

## **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

### TITULO

# **MODELAMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN LA COMISIÓN DE USUARIOS DEL SUB SECTOR HIDRÁULICO ACARAY – VÉGUETA, AÑO 2016.**

### **Autor(es):**

Johnny Gregorio Cipriano Bautista<sup>1</sup>, Edith Meryluz Claros Guerrero<sup>1</sup>, Ronnel Edgar Bazán Bautista<sup>1</sup>, Silvia Isabel Chirito Laurencio<sup>2</sup>,

Coordinador General: Johnny Gregorio Cipriano Bautista

### **COLABORADOR (ES)**

Edgar Renan Muños Vilela<sup>3</sup>, Pedro Manuel Pardo Sotomayor<sup>3</sup>, Katherin Gabriela Ramos Chirito<sup>3</sup>, Luis Fernando Valencia Acuña<sup>4</sup>, Yhen Genry Alberto Gonzales<sup>1</sup>,

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Determinar el modelo adecuado para conocer la demanda hídrica en la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, Año 2016. **Materiales y Métodos:** Ésta investigación se realizó en el ámbito de la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta que se irriga con el agua que lleva el Canal de Acaray, que capta agua del Rio Huaura, se abastece con filtración por escorrentía del sector de Vilcahuaura, y San Felipe, para efectos de cumplir con los objetivos se realizaron medidas de aforo del caudal con el método del flotador, en el tramo del canal no revestido; la toma de datos se consideró los meses de junio y octubre, en tres lugares: puente de Acaray, Rontoy y la Muralla, considerando un factor de corrección de 0.85, para hallar el caudal, y el área transversal se usó ajuste de curvas polinómicas, las necesidades hídricas de los cultivos se analizó en base al plan de riego y coeficientes de riego de la Comisión de Usuarios. **Resultados:** El canal de Acaray registra un caudal de  $3,8 \frac{m^3}{s}$ , (junio 2016) y de  $2,75 \frac{m^3}{s}$  (octubre 2016), la demanda hídrica es de  $2,920 Hm^3$ , según plan de cultivo y riego, y oferta del recurso hídrico, en junio de  $1,236 Hm^3$  y  $0,746 Hm^3$  en octubre, donde el volumen de agua disponible en época de estiaje, equivalente a 54,7% menos. **Conclusiones:** la disminución del caudal del Canal de Acaray, genera un problema social que debe afrontarse a nivel macro, en el ámbito regional y nacional, y se debe invertir en capacitación en el mejoramiento de la infraestructura hidráulica y riego tecnificado para evitar la pérdida del recurso hídrico por escorrentía, pérdidas de terrenos de cultivo de los usuarios de la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta.

Palabras Claves: caudal, demanda hídrica, canal Acaray.

### **ABSTRACT**

This research was carried out within the ambit of the Acaray - Végueta Hydraulic Sub - Sector Usuary Commission. The objective of this study was to determine the appropriate model to know the water demand in the Acaray - Végueta Hydraulic Sub Sector Commission, Year 2016. Irrigates with the water that carries the Acaray Channel, which captures water from the Huaura River, is supplied by filtration by runoff from the sector of Vilcahuaura, and San Felipe, in order to meet the objectives were made measures of the flow of the flow with the Method of the float, in the uncoated channel section; The data were taken in June and October, in three places: Acaray, Rontoy and Muralla bridge, considering a correction factor of 0.85, to find the flow rate, and the cross-sectional area was used to adjust polynomial curves, The water needs of The crops were analyzed based on the irrigation plan and irrigation coefficients of the User Commission. Results: The Canal of Acaray recorded a flow of  $3.8 m^3 / s$ , (June 2016) and  $2.75 m^3 / s$  (October 2016), the water demand is  $2,920 Hm^3$ , according to plan of cultivation and irrigation and supply of water resources, in June of  $1,236 Hm^3$  and  $0,746 Hm^3$  in October, where the volume of water available during the dry season, equivalent to 54.7% less. Conclusions: The reduction of the Acaray Canal flow generates a social problem that must be tackled at the macro level, at the regional and national levels, and investment must be made in training in the improvement of the hydraulic infrastructure and technified irrigation to avoid the loss Of Water resource by runoff, loss of cultivation land for users of the ambit of the Acaray - Végueta Hydraulic Sub - Sector Usuary Commission.

**Keywords:** flow, water demand, Acaray canal.

## **INTRODUCCIÓN**

El sostenido crecimiento económico y el desarrollo social experimentado por el país, han generado demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos. La experiencia internacional indica que la gestión de los recursos hídricos pasa de una fase en la cual predominan los problemas de tipo cuantitativo a una en que la restricción principal la imponen los aspectos de calidad de las aguas y la disminución del consumo y uso eficiente de los recursos naturales. Uno de los más grandes desafíos que

<sup>1</sup> Docente nombrado de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>2</sup> Docente nombrado de la Facultad de Medicina Humana, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>3</sup> Estudiante Facultad de Ciencias Agrarias Industrias Alimentarias Y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>4</sup> Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial, sistemas e Informática, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

enfrenta la gestión del recurso hídrico lo constituye la incertidumbre en relación con su disponibilidad futura como consecuencia de la variabilidad climática.

