enero con 25 390 l/día.

**CUADRO XI: CONSUMOS DE AGUA ESTIMADA EN LIMPIEZA DE LA  
ÁREA PORCINA, AVÍCOLA, CRÍA Y CEBA Y MATANZA EN  
AREA AVICOLA**

Porcino	Cantidad de Animales	consumo por Animal	Consumo en l/s	Lechería	Cantidad de Animales	Consumo por Animal	Consumo en l/s
<b>Enero</b>	156	65	0.12	<b>Enero</b>	26	130	0.04
<b>Febrero</b>	250	65	0.19	<b>Febrero</b>	26	130	0.04
<b>Marzo</b>	254	65	0.19	<b>Marzo</b>	26	130	0.04
<b>Abril</b>	395	65	0.30	<b>Abril</b>	26	130	0.04
<b>Total</b>			<b>0.80</b>				<b>0.16</b>
Cría y Ceba	Cantidad de Animales	Consumo por Animal	Consumo en l/s	Avícola	Cantidad de animales	Gasto en Matanza	Gasto en l/s
<b>Enero</b>	27	65	0.02	<b>Enero</b>	2100	20	0.16
<b>Febrero</b>	32	65	0.02	<b>Febrero</b>	2100	20	0.16
<b>Marzo</b>	32	65	0.02	<b>Marzo</b>	3500	20	0.16
<b>Abril</b>	53	65	0.04	<b>Abril</b>	5600	20	0.16
<b>Total</b>			<b>0.10</b>				<b>0.64</b>

En el **cuadro XI** se puede apreciar el cálculo de los consumo de agua estimados según la teoría utilizando la metodología del MINAE, para la limpieza de los corrales en el área porcina, lechera, cría y ceba y lo que utiliza en la época de matanza. Se tuvo que utilizar los inventarios de cada módulo para realizar los cálculos y para la matanza de pollos tiene un inventario de 700 animales por

día y durante esta investigación se destinaron 19 días para la matanza. El mayor consumo en l/s se dio en el área porcina con 0.80 l/s durante todos los meses seguido por el área avícola con 0.64 l/s lechería 0.16 l/s., cría y ceba con 0.10 l/s.

#### **4.3 Demanda de Agua para Uso Domiciliario**

La demanda de agua domiciliarias, el servicio lo suple el IDAAN y esta entidad abastece la comunidad de Chiriquí que cuenta con unos 2722 personas según contraloría 2010 y necesita un caudal de 6.30 l/s y las instalaciones del IDAAN también abastece de agua a la Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente a las instalaciones donde se imparte clase y esta entidad que cuenta con una matrícula 946 estudiante y personal, y necesita un caudal de 0.55 l/s para abastecer esta demanda. También está un nuevo usuario que va tener el IDAAN que es la cárcel pública que se construirá en Llano del ICACO y albergará 950 reclusos así que tendrá una demanda de 1.65 l/s; por lo tanto el IDAAN tiene que abastecer una demanda de agua de 8.50 l/s como lo muestra el cuadro XII.

**CUADRO XII DEMANDA DE AGUA DEL IDAAN.**

		<b>Uso según teoría</b> <b>l/s</b>
IDAAN Población	2722*200	6.30
Facultad instalaciones	946 Personas 946* 25 l =2.650 l 4 horas turno	0.55
Cárcel publica	950 reclusos 950 *150 l/día/ persona	1.65
Total en l/s		8.50

#### **4.4 Compendio de la Demanda Total de los Usuarios de la Quebrada La Berrona**

Durante la ejecución de esta investigación se pudo observar que se cultivaron cuatro rubros que fueron arroz, sorgo, sandía y un vivero de palma aceitera. En el cuadro XIII se puede apreciar los consumos de cada rubro y los consumos pecuarios y domésticos. El mayor consumo resultó en la finca Icaco con 254.78

l/s seguido por el sorgo con 58.24 l/s , en EMPARAD el cultivo de sandía con 32.76 l/s, el vivero de de palma aceitera con 20.37 l/s, el consumo del IDAAN con 6.30 l/s, módulos pecuarios del FCA con 0.56 l/s, FCA en ganado en pastoreo 0.24 l/s y el consumo del ganado en pastoreo de la finca Icaco con 0.11 l/s. lo que nos da un consumo total de 373.3 l/s.

**CUADRO XIII: DEMANDA DE AGUA DE LOS USUARIOS DE LA QUEBRADA LA BERRONA.**

Usos	Consumo en l/s		Uso real en l/s
Sandía	Tanque Tipo "A" en l/s	32.76	3.33
Vivero de Palma Aceitera		20.37	26.39
Sorgo		58.24	
Arroz		254.78	
	<b>Consumo</b>		
IDAAN Población 2722*200		6.30	15.77
FCA Módulos		0.56	2.4
FCA Animales en pastoreo		$297*70=0.24$	
Animales en pastoreo en finca Icaco		$130*70= 0.11$	
<b>Total</b>		<b>373.36</b>	

**CUADRO XIV: RESULTADOS DE LOS CONSUMOS DE AGUA DE LAS AREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLE PARA DIFERENTES CULTIVOS, Y PARA CONSUMOS PECUARIOS Y DOMÉSTICO**

USOS	Tanque A l/s	
<b>EMPARAD</b>		
Sandía 40 has		145.59
Arroz 78 has		425.85
Vivero de Palma Aceitera 20 has		20.37
<b>Facultad de Ciencias Agropecuarias</b>		
Arroz 120 has		436.80
Maíz 8.61 has		20.84
<b>Finca ICACO</b>		
Arroz 137 has		498.65
Sorgo 16 has		58.24
Maíz 86		313.03
<b>Demanda Pecuaria</b>		
<b>Facultad de Ciencias Agropecuaria</b>		<b>Demanda en l/s</b>
Vacas 204 has	612 *70 l	0.50
Cabras 1 has	30*40 l	0.01
Módulos		0.56
<b>Finca Icaico</b>		
Vacas 59 has	177x70 l=12390 l/día	0.14
<b>Para Uso Domestico</b>		
Facultad instalaciones	946 Personas 946* 25 l =2.650 l 4 horas turno	0.55
Cárcel pública	950 reclusos $950 *1.7*10^{-3}=1.65$ l/s	1.65
IDAAN	3143 *200	7.28
<b>Total l/s</b>		<b>1930.06</b>

Demanda de agua potencialmente irrigable para todas las áreas del recorrido de la quebrada, EMPARAD cuenta con 138 hectáreas (MIDA, 2007), la Facultad de Ciencias Agropecuarias con 333.61 ha del área cultivada para producción pecuaria y agrícola (Villarreal, NF.1997) y la finca Icaco con 298 hectáreas (Tejeira, G. 2013), además para calcular el consumo del IDAAN se realizó una proyección de población del corregimiento de Chiriquí hasta el año 2020 con datos de la contraloría de los Censos de Población y Vivienda del año 2010; por otra parte en los próximos días el IDAAN ubicado en el corregimiento de Chiriquí va a aumentar la demanda de agua debido a construcción de la cárcel pública de Chiriquí ubicada en Llano Icaco y esta institución tiene que abastecer una demanda de agua de 950 reclusos según (Madrid, M. 2007).

Se calculó el uso consuntivo de agua de los cultivos, donde se utilizaron los datos de la estación climatológica que está ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias con sede en Chiriquí, para cada cultivo utilizando la metodología de ETP de tanque tipo "A" y de García López y la De Blanney Criddle estos dos últimos los resultados los podemos encontrar en los anexos 4, 5, 6, 7. También se tomo en cuenta la demanda de agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente de las instalaciones donde se imparten clase y las oficinas ya que esta demanda la suple el IDAAN y si hay problemas de abastecimiento la fuente mas optima para abastecer, sería la de la quebrada La Berrona. Como mencionamos anteriormente en el XIII solo se calculó la

demanda de agua de los terrenos que se cultivaron en la época seca, y los consumos del IDAAN y la Facultad De Ciencias Agropecuarias que utilizan turbinas para extraer el agua de la quebrada la Berrona. Por otro lado a Facultad de Ciencias Agropecuarias solo utiliza el agua de la Berrona para abastecer a los módulos pecuarios, que son el módulo lechero, cría y ceba, avícola, porcino y caprino.

En el cuadro XIV se cálculo el consumo de agua de todos los usuarios si ellos decidieran cultivar todas las áreas que cuenta en cada finca en la época seca, ya que estos usuarios solo cultivaron sandía y un vivero de palma aceitera en este caso para la EMPARAD, arroz y sorgo para la finca Icaco. Además se toma en cuenta la posible demanda de agua que va a tener la cárcel pública de David que se va a construir en Llano Icaco, además hay que tomar en cuenta la demanda de la facultad ya que las instalaciones donde se imparten clase la abastece el IDAAN y si hay problema de abastecimiento, la quebrada la Berrona seria la fuente más confiable que podría abastecer la demanda que requerirá las instalaciones. Por otra parte se calculó la cantidad de ganado que puede soportar las tierras donde se práctica la ganadería en las dos finca ganaderas que utilizan el agua de la Berrona para consumo animal que son la Facultad y la finca Icaco.

**CUADRO XV: COMPARACION ENTRE EL CONSUMO TEORICO Y CONSUMO REAL DE AGUA EN LAS AREAS PECUARIOS DE FACULTAD**

Módulos	Enero en l/s		Febrero en l/s		Marzo en l/s		Abril en l/s	
	Medidor	Consumo teórico	Medidor	Consumo teórico	Medidor	Consumo teórico	Medidor	Consumo teórico
Avícola	0.05	0.17	0.03	0.19	0.05	0.19	0.06	0.17
Cría Y Ceba	0.04	0.04	0.03	0.05	0.02	0.05	0.04	0.09
Lechería	0.18	0.07	0.14	0.07	0.14	0.07	0.18	0.07
Porcino		0.15	0.29	0.23	0.25	0.23	0.28	0.37
<b>Total</b>	<b>0.27</b>	<b>0.47</b>	<b>0.49</b>	<b>0.54</b>	<b>0.46</b>	<b>0.54</b>	<b>0.56</b>	<b>0.70</b>

En el cuadro XV se hace una comparación del consumo de agua calcularlo por el medidor volumétrico y por el uso potencial con los inventarios realizados en cada módulo, cabe destacar que utilizando el medidor se calculó todos los como de matanza del área avícola, cabe destacar que aquí no se calculo en consumo del ganado que está en los potreros porque bebe en una fuente natural.

Los consumos de agua, para lavar las instalaciones o equipos y los días de matanza del área avícola, cabe destacar que aquí no se calculo en consumo del ganado que está en los potreros porque bebe en una fuente natural.

#### **4.5 Capacidad de Conducción de la Quebrada La Berrona**

Durante la investigación se realizaron aforos por pendiente hidráulica y por vertedero tipo compuerta con secciones rectangulares, además, se obtuvieron antecedentes de aforos que había realizado preliminarmente en el departamento de suelo y aguas de la Facultad, se encontraron uno por método de flotador que arrojó un caudal de 800 l/s y otro por el método de molinete que arrojó un caudal de 647 l/s como lo muestra el cuadro XVI.

**CUADRO XVI: FORMULARIO DEL CÁLCULO DE AFORO DE LA QUEBRADA LA BERRONA**

Lugar: quebrada la Berrona			Fecha 10 de abril del 2006						
Estación	profundidad	Profundidad de observación	revoluciones	tiempo en seg	en el punto	media en la vert	área	ancho	caudal m <sup>3</sup> /s
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.50	0.20	11	40	0.19	0.19	0.25	0.50	0.048
1	0.56	0.22	19	40	0.32	0.32	0.28	0.50	0.090
1.5	0.54	0.22	13	40	0.22	0.22	0.27	0.50	0.060
2	0.53	0.21	14	40	0.24	0.24	0.26	0.50	0.062
2.5	0.51	0.20	16	40	0.27	0.27	0.25	0.50	0.070
3.0	0.50	0.20	18	40	0.31	0.31	0.25	0.50	0.078
3.5	0.46	0.18	15	40	0.26	0.26	0.23	0.50	0.060
4.	0.44	0.18	15	40	0.26	0.26	0.22	0.50	0.057
4.5	0.39	0.16	14	40	0.24	0.24	0.20	0.50	0.048
5	0.33	0.13	12	40	0.21	0.21	0.17	0.50	0.036
5.5	0.26	0.10	14	40	0.24	0.24	0.13	0.50	0.031
6	0.18	0.07	6	40	0.10	0.10	0.07	0.37	0.007
6.23	0	0	00	0	0	0	0	0	0.647 m <sup>3</sup> /s

**CUADRO XVII: RESULTADO DEL AFORÓ DE LA QUEBRADA LA BERRONA POR LA METODOLOGÍA DE MANNING EN LA BOCATOMA DE LA BERRONA**

LUGAR: BOCA TOMA DE LA BERRONA    Coeficiente de Manning=0.080

Coordenadas: 0354004 E  
0930114 N

EST.	Profundidad	Ancho	Área en m <sup>2</sup>	Perímetro en m
0.00	0	0	0	0
0.50	0.70	0.30	0.11	0.76
1.00	0.72	0.50	0.36	0.50
1.50	0.74	0.50	0.37	0.50
2.00	0.74	0.50	0.37	0.50
2.50	0.73	0.50	0.36	0.50
3.00	0.71	0.50	0.35	0.50
3.5	0.77	0.50	0.38	0.51
4.00	0.79	0.50	0.39	0.50
4.50	0.60	0.50	0.30	0.58
5.00	0.45	0.50	0.1125	0.67
5.50	0	0	0	0
total			3.10	5.52

Radio Hidráulico=0.56

Pendiente= 0.0075

Caudal=2.28 m<sup>3</sup>/s

El aforó realizado fue por la metodología de pendiente hidráulica el coeficiente de n de rugosidad de las paredes y fondo del lecho utilizado se obtuvo de la Anexo 15 con las condiciones observadas en el área donde se hizo la prueba. Y en el cuadro XVII se puede observar los cálculos donde se obtuvo un caudal de 2.28 m<sup>3</sup>/s

**CUADRO XVIII: RESULTADO DEL AFORO DE LA QUEBRADA LA BERRONA POR LA METODOLOGÍA DE MANNING EN BOMBA DE AGUA**

LUGAR BOMBA DE AGUA DE LA FCA    Coeficiente de manning= 0.060

COORDENADAS: 0352958 E  
0928638N

EST.	Profundidad	Ancho	Área en m <sup>2</sup>	Perímetro en m
0.00	0	0	0	0
0.50	0.08	0.50	0.02	0.51
1.0	0.108	0.50	0.054	0.50
1.50	0.186	0.50	0.093	0.51
2.0	0.254	0.50	0.127	0.50
2.50	0.26	0.50	0.130	0.50
3.00	0.2785	0.50	0.139	0.50
3.50	0.315	0.50	0.158	0.50
4.00	0.32	0.15	0.024	0.38
total			0.75	3.90

Radio hidráulico=0.19            pendiente =0.0227            caudal =0.622 m<sup>3</sup>/s

El aforó que se realizó fue por la metodología de Manning o por pendiente hidráulica. El coeficiente de n utilizado se obtuvo del anexo 17 con las condiciones observadas en el área donde se hizo la prueba. El cual arrojó un caudal de 0.622 m<sup>3</sup>/s como lo muestra el cuadro XVIII el cual se utilizó el nivel existente en el agua.

#### 4.5.1 Aforo del Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en Finca Icaco

Ancho de la compuerta: 1.96 m

Altura del espejo de agua: 1.28m

$$Q=0.61 A\sqrt{2gh}$$

$$Q=0.12 \text{ m}^3/\text{s}$$



**FÍGURA 8: Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares Ubicada Sobre la Quebrada La Berrona**

Esta compuerta está colocada en la quebrada la Berrona como se muestra en la figura 8 y con esta se controla el paso del agua a la compuerta que esta sobre el canal que conduce a los regadíos y con ella se debe controlar el caudal ecológico pero al momento de hacer el aforo la compuerta estaba cerrada y pasa agua por la compuerta por algunos espacios disponible que tiene la misma. Así que el arrojo un caudal de  $0.120 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.5.2 Aforo del Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en la Compuerta 2 en Finca Icaco

Ancho de la compuerta: 1.68 m

Altura del espejo de agua:

1.25m

$$Q=0.61 A\sqrt{2gh}$$

$$Q=2.48 \text{ m}^3/\text{s}$$



**FÍGURA 9: Vertedero Tipo Compuerta con Secciones Rectangulares en la Compuerta 2 en Finca Icaco**

Esta compuerta se encuentra, como lo muestra la figura 9, sobre el canal de conducción de agua que riega los cultivos de sorgo y arroz y desemboca en una laguna de agua que se encuentra en medio de la finca Icaco. Además de este canal toman agua el ganado vacuno que cuenta esta finca, el cual arrojo un caudal de  $2.41 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.6 Consumo de Electricidad

En el cuadro XIX se puede apreciar el consumo de electricidad de la bomba ubicada en la Berrona donde se consume en promedio 728.09 kWh a la semana. Este medidor está ubicado en la estación de bombeo de la Berrona, las lecturas se hicieron todos los lunes durante la ejecución de esta investigación hasta el 1 de mayo del 2013.

**CUADRO XIX: CONSUMO DE ENERGÍA DEL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADO EN LA BERRONA KWH**

Fecha	Lectura	Consumo kWh
04/02/13	83021	
14/02/13	83799	778
25/02/13	84697	898
04/03/13	85257	560
11/03/13	85905	648
18/03/13	86532	627
25/03/13	87157	625
09/04/13	88233	1076
15/04/13	88933	700
21/04/13	89626	693
29/04/13	90323	697
06/05/13	91030	707
		728.09 *0.14 B/= 101.93 semanal

#### 4.6.1 Aforó por el Método Directo de la Bomba de Extracción de Agua Ubicada en la Quebrada La Berrona

El aforó se realizó 25 veces en 7 días de lunes a domingo ya que la limpieza del filtro se realiza todos los miércoles. Para determinar si la acumulación de sedimento podría afectar los resultados como lo muestra el cuadro XX

**CUADRO XX: AFORO DEL TANQUE DE RESERVA DE LA FACULTAD**

Número de veces	Tiempo en segundos	Cantidad en litros	Número de veces	Tiempo en segundos	Cantidad en litros
1	61.8	200	20	64	200
2	74.8	200	21	64	200
3	101.5	200	22	95	200
4	100.9	200	23	86	200
5	58.8	200	24	88	200
6	105.0	200	25	85	200
7	98	200	Promedio	82.632 s	
8	96	200	Cantidad	2.4 l/s	
9	96	200	cantidad	142.2 l/min	
10	93	200	Cantidad	207360 l/día	
11	84	200		207.36 m <sup>3</sup> /día	
12	81	200			
13	80	200			
14	80	200			
15	77	200			
16	77	200			
17	75	200			
18	80	200			
19	64	200			

En el anexo 17 se puede ver la ficha técnica de la bomba de extracción de agua de La Berrona.