En el Perú, el Ministerio de agricultura encaminada a generar mecanismos del manejo, protección y control del recurso hídrico la cual se plasma en la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, que faculta a las Corporaciones Autónomas Regionales para otorgar las concesiones, permisos, autorizaciones, y licencias ambientales requeridas para el uso de recursos naturales renovables y para el desarrollo de actividades que afecten el medio ambiente, así como ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos de agua; en el art. 4º de la Administración de los recursos hídricos, menciona que la administración del agua y de sus bienes asociados la ejerce de manera exclusiva la Autoridad Nacional del Agua. Los gobiernos regionales y locales participan a través de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca y de conformidad con sus respectivas leyes orgánicas. Asimismo, participan los usuarios organizados en la forma que señala la Ley y el Reglamento. Además menciona que la Administración del Agua comprende el ejercicio de las competencias atribuidas por la Ley y el Reglamento a la Autoridad Nacional del Agua para la gestión de recursos hídricos en sus fuentes naturales y bienes asociados.

En el art. 26º se norma sobre las organizaciones de usuarios que comparte una fuente superficial o subterránea y un sistema hidráulico común como son comités, comisiones y junta de usuarios, por su parte en el art. 27º se aclara que las organizaciones de usuarios tienen por finalidad la participación organizada de los usuarios en la gestión multisectorial y uso sostenible de los recursos hídricos, cuyas funciones entre otras son distribución del agua, operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, las clases de uso de agua que se reconoce en éste documento son de uso primario, poblacional y productivo.

El uso productivo consiste en la utilización de la misma en procesos de producción como agrario: pecuario y agrícola, acuícola y pesquero entre otras, la prioridad del estado es buscar la mayor eficiencia en la utilización del agua, en la jurisdicción de la Provincia de Huaura pertenece a la Cuenca hidrográfica del Río Huaura, está localizada en la costa central del Perú, y pertenece al sistema hidrográfico de la vertiente del océano pacífico de la Cordillera de los Andes, con un área de drenaje total, hasta su desembocadura en el océano pacífico de 4 392 km<sup>2</sup>, tiene sus orígenes en la Cordillera de Raura a una altitud que varía entre 4500 a 5600 m.s.n.m. discurre en relación NE – SO hacia el distrito de Sayán y después deriva hacia el oeste para desembocar en el mar en el distrito de Caleta Carquín, entre las comisiones de usuarios que forman parte de la influencia de la Cuenca de Huaura, se tiene a la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, la cual cuenta con 1300 usuarios y 3675 hectáreas está ubicado en la parte baja del valle Huaura perteneciendo a los distritos de Huaura y Végueta, la cual se rige por su propio estatuto y a ley de recursos hídricos N° 29338, inscrita en la superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), cuyos objetivos es entre otros gestionar proyectos de impacto integral antes otros organismos e instituciones públicas o privadas, y optimizar el uso de agua mediante el riego tecnificado, y mantener la distribución de recursos hídricos, buscando el mantenimiento de los canales bajo riego, y para el cumplimiento de los objetivos normados en la Ley de Recursos Hídricos, considerando que en la Cuenca de Río Huaura tiene con descargas máximas de Enero a Marzo y descargas mínimas de Julio a Setiembre, identificándose tres periodos dentro del ciclo anual: periodo de avenidas, de estiaje y un periodo transicional entre avenidas y estiaje, lo que implica la variación del caudal del río Huaura, que debe satisfacer la demanda hídrica de los diferentes sectores incluyendo los sectores productivos de la región, más aun considerando que existen fenómenos meteorológicos y climáticos que influyen en la variabilidad de los periodos del ciclo anual, en la que generalmente los volúmenes de agua que se captan son reducidos y requieren ser utilizados eficientemente, más aun épocas de estiaje, por lo que se hace necesario conocer la demanda hídrica en diferentes periodos del año para plantear alternativas y políticas de prevención de manera que no se afecte la producción de la zona agrícola.

Para la Secretaría Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Dirección General de Apoyo para el Desarrollo Rural (México), (UTE COUSSA, 2010), presenta el documento Estimación de las demandas de consumo de agua, cuyo objetivo de investigación es analizar para el medio rural el consumo de agua con fines agrícolas, pecuarios y consumo humano, presenta metodología del cálculo de volumen de amortiguamiento necesario, aportaciones de escurrimientos superficiales, a la vez presenta los modelos matemáticos que permiten determinar las necesidades de agua para especies pecuarias, consumo humano, recomendando obras de aprovechamiento hídrico, infraestructura hídrica para garantizar el abastecimiento del vital líquido en lugares remotos.

(Íñiguez, 2011), en su artículo Metodología para la determinación de la evapotranspiración integrada y la capacidad de canales en una zona de riego, considera que el cálculo de la evapotranspiración de los cultivos por fecha de siembra, y termina con la obtención de una curva general integral para un año agrícola, encontrándose la variable evapotranspiración de una zona de riego.