#### 4.7 Levantamiento del Perfil Longitudinal de la Quebrada La Berrona

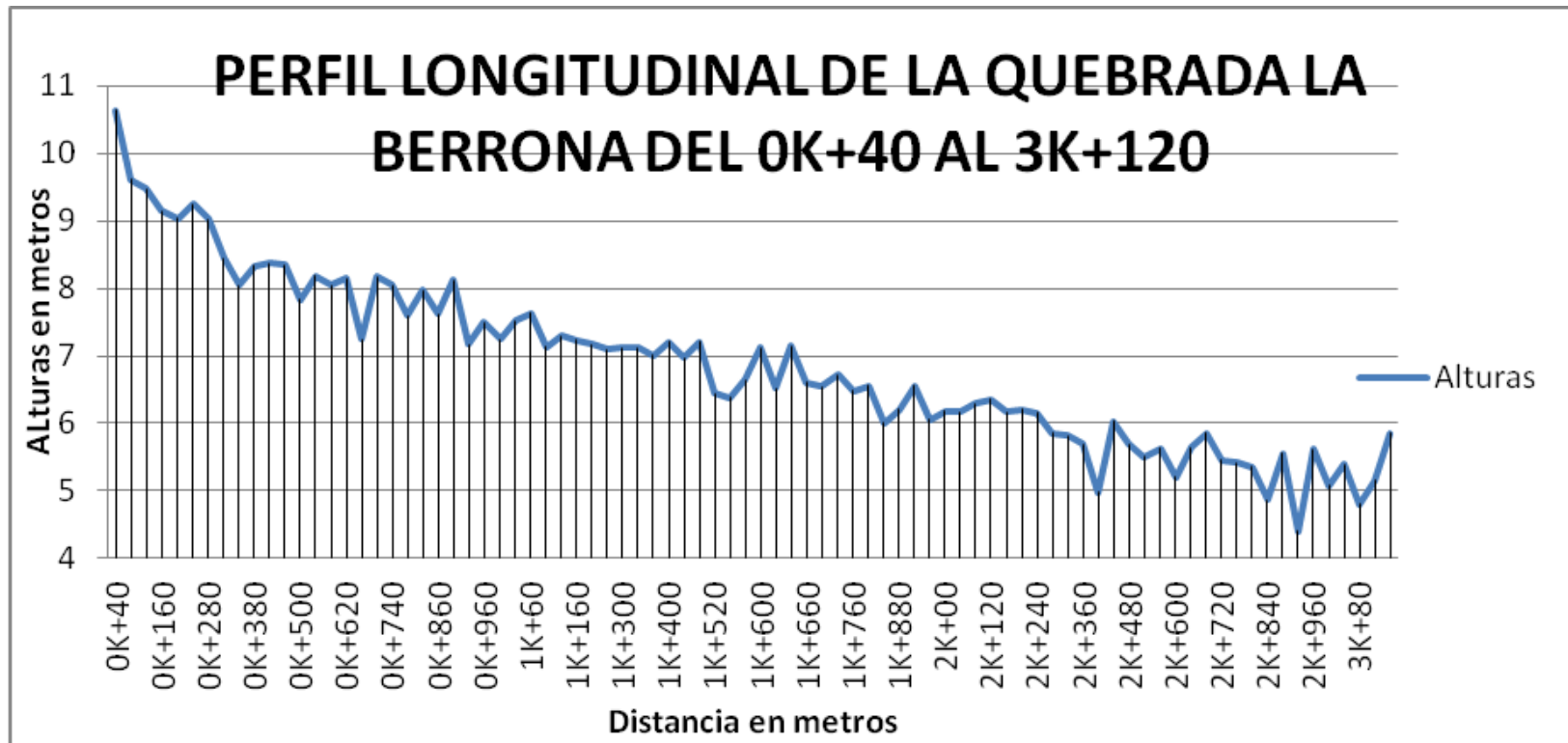
EL levantamiento fue realizado en el año 1996 por Ing. Villareal el cual inició en la carretera interamericana y terminó al final de la parcela 7 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con sede en Chiriquí con estaciones cada 40 m y 20 m en el cual se pueden observar diferente alturas y la pendiente que esta lleva en su recorrido. En el gráfico 1 se puede apreciar el perfil del suelo y en el cuadro XXI la altura y las pendiente.

**CUADRO XXI: LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL DE LA QUEBRADA LA BERRONA**

	Altura en m	Pendiente m/m		Altura en m	Pendiente m/m		Altura en m	Pendiente m/m
0K+40	10.64	0.026	1K+00	7.25	0.014	2K+00	6.18	0.000
0K+80	9.61	0.003	1K+20	7.52	0.006	2K+40	6.17	0.003
0K+120	9.47	0.008	1K+60	7.63	0.013	2K+80	6.29	0.002
0K+160	9.15	0.003	1K+100	7.13	0.004	2K+120	6.36	0.005
0K+200	9.03	0.005	1K+140	7.29	0.003	2K+160	6.17	0.001
0K+240	9.24	0.006	1K+160	7.23	0.001	2K+200	6.2	0.001
0K+280	9.02	0.014	1K+220	7.17	0.002	2K+240	6.15	0.008
0K+320	8.45	0.010	1K+260	7.09	0.001	2K+280	5.85	0.001
0K+360	8.05	0.014	1K+300	7.12	0.000	2K+320	5.82	0.003
0K+380	8.33	0.001	1K+340	7.12	0.003	2K+360	5.69	0.018
0K+420	8.37	0.000	1K+364	7.01	0.006	2K+400	4.98	0.026
0K+460	8.35	0.013	1K+400	7.21	0.006	2K+440	6.03	0.009
0K+500	7.83	0.009	1K+440	6.97	0.006	2K+480	5.69	0.005
0K+540	8.18	0.003	1K+480	7.21	0.019	2K+520	5.51	0.003
0K+580	8.05	0.002	1K+520	6.44	0.002	2K+560	5.63	0.011
0K+620	8.14	0.023	1K+560	6.38	0.006	2K+600	5.21	0.011
0K+660	7.24	0.023	1K+580	6.64	0.024	2K+640	5.64	0.006

	Altura en m	Pendiente m/m		Altura en m	Pendiente m/m		Altura en m	Pendiente m/m
0K+700	8.17	0.003	1K+600	7.12	0.026	2K+680	5.86	0.010
0K+740	8.05	0.012	1K+622.90	6.52	0.037	2K+720	5.45	0.001
0K+780	7.59	0.010	1K+640	7.15	0.027	2K+760	5.42	0.002
0K+820	7.97	0.009	1K+660	6.61	0.002	2K+800	5.35	0.012
0K+860	7.62	0.013	1K+700.55	6.54	0.004	2K+840	4.87	0.017
0K+900	8.12	0.024	1K+740	6.72	0.012	2K+880	5.55	0.028
0K+940	7.17	0.008	1K+760	6.48	0.002	2K+920. 85	4.41	0.031
0K+960	7.49	0.006	1K+800	6.55	0.014	2K+960	5.62	0.014
			1K+840	6	0.005	3K+00	5.08	0.008
			1K+880	6.21	0.009	3K+40	5.39	0.015
			1K+920	6.56	0.013	3K+80	4.81	0.009
			1K+960	6.05	0.003	3K+120	5.15	0.018
						3K+160	5.85	

**GRÁFICA 1: PERFIL TRANSVERSAL DE LA QUEBRADA LA BERRONA DEL 0K+00 AL 0K+960 INIACIAN EN ALCANTARILLA EN LA CARRETERA INTERAMERICANA**



Este perfil fue tomado por señor Villareal NF en enero de 1996 y es un perfil transversal del fondo de la quebrada la Berrona y se establecieron perfiles cada 40 y en algunos casos cada 20 m. el señor Villareal inicio en la carretera interamericana y termino al final de de los terrenos de la facultad en el camino y para eta grafica va del 0k+40 al 3k+80

## 5. CONCLUSIONES

- El caudal de riego de cada finca utilizando la ETP de tanque tipo “A” para cada cultivo que se cultivo en la época seca fue el más alto para el arroz con un caudal de 254.78 l/s, seguido con el sorgo con 58.24 l/s, sandia con 32.76 l/s y el vivero de palma aceitera con un módulo de 20.37 l/s.
- La uso real de cada cultivo fue de para sandia utilizan 3.33 l/s y el vivero de palma aceitera con 26.39 l/s y para el sorgo y arroz tiene una disponibilidad de agua de 2480 l/s
- El IDAAN tiene una bomba de extracción de agua ubicada en el brazo del río Chiriquí de 15.77 l/s, pero el consumo según la teoría debe ser de 6.30 l/s.
- La Facultad de Ciencias Agropecuarias extra por bombeo 2.4 l/s y el consumo mayor de agua fue en el mes de abril con un módulo de 0.56 l/s. para las instalaciones pecuarias es de 0.56 l/s y el consumo teórico mayor estimado se dio en el mes de abril con un modulo de 0.70 l/s.
- Cabe destacar que para la ganadería que está en pastoreo se necesita un módulo de 0.19 l/s y en finca Icaco de 0.11 l/s.

- El consumo potencial del agua para la EMPARAD en sandia es de 145.59 l/s, arroz 425.85 l/s, el vivero de palma aceitera 20.37 así que esta finca necesitara una disponibilidad de agua de la quebrada La Berrona de 591.81 l/s.
- El consumo potencial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para arroz 436.80 l/s, maíz 20.84 l/s, ganadería 0.50 l/s y cabras 0.01 l/s, instalaciones 0.55 l/s y módulos de 0.56 l/s así que esta finca necesitara una disponibilidad de agua de 459.26 l/s.
- El consumo de la finca ICACO para las áreas potencialmente irrigables es para arroz 498.65 l/s, sorgo 58.24 l/s, maíz 313.02 l/s, ganadera 0.14 l/s así que esta finca tiene que tener una disponibilidad de agua de 870.05 l/s.
- El IDAAN tiene una demanda teórica a futuro de la cárcel de 1.65 l/s y la comunidad de 7.28 l/s así que esta necesita una disponibilidad de agua de 8.93 l/s.
- El consumo potencial de todos los usuarios si explotaran todo su potencial productivo seria de 1930.06 l/s seria la demanda de los usuarios.

- La Facultad de Ciencias Agropecuarias tiene un consumo real medido con medidores volumétricos instalados de 0.06 l/s en el módulo avícola, en el modulo de cría y ceba de 0.04 l/s, y en el módulo de la lechería 0.18 l/s y en el módulo porcino de 0.28 l/s lo que hace un total de 0.56 l/s. y tiene una disponibilidad de 2.64 l/s.
- El mayor consumo teórico estimado del área avícola 0.17 l/s, en el módulo de cría y ceba de 0.09 l/s, en el módulo de lechería 0.07, y en el modulo porcino de 0.18 l/s lo que hace un total de 0.70 l/s.
- Los oferta de agua de La Berrona según los aforos realizados por pendiente hidráulica o la metodología de Manning arrojaron un caudal de 2280 l/s en la bocatoma de La Berrona y en la parte media se tiene una disponibilidad de 622 l/s.
- La finca Icaco sus estructuras están diseñadas para manejar un caudal de 2480 l/s.
- La falta de legalización en el uso del agua en la quebrada La Berrona por parte de los usuarios puede poner en riesgo el abastecimiento de agua a las fincas en un futuro próximo.

- La falta de fiscalización de las entidades públicas que tiene por función velar por la administración, inspección, control, capacitación, supervisión, provoca malos manejos en el uso del recurso hídrico.
- Con la sistematización del terreno en las áreas de riego se puede aumentar la eficiencia de riego y por ende reducir la demanda de agua hasta un 50 %.

## **6. RECOMENDACIONES.**

- Crear un comité donde se incluya todos los usuarios de la quebrada la Berrona para darle mayor mantenimiento y donde se hagan charla y convenios de apoyo a los productores para darle un uso eficiencia al agua.
- Realizar los trámites correspondientes de concesión del agua para legalizar a los usuarios de la quebrada y garantizar el flujo constante del agua por la quebrada.
- Realizar un estudio detallado del área de bocatoma del la Berrona para así garantizar el flujo constante del brazo del río para si no afectar al IDAAN.

- Realizar una ampliación del cauce de la Berrona para aumentar su nivel y garantizar la oferta de agua a los usuarios.
- Capacitar a los trabajadores de facultad del uso óptimo del agua para evitar desperdicios y fugas.
- Realizar los arreglos correspondientes de las instalaciones de agua dañadas y que contengan fugas para evitar desperdicios de agua.
- Crear un horario programar para el encendido y apagado de la bomba de extracción de agua ubicado en la Berrona para este caso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el cual tenga un uso diario mínimo de 6 horas y un máximo de 9 horas para así evitar desperdicio.

## 7. REFERENCIA

- ANAM. 2011. Plan Nacional de Gestión Integrada de Recurso Hídrico de la Republica de Panamá2010-2030. Editora Novo art S.A Panamá 165 pág.
- Camargo, j. 2013.Datos Generales Sobre La Instalación de IDAAN ubicado en el corregimiento de Chiriquí. Realizada el 20 de febrero del 2013
- Concepción, D; Cornejo, M.2000. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en las Américas. Panamá. Banco Interamericano de Desarrollo. Pág. 96
- Contraloría General De La Nación. Panamá. Resultados finales del censo del 2010 (en línea) consultado el 30 de abril del 2013 disponible en [http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=59&ID\\_PUBLICACION=357&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=13](http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=59&ID_PUBLICACION=357&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=13)
- FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación).2006. EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO. (EN LINEA) ROMA, ITALIA. 81 Pág. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
-

- Fernández, D; Martínez, M; Et all. 2009. Estimación de la Demanda de Consumo de agua ( En línea) Disponible en [www.coussa.mx](http://www.coussa.mx)
- Figueroa, I .1987 Efecto de seis frecuencia de riego en el rendimiento de y evapotranspiración del cultivo del frijol. Tesis sometida para optar por el título de ingeniero agrónomo. Universidad de San Carlos , Guatemala.
- IICA, 1985. Compendio de Agronomía Tropical. Editorial IICA. San José Costa Rica. 827 p.
- Instituto Nacional Tommy Guardia. Hoja topográfica N° 3741 III de David. Escala 1:50000. Color.
- Israelsen. O; Hansen, V. 1975. Principios Y Aplicación Del Riego. (EN LINEA).NEW YORK.USA. Ed. Reverte.83 pág. Disponible en : <http://books.google.com.pa/books?id=vRtPaU0QU8C&printsec=frontcover&dq=israelsen+y+hansen&hl=es&sa=X&ei=72jIUyC0B43SqwHhq4DgCw&ved=0CC4Q6AEwAA>
- LEME.2009. Evaluación de los Impactos Acumulativos y Sinérgicos Del Proyecto Dos Mares. Consultado en línea el 26 de mayo del 2013 disponible en [http://www.eib.org/attachments/pipeline/20080581\\_nts\\_es.pdf](http://www.eib.org/attachments/pipeline/20080581_nts_es.pdf)
- Linsley, R; Franzin, J. 1971. Ingeniería de Recurso Naturales. México, DF. Editorial CESCOA Pág. 499-507.

- Madrid, M.2013. Cárcel de David, hasta la Tusa. Crítica. Chiriquí.Pam.Jul, 5:p24.
- MIDA (Ministerio De Desarrollo Agropecuario Dirección Nacional De Reforma Agraria Panamá).2007. EDICTO No. 609-2007. La Gaceta Oficial Digital Panamá. 11 de octubre de 2007. N° 25896 pág. 19. solicitado a la Dirección de Reforma Agraria la adjudicación a título oneroso. En línea. Consultado el 16 de marzo del 2013. Disponible en [http://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/25896/GacetaNo\\_25896\\_20071011.pdf](http://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/25896/GacetaNo_25896_20071011.pdf)
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía, CR). 2004. Manual Técnico Del Departamento De Aguas. La Gaceta Oficial.20 de mayo del 2004 N°98. En Línea. Consultado el 15 de marzo del 2013. disponible en <http://www.dse.go.cr/es/02ServiciosInfo/Legislacion/PDF/Ambiente/Aguas/ManualTecnicoDpto.pdf>
- PRESA, S.A.1980.Estudio Agrologico de las Tierras Patrimoniales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Provincia de Chiriquí. Informe Final. Panamá. 50 pág.
- Sánchez, J. 1999 Uso Consuntivo Del Cultivo Aguacate: Metodología Blanney y Criddle Modificada Relacionando Fenología y Precipitación. Consultado en línea el 25 de julio del 2013, disponible en [http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4\\_p201.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p201.pdf)

- Tabora F; Basterrechea M, et all. 2001. Situación De Los Recursos Hídricos En Centroamérica: Hacia Una Gestión Integrada. Asociación Mundial para el Agua. Consultado en Línea el día 30 de julio del 2013. Disponible en [http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM\\_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf)
- Tejeira, G.2013. Datos Generales de finca Icaco. (entrevista) Llano Icaco, David Chiriquí. Realizada el 20 de abril del 2013
- Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación Ciencia y la Cultura), 2013.Cultura del agua. consultado en línea. El día 5 de julio del 2013 disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/aquaycultura/es/inicio/cultura-del-agua.html>.
- UNESCO. 1984. Agua, Vida y Desarrollo. Manual De Uso Y Conservación De Agua En Zonas Rurales De América Latina Y El Caribe. Argentina. Tomo 1. Editorial Mendoza. 105 pág.
- Uso no consuntivo del agua documento consultado en línea disponible en [http://cmapserv.unavarra.es/rid=1231848991203\\_867374275\\_25748/DEFINICI%C3%93N%20Y%20DIFERENTES%20USOS%20DEL%20AGUA.doc](http://cmapserv.unavarra.es/rid=1231848991203_867374275_25748/DEFINICI%C3%93N%20Y%20DIFERENTES%20USOS%20DEL%20AGUA.doc)

- Villareal, NF.1997. Chiriquí, Panamá. Terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.1 Mapa. Escala 1:20000. Blanco y negro. Facultad de Ciencias Agropecuaria.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1. DOTACIONES DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO POBLACIONAL

Zona Rural	200 l/ Día/Persona	
Zona Urbana	300 l/ Día/Persona	
Zona Turística	350 l/ Día/Persona	
<b>DOTACIONES PARA USO DOMESTICOS UNIPERSONAL</b>		
Todas La Zonas Promedio De 6 Personas Por Vivienda	0.02 l/Segundo/Vivienda	
PARA 1-10 PERSONAS	250 l/Día/ Persona	
<b>DOTACIONES PARA DE USO DOMESTICO</b>		
Servicio	Especificación	Consumo
OFICINAS	Cualquier Tipo	20 l/m <sup>2</sup> /día
Comercio	Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día
	Mercados	100 l /puesto/día
	Baños públicos	300 l/bañista/regadera /día
	Lavandería de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Salud	Hospitales, clínicas y centro de salud	800 l/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 l/huésped/día
Educación y cultura	Educación primaria	20 l/alumno/turno
	Educación media y superior	25 l/alumno/turno
	Exposiciones temporales	10 l/asistencia/día
Recreación	Alimento y bebidas	12 l/comida
	Entretenimiento	6 l/asiento/día
	Circo y ferias	10 l/asiento/ día
	Dotación para animales en su casa	25 l/animal/día
	Recreación social	25 l/asistente/día
	Deporte al aire libre con baño y vestidores	150 l/asistente/día
	Estadios	10 l/asiento/día
Alojamiento	Hoteles, moteles y casa huésped	30 l/huésped/día
Seguridad	Reclusorios	150 l/persona/día
	cuarteles	150 l/ interno/día
Comunicación y transporte	Estaciones de transporte	10 l /pasajero día
	Estacionamiento	2 l/m <sup>2</sup> /día
Industrias	Industria donde se manipules materiales y sustancia que ocasionen manifiesto deseado	100 l/trabajador
	Otras industrias	30 l/trabajador
Espacios abiertos	Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día

### CONTINUACIÓN Cuadro 1.

<b>DOTACIONES PARA DE USO DOMESTICO</b>		
Comercio	Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día
	Mercados	100 l /puesto/día
	Baños públicos	300 l/bañista/ regadera /día
	Lavandería de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Salud	Hospitales, clínicas y centro de salud	800 l/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 l/huésped/día
Educación y cultura	Educación primaria	20 l/alumno/turno
	Educación media y superior	25 l/alumno/turno
	Exposiciones temporales	10 l/asistencia/día
Recreación	Alimento y bebidas	12 l/comida
	Entretención	6 l/asiento/día
	Circo y ferias	10 l/asiento/ día
	Dotación para animales en su casa	25 l/animal/día
	Recreación social	25 l/asistente/día
	Deporte al aire libre con baño y vestidores	150 l/asistente/día
	Estadios	10 l/asiento/día
Alojamiento	Hoteles, moteles y casa huésped	30 l/huésped/día
Seguridad	Reclusorios	150 l/persona/día
	cuarteles	150 l/ interno/día
Comunicación y transporte	Estaciones de transporte	10 l /pasajero día
	Estacionamiento	2 l/m <sup>2</sup> /día
Industrias	Industria donde se manipules materiales y sustancia que ocasionen manifiesto deseado	100 l/trabajador
	Otras industrias	30 l/trabajador
Espacios abiertos	Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día
	<b>Dotación para uso pecuario</b>	
	Equino y bovino	70 l/día/cabeza
	Ovejas, cabras, terneros	40 l/día/cabeza
	Cerdos	15 l/día/cabeza
	Pollos	250 l/día/1000 pollos
	Conejos	350 l/día/1000 conejos
	Gallinas ponedor	350 l/día/ 1000 gallinas

### CONTINUACIÓN Cuadro 1.

<b>Dotaciones para lavado instalaciones agropecuarias</b>		
Lecherías vacunos	130 l/ día/cabezas	
Porquerizas	65 l/día /cabezas	
Mataderos vacunos	3000 l/día cabezas	
Mataderos porcinos	2000 l/día/ cabezas	
Mataderos de aves	20 l/día /ave	
Proceso industrialización de carne	10 l/kilo procesado	
Producción peces Truchas y tilapias	0.006 lps/m <sup>2</sup> espejo de agua	
Planta procesadora de lácteos	2000 l/tonelada procesada/día	
Producción de conservas	20.000 l/toneladas /día productos	
Ingenio producción de azúcar	75.000 l/tonelada/día	
Producción de sábila	1.10 l/ kg/procesado	
Beneficiado de café	1000 l/faena procesada	
Producción fertilizantes	0.58 l agua/ kg de fertilizantes	
<b>Dotación para usos industriales</b>		
Producción de bebidas alcohólicas	20.000 l /1000 l/bebida	
Producción de bebidas no alcohólicas y empaque de agua embotellada	1500 l/ 1000 l/bebida	
Producción de hielo	180 l/marqueta 1.00 l/1kg de hielo	
Lavandería de ropa	10.000 l /tonelada/día	
Panadería	2270 l/tonelada/ día	
Producción de papel	250.000 l/tonelada/día	
Producción de textiles	50.000 l/tonelada/día	
Producción de levadura	112.000 l/tonelada/día	
Curtidos de pieles	55.000 l/tonelada/día	
Construcción	400.00 lps/m <sup>3</sup> /mezcla (concreto) 306.00 lps/m <sup>3</sup> mortero	
Proceso materiales de quebrador de piedras	681 l/m <sup>3</sup> procesados en 12 horas	
Lavado de vehículos 300 l/auto		
<b>Dotaciones para uso turístico</b>		
Hoteles y clubes	400 l/ persona/día	
Parque de diversiones, recreación y restaurante	150 l/ persona/día	
Piscinas	Sin recirculación volumen/8 horas Con recirculación 40.000 l/ persona/día	
Domesticas	Volumen /24 horas	

Fuente: MINAE, 2004

**ANEXO 2: POBLACIÓN SERVIDA POR EL IDAAN EN EL CORREGIMIENTO DE CHIRIQUÍ**

Lugares	Sin Agua Potable	Total	Hombres	Mujeres
Buena Vista	13	46	27	19
Chiriquí	31	2,429	1,263	1,166
La Gloria O La Lajita	0	97	48	49
La Maltes	2	13	8	5
La Piedra	4	53	18	35
Paja Blanca	6	140	67	73

**Contraloría 2010**

**ANEXO 3. RESULTADOS DE LA EVAPORACIÓN POTENCIAL  
CALCULADOS POR LOS METODOS TANQUE TIPO A,  
BLANNEY-CRIDDLE, GARCÍA LÓPEZ**

	<b>Tanque A</b>	<b>Blanney-Criddle</b>	<b>García López</b>
	<b>(mm/día)</b>	<b>(mm/día)</b>	<b>(mm/día)</b>
Enero	4.83	5.75	5.22
Febrero	5.87	6.06	5.85
Marzo	5.99	6.45	5.93
Abril	5.23	6.62	5.55
Mayo	3.71	6.46	4.82
Junio	3.19	6.33	4.54
Julio	3.32	6.28	4.51
Agosto	3.15	6.19	4.47
Septiembre	3.03	6.00	4.35
Octubre	2.80	5.78	4.28
Noviembre	3.03	5.65	4.26
Diciembre	3.31	5.64	4.56

**ANEXO 4: DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE GARCÍA - LÓPEZ**

	ICACO								EMPARAD							
	Sorgo				Arroz				Palma aceitera				Sandía			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55
Coefficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.65	4.10	4.15	3.89	5.48	6.14	6.23	5.83	3.13	3.51	3.56	3.33	3.65	4.10	4.15	3.89
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	84	94	78	24	141	151	142	82	68	77	59	7	84	94	78	24
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.20				1.80				0.59				1.20			
Demanda real del riego	57.65 en 16 has y 8 horas				252.23 en 70 has y 12 horas				20.17 en 20 has y 14 horas				32.43 en 9 has y 8 horas			
Total en l/s	279.88								52.6							

**ANEXO 5. DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS CULTIVADAS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE BLANNEY - CRIDDLE**

	ICACO								EMPARAD							
	Sorgo				Arroz				Palma Aceitera				Sandia			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62
Coefficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.60	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	4.03	4.24	4.52	4.63	6.04	6.36	6.77	6.95	3.45	3.64	3.87	3.97	4.03	4.24	4.52	4.63
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	96	98	89	46	158	157	159	116	78	81	69	26	96	98	89	46
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.34				2.01				0.66				1.34			
Demanda real del riego l/s	64.36 en 16 has y 8 horas				281.58 en 70 has y 12 horas				22.52 en 20 has y 14 horas				36.20 en 9 has y 8 horas			
Total en l/s	345.94								58.72							

**ANEXO 6: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE GARCÍA- LÓPEZ**

	ICACO								EMPARAD							
	Sorgo				Arroz				Palma Aceitera				Sandía			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55
Coeficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.60	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.65	4.10	4.15	3.89	5.48	6.14	6.23	5.83	3.13	3.51	3.56	3.33	3.65	4.10	4.15	3.89
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	84	94	78	24	141	151	142	82	68	77	59	7	84	94	78	24
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.20				1.80				0.59				1.20			
Demanda real del riego l/s	57.65 en 16 has y 8 horas				493.65 en 137 has y 12 horas				20.17 en 20 has y 14 horas				144.13 en 40 has y 8 horas			
Total en l/s	551.20								164.3							

**ANEXO 6: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE GARCÍA- LÓPEZ (CONTINUACIÓN)**

	Facultad de Ciencias Agropecuarias								EMPARAD				ICACO			
	Maíz				Arroz				Arroz				Maíz			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55	5.22	5.85	5.93	5.55
Coefficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	3.65	4.10	4.15	3.89	5.48	6.14	6.23	5.83	5.48	6.14	6.23	5.83	3.65	4.10	4.15	3.89
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	84	94	78	24	141	151	142	82	141	151	142	82	84	94	78	24
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.20				1.80				1.80				1.20			
Demanda real del riego l/s	20.66 en 8.61 has y 12 horas				432 en 120 has 12 horas				421.59 en 78 has y 8 horas				309.88 en 86 has y 8 horas			
Total en l/s	452.66								421.59				309.88			

**ANEXO 7: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE BLANNEY-CRIDDLE**

	ICACO								EMPARD							
	Sorgo				arroz				Palma Aceitera				Sandía			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28.	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62
Coeficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.60	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	4.03	4.24	4.52	4.63	6.04	6.36	6.77	6.95	3.45	3.64	3.87	3.97	4.03	4.24	4.52	4.63
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	96	98	89	46	158	157	159	116	78	81	69	26	96	98	89	46
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.31				1.96				0.64				1.31			
Demanda real del riego l/s	62.71 en 16 has y 8 horas				536.94 en 137 has y 12 horas				21.94 en 20 has y 14 horas				156.77 en 40 has y 8 horas			
Total en l/s	599.11								178.71							

**ANEXO 7: DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA LAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGABLES  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE ETP DE BLANNEY-CRIDDLE (CONTINUACION)**

	Facultad de Ciencias Agropecuarias								EMPARAD				ICACO			
	Maíz				Arroz				Arroz				Maíz			
	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A	E	F	M	A
Número de días/mes cultivo	31	28	31	30	31	28	31	30	31	28.	31	30	31	28	31	30
Evapotranspiración potencial (mm/día)	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62	5.75	6.06	6.45	6.62
Coeficiente de cultivo	0.70	0.70	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración del cultivo (mm/día)	4.03	4.24	4.52	4.63	6.04	6.36	6.77	6.95	6.04	6.36	6.77	6.95	4.03	4.24	4.52	4.63
Precipitación efectiva (mm)	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93	29	21	51	93
Demanda mensual (mm)	96	98	89	46	158	157	159	116	158	157	159	116	96	98	89	46
Eficiencia de riego (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Modulo de riego (l/s/ha)	1.31				1.96				1.96				1.31			
Demanda real del riego l/s	22.56 en 8.61 has y 12 horas				470.40 en 120 has y 12horas				458.55 en 78 has y 8 horas				337.06 en 86 has y 8 horas			
Total en l/s	492.96								458.55				337.06			

**ANEXO 8: COEFICIENTE DE CONSUMO Kc PARA DIFERENTES CULTIVOS**

Aguacate	0.53
Arroz	1.05
Banano	0.90
Cacao	0.73
Café	0.75
Caña azúcar	0.85
Cítricos	0.60
Chayote	0.70
Flores*	0.70
Frijoles	0.65
Maíz	0.70
Sandía-Melón	0.70
Palma Africana	0.60
Papa	0.70
Pastos	0.80
Hortalizas	0.70
Sorgo	0.70
Tabaco	0.75
Tomate	0.70
Frutales	1.00
Cebolla	0.90
Tubérculos	0.70

Fuente: MINAE, 2004

**ANEXO 9: EFICIENCIA DEL RIEGO SEGUN LOS METODOS DE APLICACIÓN DE AGUA**

Aspersión o Presurizado:	70%
Rotor y/o Spray • Micro aspersión	70%
• Goteo	90%
• Gravedad	40%

FUENTE MINAE, 2004

**ANEXO 10 PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS DE LUZ SOLAR CON RESPECTO AL TOTAL ANUAL HASTA 12° DE LATITUD NORTE**

Latitud Norte	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic.
12°	8.08	7.40	8.44	8.43	8.84	8.64	8.90	8.78	8.27	8.28	7.85	8.05
10°	8.11	7.40	8.44	8.43	8.81	8.57	8.84	8.74	8.26	8.29	7.89	8.08
8°	8.13	7.41	8.45	8.39	8.75	8.51	8.77	8.70	8.25	8.31	7.89	8.11
6°	8.19	7.49	8.45	8.39	8.73	8.48	8.75	8.69	8.25	8.41	7.95	8.19
4°	8.20	7.58	8.46	8.33	8.65	8.40	8.67	8.63	8.21	8.43	7.95	8.20
2°	8.43	7.62	8.47	8.22	8.51	8.25	8.52	8.50	8.20	8.45	8.16	8.42
0°	8.49	7.67	8.49	8.22	8.49	8.22	8.79	8.49	8.19	8.49	8.22	8.49

FUENTE: IICA, 1985.

**ANEXO 11: DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL TANQUE EVAPORÍMETRO EN MM/DÍA DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

AÑOS	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1984				6.02	4.84	3.50	4.31	4.26	3.87	4.17	3.81	3.81
1985	6.95	9.26	9.72	7.23	4.94	4.44	4.14	3.83	4.11	4.76	4.35	4.77
1986	6.55	7.49	7.13	6.81	5.1	4.43	4.17	4.65	4.58	4.47	4.72	5.95
1987	8.30	8.66	7.43	5.96	5.21	4.75	3.83	4.78	4.81	3.59	5.02	5.23
1988	7.20	10.12	8.16		4.91	4.04	4.46	4.08	3.79	3.67	4.00	4.40
1989	6.33	7.35	10	7.89	5.7	3.96	4.26	3.98	4.60	3.74	4.14	4.48
1990	6.36	7.96	9.69	6.82	4.76	4.46	4.00	3.98	4.60	3.74	4.14	4.48
1991	5.83	7.96	6.87	6.24	4.37	3.9	4.05	4.25	4.10	4.60	4.32	4.90
1992	5.30	7.20	9.3	6.95	5.8	4.4	3.60	4.20	3.80		4.37	4.40
1993	6.20	6.80	7.4	5.5	4.3	3.9	3.80	4.02	4.08	3.54	4.60	4.17
1994	5.20		7.3	6.7	3.9	3.4	4.00	3.20	3.40	4.10	3.40	4.10
1995							3.34	3.88	3.67	3.11	3.57	
1996						3.62	3.70	3.69	3.83	3.33	3.05	3.76
1997							4.19	4.41	4.33	3.30	3.58	4.71
1998		6.46	8.34	6.3	4.74	4.07	3.59	3.65	3.04	3.78	4.07	3.45
1999				6.12	3.9	3.86	3.62	3.84	3.69	3.43		
2000	4.52	6.63	6.77	3.72	4.47	3.40	3.60	3.68	3.42	3.37	3.26	3.35
2001	5.06	7.91	6.92	6.7	3.81	3.64	4.47	4.00	3.43	3.10	2.63	3.17
2002	4.50	7.36	8.06	9.07	5.3	3.46	3.48	3.60	4.39	4.12	3.94	4.31
2003	6.21	6.75	6.53	5.54	4.05	3.38	4.09	4.50	4.10	4.12	3.83	4.27
2004	6.44	8.33	9.78	6.32	4.6	4.26	3.72	4.20	4.47	4.17	3.67	
2005	0.00	8.25	6.3	5.76	4.42	4.12	4.51	4.71	4.43	3.57	4.00	4.68
2006	5.56	8.70	8.19	6.47	5.17	4.34	4.43	4.41	4.72	4.24	4.35	5.48
Promedio	5.68	7.83	7.99	6.15	4.37	3.75	3.90	3.71	3.56	3.29	3.57	3.89

**ANEXO 12: DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA TEMPERATURA MEDIA EN °C DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct	Nov.	Dic.
1984				27.5	26.6	26.6	26.4	26	25.5	25.2	25.1	26.1
1985	26.1	27.1	28.2	27.6	26.7	26.4	25.7	25.1	25.1	25.1	25.3	26
1986	25.3	26.3	25.6								26.4	26.5
1987	27.1	28.5	28.5	28.6	27.8	27.5	27	26.8	26.9	25.8	26.4	26.3
1988	26.8											25.9
1989	26.9	27.2		28.7	27.4	26.6	26.7	26.6	26.4		26.3	26.1
1990	26.7	27.5	28.3	28.3	27.4	27.3	26.8	27	26.8	26.3	26.4	26.2
1991	26.4	27.4	28.2	27.8	27.2	27	27	26.7	26.6	26.3	26.3	26.6
1992	27.3	28.1	29.1	28.1	28.1	27.3	26.8	26.7	26.4	26.6	26.4	26.2
1993	26.5	27.1	27	28	28.3	27.3	27.1	26.8	26.2	26.6	26.4	26
1994	25.8	26.9	27.9	28.1	26.5	26.8	26.9	26.2	26.4	25.8	25.6	
1995												
1996							27	26.6	26.5	25.9	25.8	25.8
1997							28.8	28.4	27.6	27.7	26.9	27.4
1998	27.8	29.4	30.6	30.6	29.5	28	27	27.2	27.4	26.8	26.6	26.3
1999	26.4	27.2	27.8	27.4	27.3	26.8	27.2	26.8	26.4	26.5		
2000	27.2	27.5	27.5	27.8	27.4	26.4	26.4	26.2	26.3	26.9	26.6	26.4
2001	26.2	27.1	29.1	29.2	26.9	27.7	27.1	27.7	27	27.3	26.5	26.8
2002	27.3	28.4	28.7	28.7	28.5	27.1	26.9	27.1	26.8	26.6	26.9	27.1
2003	28	28.4	28.4	28.2	28.8	28	28.3	28.3	27.8	27.3	27.5	26.6
2004	27	27.9	29	28.2	27.5	27.2	26.5	26.9	26.7	26.5	26.6	
2005	27.3	27.6	28.1	28.2	27.5	27.1	27.4	27.2	27.1	26.1	26.3	26.3
2006	26.5	27.1	28.3	28	27.3	26.9	27.1	27.3	27.5	27	26.6	27.5
Prome dio	26.77	27.59	28.25	28.28	27.59	27.11	27.01	26.88	26.67	26.44	26.35	26.43

**ANEXO 13: DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA HUMEDAD RELATIVA EN % DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1984				76	80	80	81	85	85	86	86	76
1985	68	66	62	68	73	78	79	81	82	82	81	80
1986	69	69	69	72	78	82	80	77	81	84		
1987	66	64	67	72	81	78	79	77	83	87	84	77
1988	68	67	66	74	84	85	82	83	83	84	82	75
1989	68	62		73	82	86	85	86	87	85	89	88
1990	79	66	71	76	87	88	87	88				74
1991	68	67	70	75	81	81	79	81	81	79	81	73
1992	66	66	62	69	73	79	79	81	80	81	81	75
1993	77	71	71	77	81	83	86	86	83	82	82	78
1994	72	66	64	70	82	82	82	82	82	80	82	
1995												
1996								82	78	84		
1997							87	84	87	90	91	84
1998	76	74	75	78	84	90	94	93				
1999	83	77	75	81	84	82	82	82	87	85	86	79
2000	69	62	69	72	83	85	81	81	85	82	83	79
2001	67	63	71	71	79	80	82	85				
2002	83	69	73	74	85	94	93	93	95	95	92	84
2003	71	76	72	80	89	93	88	88	89	90	90	90
2004	83	78	71	78	85	88	87	87	86	88	85	
2005	73	67	78	80	85	84	84	84	88	88	88	92
2006	80	71	65	77	82	83	84	81	93	92	85	91
Promedio	73	68	70	75	82	84	84	84	85	85	85	81

**ANEXO 14: DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA PRECIPITACIÓN EN MM DE LA ESTACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

	<b>En.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Ab.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ag.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>
1983								446.1	598.5	392.3	307.5	185.8
1984	23.5	54.5	58.6	114.3	377.8	500.0	386.8	335.6	587.8	735.7	317.6	4.1
1985	0.0	0.0	0.0	141.7	303.1	340.1	334.2	292.6	358.2	394.4	114.7	154.4
1986	0.4	25.1	50.2	26.9	454.4	520.9	192.4	451.9	342.5	720.8	164.5	29.0
1987	27.6	6.4	100.5	41.7	269.5	608.3	336.3	409.8	265.6	366.4	153.9	99.8
1988	0.0	10.5	21.1	136.8	380.3	285.0	471.0	561.4	352.5	740.9	233.1	64.6
1989	5.5	0.0	27.2	29.8	344.5	358.5	268.4	275.9	439.8	407.7	317.6	118.4
1990	74.6	0.7	88.8	63.0	494.0	245.0	294.4	247.0	425.6	525.4	323.5	59.8
1991	145.1	0.0	89.3	130.7	394.2	342.5	205.9	314.5	267.1	508.1	193.1	81.7
1992	0.0	0.0	18.7	41.7	273.5	249.1	230.0	406.8	182.7	357.3	303.1	29.4
1993	84.4	0.2	111.1	39.9	386.0	387.2	276.2	502.2	589.2	441.0	240.9	108.2
1994	39.7	8.6	24.8	80.3	382.8	363.9	258.3	393.0	405.2	524.0	388.8	34.4
1995	0.0	0.0	77.5	251.7	602.3	361.1	512.1	529.2	354.9	288.3	334.7	36.6
1996	75.1	6.0	59.0	71.8	345.0	512.4	490.8	216.6	175.1	392.3	143.1	57.6
1997	39.5	23.6	10.1	49.7	251.5	340.7	227.5	96.8	346.6	265.4	454.3	109.2
1998	0.0	89.2	0.7	23.2	235.3	372.6	350.5	485.7	279.1	576.7	240.5	186.0
1999	18.3	30.9	43.9	217.1	283.0	559.4	340.9	396.2	652.1	406.4	154.7	92.9
2000	32.3	29.6	14.3	78.8	463.6	405.3	357.8	205.7	565.6	141.0	243.5	88.0
2001	5.6	0.0	112.2	21.0	619.7	257.5	323.5	329.1	454.6	523.2	316.2	51.3
2002	3.6	2.0	3.1	35.6	269.3	243.3	331.7	437.3	527.1	437.4	252.7	28.2
2003	0.0	6.9	75.1	119.8	508.6	541.9	418.6	377.1	420.5	612.2	359.7	206.1
2004	0.3	3.3	37.1	93.4	494.5	207.8	340.8	405.1	366.9	504.8	150.8	34.1
2005	9.4	14.1	282.6	78.1	265.5	443.8	280.9	614.7	311.6	169.4	632.9	22.1
2006	143.2	5.2	26.5	14.2	417.3	377.6	511.8	165.1	386.3	440.5	127.1	206.4
2007	9.8	0.0	29.6	190.9	482.7	278.2	343.7	391.2	457.9	262.7	226.8	56.2
2008	7.5	56.9	9.4	62.1	348.4	189.4	389.2	455.5	326.9	697.1	509.4	30.4
2009	29.4	27.1	21.1	13.5	383.5	235.6	270.8	509.8	338.8	397.3	266.4	48.5
2010	21.0	163.8	12.3	252.3	277.0	590.7	678.5	356.8	559.2	508.5	360.0	41.0
2011	43.1	39.5	45.0	91.8	183.3	615.2	400.7	315.2	410.3	390.8	428.8	110.0
2012	6.0	0.0	35.0	196.6	460.5	130.6	186.2	471.1	198.3	311.5	159.8	65.7
<b>Promedio</b>	<b>29.1</b>	<b>20.8</b>	<b>51.2</b>	<b>93.4</b>	<b>377.6</b>	<b>374.6</b>	<b>345.2</b>	<b>379.8</b>	<b>398.2</b>	<b>448.0</b>	<b>280.7</b>	<b>81.3</b>

**ANEXO 15: VALORES DE  $n$  PARA SER USADOS EN LA FÓRMULA DE MANNING**

SUPERFICIE	CONDICIONES DE LAS PAREDES			
	Perfectas	Buenas	Medianamente	Malas
<b>Canales y zanjas</b>				
En tierra, alineados y uniforme	.017	.020	.0225	.025
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.030	0.033	0.035
En roca, con salientes y sinuoso	0.035	0.040	0.045	
Sinuoso y de escurrimiento lento	0.0225	0.025	0.0275	0.030
Dragado en tierra	0.025	0.030	0.035	0.040
Con lecho pedregoso y bordes de tierra enhierbados	0.025	0.030	0.035	0.040
Plantillas de tierra, taludes ásperos	0.028	0.030	0.033	0.035
<b>Corrientes naturales</b>				
(1) limpios, bordes rectos, llenos sin hendiduras ni charcos profundos	0.025	0.0275	0.030	0.033
(2) igual al (1) pero con algo de hierba y piedra	0.030	0.033	0.035	0.040
(3) sinuoso, algunos charcos y escollos, limpios	0.033	0.035	0.40	0.045
(4) igual al (3), de poco tirante con pendiente y secciones menos eficientes	0.040	0.045	0.050	0.055
(5) igual al (3), algo de hierba y piedras	0.035	0.040	0.045	0.050
(6) igual al (4), secciones pedregosas	0.045	0.050	0.055	0.060
(7) ríos con tramo lento, cauces enhierbados o con charcos profundos	0.050	0.060	0.070	0.080
(8) cauces muy enhierbados	0.075	0.100	0.125	0.150

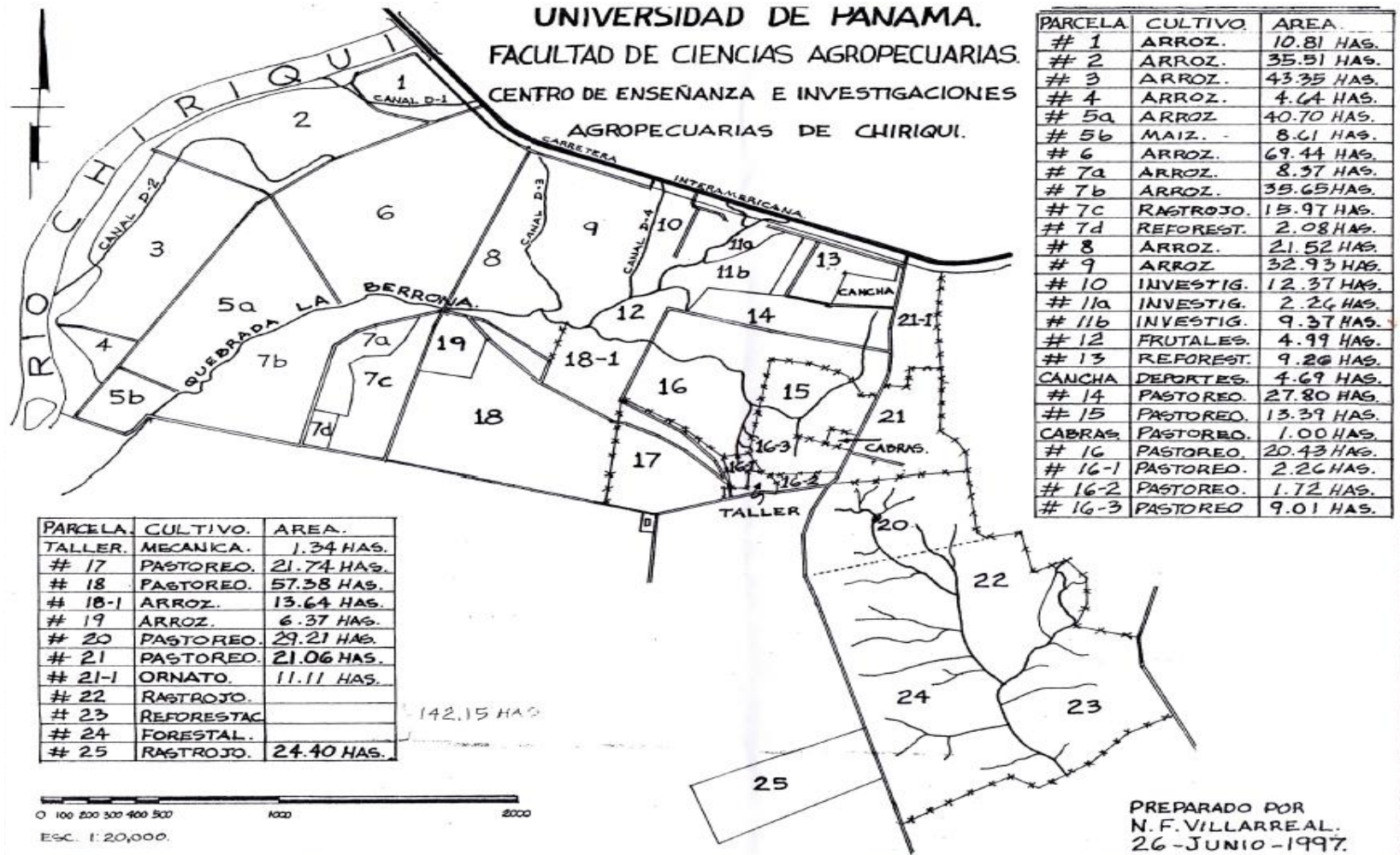
FUENTE: ISRAELSEN, HANSEN, V 1975

**ANEXO 16: COEFICIENTE DEL TANQUE A (K), PARA DISTINTAS COBERTURAS DEL TERRENO, NIVEL DE HUMEDAD MEDIA Y VELOCIDAD TOTAL DEL VIENTO EN 24 HORAS.**

Tanque case A	Tanque Clase A rodeado de un cultivo verde bajo				Tanque A rodeado de un terreno sin cultivo			
HR% Promedio		Bajo <40	Medio 40-70	Alto >70		Bajo <40	Medio 40-70	Alto >70
Velocidad del viento KM/DIA	Distancia desde un cultivo verde (m)				Distancia desde un terreno no cultivado (m)			
Leve <175	0	0.55	0.65	0.75	0	0.7	0.8	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.6	0.7	0.8
	100	0.7	0.8	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.5	0.6	0.7
Moderado 175-425	0	0.5	0.6	0.65	0	0.65	0.75	0.8
	10	0.6	0.7	0.75	10	0.55	0.65	0.7
	100	0.65	0.75	0.8	100	0.5	0.6	0.65
	1000	0.7	0.8	0.8	1000	0.45	0.55	0.6
Fuerte 425-700	0	0.45	0.5	0.6	0	0.6	0.65	0.7
	10	0.55	0.6	0.65	10	0.5	0.55	0.65
	100	0.6	0.65	0.7	100	0.45	0.5	0.6
	1000	0.65	0.7	0.75	1000	0.4	0.45	0.55
HR (%) Promedio Muy fuerte		<b>Bajo &lt;40</b>	<b>Medio 40-70</b>	<b>Alto &gt;70</b>		<b>Bajo &lt;40</b>	<b>Medio 40-70</b>	<b>Alto &gt;70</b>
	0	0.4	0.45	0.5	0	0.5	0.6	0.65
	10	0.45	0.55	0.6	10	0.45	0.5	0.55
	100	0.5	0.6	0.65	100	0.4	0.45	0.5
	1000	0.55	0.6	0.65	1000	0.35	0.4	0.45

Fuente: FAO, 2006

FÍGURA 10: Mapa De Las Terrenos Que Cuenta La Facultad De Ciencias Agropecuarias



## ANEXO 17: FICHA TÉCNICA DE LA BOMBA UBICADA EN LA BERRONA



Bombas alta Presión

Alta Presión Eléctricas

**HHE 2 50-1**  
**HHE 2 50-1-CE**

b o m b a s   p a r a   a g u a

### Características de la bomba

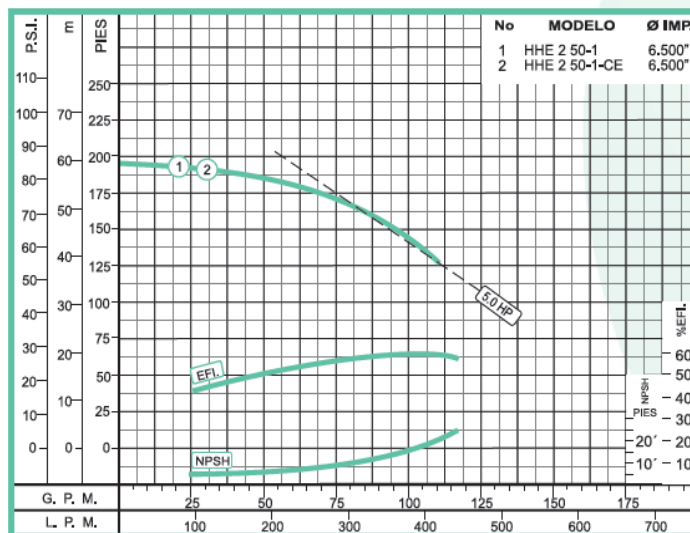
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Tipo de impulsor	Cerrado, balanceado dinámicamente, (ISO G6.3)
Cantidad de impulsores	1
Tipo de cierre	Sello mecánico 1 1/4" tipo 1
Temperatura max. líquido	158°F (70°C) Continua

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Fases	Amperaje 220 V	Succión	Descarga	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **
HHE 2 50-1	1E0529	5,0	Monofásico	24,7	2"	2"	60	110
HHE 2 50-1-CE	1E0549	5,0	Monofásico	24,7	2"	2"	60	110

\* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada

\*\* El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta

### Curva de rendimiento



### Aplicaciones

#### Uso doméstico

- Extracción de agua de pozos llanos
- Llenado de tanques elevados
- Llenado tanque bajo-tanque alto

#### Sector agrícola

- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Sistemas de trabajo pesado y continuo
- Extracción de agua de pozos llanos
- Lavado de establos
- Riego por aspersión

#### Industria

- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Sistemas de trabajo pesado y continuo
- Industria Minera
- Industria Petroquímica
- Industria Química
- Lavado a presión de maquinaria
- Recirculación de agua en torres de enfriamiento
- Sistemas Contra Incendio
- Sistemas de Presión

#### Construcción

- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Distribución de agua en unidades residenciales
- Sistemas Contra Incendio
- Sistemas de Presión

#### Institucional

- Acueductos

**ANEXO 18: CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES****Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales  
DIRECCION NACIONAL DE COMERCIALIZACION  
DEPARTAMENTO DE MEDIDORES**

Ciudad de Panamá, Teléfonos 523-8647- Ext. -115 Código. De Apartado 0816-01535

---

**NOTA No.20 -DM**

**Panamá, 17 De Agosto De 2011**

**Sres. Casa Egeo S.A**

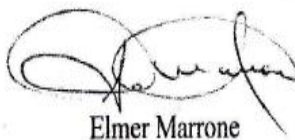
Se ha realizado la verificación del medidor Marca US Flow, modelo LXSG-15E/S diámetro 5/8, tipo chorro múltiple de material Termoplástico, el cual fue sometido a las pruebas respectivas en el taller de medidores del IDAAN.

El cliente presento la siguiente documentación:

- Certificación de la norma ISO 4064, Correspondiente al modelo de medidor presentado.
- Certificación de prueba de medidor, emitida por CENAMET.
- Especificaciones técnicas del modelo de medidor.

El proveedor ha presentado la documentación solicitada y el medidor ha pasado las respectivas pruebas en el taller de medidores del IDAAN, por lo cual se acepta dicho medidor **MARCA US FLOW, MODELO LXSG-15E/S DIÁMETRO 5/8, TIPO CHORRO MULTIPLE DE MATERIAL TERMOPLASTICO**, para ser instalado en las diferentes conexiones de agua del IDAAN.

Atentamente:



Elmer Marrone

Jefe del Departamento de Medidores

*¡50 años al Servicio del País!*

**ANEXO 19: INVENTARIO DEL MODULO LECHERO DE LA FACULTAD DE CIENCIASAGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

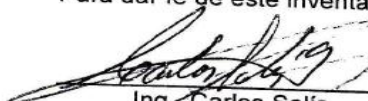
**ACTA DE SEMOVIENTE – BOVINO- LECHERÍA**

En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área de bovino de lechería. En la misma participaron el ingeniero Carlos Solís y el señor Jorge González, por parte de la Facultad y el licenciado Facundo Pérez de la Dirección de Auditoría Interna.

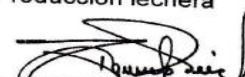
Detalle del inventario:

BOVINO LECHERÍA	
Descripción	Cantidad
Vacas lecheras	72
Terneros encerrados	4
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en ella.

  
Ing. Carlos Solís  
Producción lechera

  
Sr. Jorge González  
Vaquero

  
Licdo. Facundo Pérez  
Auditor Interno

DEL 2013

**ANEXO 20: INVENTARIO DEL MÓDULO AVÍCOLA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

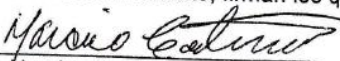
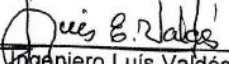
**ACTA DE AVÍCOLA**

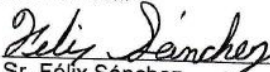
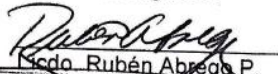
En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área Avícola. En la misma participaron el ingeniero Luis Valdés, Coordinador Pecuario, señor Narciso Contreras, Auxiliar Pecuario, señor Félix Sánchez, Supervisor Agrícola, por parte de la Facultad y el licenciado Rubén Abrego de la Dirección de Auditoría Interna.

Detalle del inventario:

AVÍCOLAS		
Ubicación	Descripción	Cantidad
Galera N°1	Pollos de 4 semanas	799
Galera N°2	Pollos de 4 semanas	816
Galera N°3	Gallina ponedora criollas	414
Galera N°4 Corral 1	Pollos de edades variadas	39
Corral 2	Pollos de 4 semana	674
Corral 3	Pollos de 8 semana	123
Corral 5	Pollos de 9 semana	579
Galera N°6	Ponedoras criollas (gallina de patio)	6
	Gallo	1
<b>TOTAL</b>		<b>3,451</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en ella.

  
Sr. Narciso Contreras  
Auxiliar Pecuario,  
  
Ingeniero Luis Valdés,  
Coordinador Pecuario

  
Sr. Félix Sánchez  
Supervisor Agrícola  
  
Licdo. Rubén Abrego P.  
Auditor Interno

**ANEXO 21: INVENTARIO DEL MÓDULO PORCINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

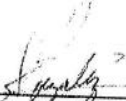
**ACTA DE SEMOVIENTE - PORCINO**

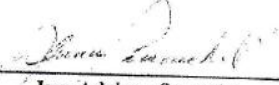
En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la Provincia de Chiriquí, siendo las 9:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área porcina. En la misma participaron el ingeniero Adriano Saucedo, Encargado del Área Porcina por parte de la Facultad y la licenciada Argelia González de la Dirección de Auditoría Interna.

Detalle del inventario:

PORCINOS	
Descripción	Cantidad
Hembras para reproducción	63
Machos adultos	6
Hembras en crecimiento	42
Machos en crecimiento	38
Hembras en destete	62
Machos en destete	73
Hembras en ceba	54
Machos en ceba	57
Lactantes	69
<b>TOTAL</b>	<b>464</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en ella.

  
Licda. Argelia González  
Auditoría Interna

  
Ing. Adriano Saucedo  
Encargado del Área Porcina

**ANEXO 22: INVENTARIO DEL MODULO CAPRINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

**ACTA DE SEMOVIENTE - CAPRINO**

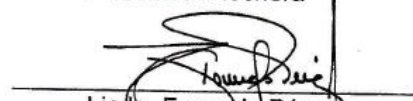
En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área Caprino. En la misma participaron el ingeniero Ing. Carlos Solís, producción lechera y el Ing. José Madrid, área de los caprinos, por parte de la Facultad y el licenciado Facundo Pérez de la Dirección de Auditoría Interna.

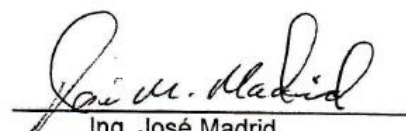
Detalle del inventario:

CAPRINOS	
Descripción	Cantidad
Hembras	7
Machos	2
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en ella.

  
Ing. Carlos Solís  
Producción lechera

  
Licdo. Facundo Pérez  
Auditor Interno

  
Ing. José Madrid  
Área de los Caprinos

**ANEXO 23: INVENTARIO EQUINO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA


**ACTA DE SEMOVIENTE - EQUINOS**

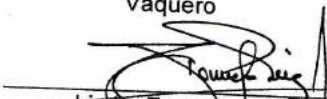
En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, Distrito de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área Equina. En la misma participaron el los señores Eduardo Montero, vaquero, ingeniero Raúl Matos, vaquero y el señor Modesto Miranda, vaquero, por parte de la Facultad y el licenciado Facundo Pérez de la Dirección de Auditoría Interna.

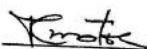
Detalle del inventario:

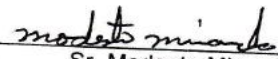
EQUINOS	
Descripción	Cantidad
Hembras	5
Machos	5
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en ella.

  
Sr. Eduardo Montero  
Vaquero

  
Licdo. Facundo Pérez  
Auditor Interno

  
Ingeniero Raúl Matos  
Cría y Ceba

  
Sr. Modesto Miranda  
Vaquero

**ANEXO 24: INVENTARIO DEL MÓDULO DE CRÍA Y CEBA EN LA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL  
19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

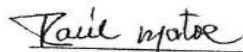
**ACTA DE SEMOVIENTES-BOVINOS- CRIA Y CEBA**

En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área de bovinos –cría y ceba, el cual corresponde AL Centro de Investigaciones Agropecuaria de Tocumen (CEIAT), de la provincia de Panamá. En la misma participaron el Señor Jonathan Jaramillo, de Contabilidad, el Señor Raúl Matos, Vaquero, y el Señor Modesto Miranda, Vaquero, por parte de la Facultad y el Licenciado Carlos Blis de la Dirección de Auditoría Interna.

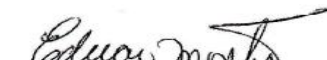
Detalle del inventario:

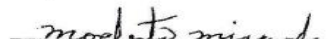
BOVINOS –CRIA Y CEBA	
Descripción	Cantidad
Ternereras	12
Terberos	4
Novillas	4
Novillos	3
Vacas	22
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>

Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en el.

  
Sr. Raúl Matos  
Cría y Ceba

  
Sr. Jonathan Jaramillo  
Contabilidad

  
Sr. Eduardo Montero  
Vaquero

  
Sr. Modesto Miranda  
Vaquero

  
Lcdo. Carlos Blis  
Auditor Interno

**ANEXO 25: INVENTARIO DEL MÓDULO DE CRÍA Y CEBA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS REALIZADO EL 19 DE ABRIL DEL 2013**



UNIVERSIDAD DE PANAMA  
DIRECCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA

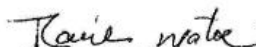
**ACTA DE SEMOVIENTES-BOVINOS- CRIA Y CEBA**

En las oficinas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, siendo las 10:00 a.m. del viernes 19 de abril de 2013, se procedió a levantar el inventario físico del área de bovinos –cría y ceba. En la misma participaron el Señor Jonathan Jaramillo, de Contabilidad, el Señor Raúl Matos, Vaquero, y el Señor Modesto Miranda, Vaquero, por parte de la Facultad y el Licenciado Carlos Blis de la Dirección de Auditoría Interna.

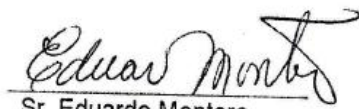
Detalle del inventario:

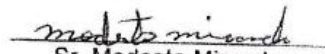
BOVINOS –CRIA Y CEBA	
Descripción	Cantidad
Ternereras	19
Ternereros	20
Novillas	45
Novillos	36
Vacas	125
Toros	5
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>


Para dar fe de este inventario, firman los que participaron en el.

  
Sr. Raúl Matos  
Cría y Ceba

  
Sr. Jonathan Jaramillo  
Contabilidad

  
Sr. Eduardo Montero  
Vaquero

  
Sr. Modesto Miranda  
Vaquero

  
Lcd. Carlos Blis  
Auditor Interno