El Ministerio de Agricultura – INRENA, a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales, en su Proyecto de Obras de Control y Medición de agua por Bloques de Riego en el Valle de Huaura, (2009), propone realizar la mediación evaluación del sistema de riego del Valle de Huaura, y programa la entrega volumétrica del agua en bloques de riego formalizados, según la asignación hídrica.

En el estudio, Evaluación de Recursos Hídricos superficiales en la cuenca del Rio Huaura, preparado por el ALA Huaura (2010), presenta la demanda hídrica del valle de Huaura asciende a 606 Hm<sup>3</sup>, la cual comprende a las comisiones de riego que son abastecidas aguas debajo de la estación Alco – Sayán.

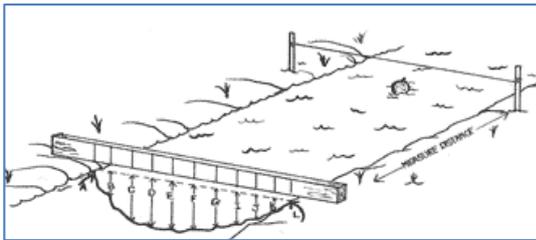
Existen variados métodos de evaluación de los recursos hídricos, entre determinísticos y estocásticos, las variables son estudiadas basados en las leyes físicas, por otro lado los modelos estocásticos tienen su fundamento en el máximo aprovechamiento de la información contenida en la muestra, en esta investigación se propuso investigar sobre ¿Cuál es el modelo adecuado para determinar la Demanda Hídrica en la comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, Año 2016?, y se propuso como objetivo general determinar el modelo adecuado para conocer la demanda hídrica en la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, Año 2016, y para ello se planteó conocer la distribución de la demanda hídrica, así como especificar las necesidades hídricas de los cultivos, y evaluar los métodos estocásticos y determinísticos que permitan conocer la demanda hídrica del sector.

## MATERIAL Y MÉTODOS

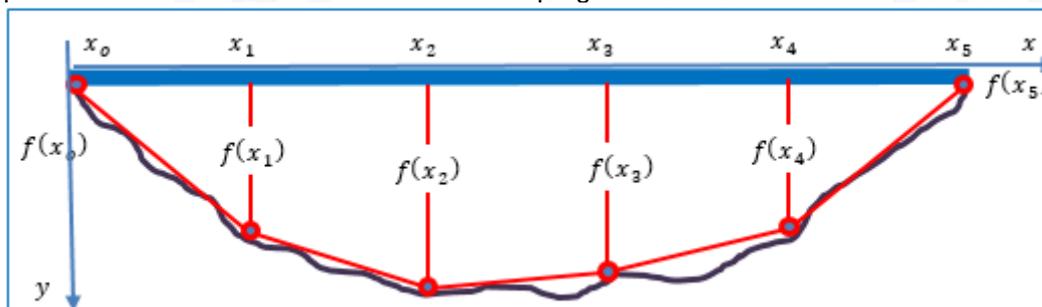
Esta investigación se realizó en el ámbito de la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta que se irriga con el agua que lleva el Canal de Acaray, que tiene una extensión desde la captación hasta el campo de cultivo de 18 kilómetros, y de 1 650 metros de canal revestido, y que abastece a más de 4000 hectáreas de terrenos de cultivo. El agua que discurre por el canal se capta del Rio Huaura, aproximadamente 1500 metros cúbicos, y se abastece con la filtración por escorrentía que se origina del sector de Vilcahuaura, y del sector San Felipe, que se tiene un caudal aproximado de 3,8 metros cúbicos por segundo en los meses de avenida disminuyendo a 2,75 metros cúbicos por segundo, en la época de estiaje (octubre del 2016), de ésta cantidad de agua que discurre por el canal, se distribuye entre los canales de Ingenio (1,6 metros cubicos por segundo en epoca de avenida y de 1 metro cubico, en epoca de estiaje) y Acaray. La contabilidad del reparto del agua del canal revestido se controla con medidores tipo Parshall, y cuenta con 36 laterales de primer orden, que aproximadamente irriga con 250 a 300 litros por segundo y cada uno de ellos abastece a 220 hectáreas de terrenos de cultivos aproximadamente, los cuales son regados por tendido o inundación, y riego por surcos, conteniendo compuertas en cada lateral de primer orden.

La distribución del agua del Canal de Acaray, se dá por golpe de agua y se distribuye en dos zonas, la Zona Alta comprende los sectores de Acaray, Balconcillo y Rontoy la zona baja que comprende sectores de La Muralla, Loza y Mazo, a cada sector le corresponde 24 horas de agua, por 6 días, y a cada 8 Hectárea de cultivo le destinan 6 horas de agua, en época de avenida, en época de estiaje se le destina 1 hora por Hectarea, dado que disminuye el caudal.

Para efectos de cumplir con los objetivos previstos en la investigación se realizaron medidas de aforo del caudal con el método del flotador, que se utiliza cuando existen grandes corrientes, específicamente en el tramo del canal que no es revestido, donde no se cuenta con medidores que determinen en caudal del agua, para la toma de datos se consideró los meses de junio y octubre, época de avenida y estiaje respectivamente, identificándose las zona de estudio y la elección de la sección del canal de 10 a 15 metros de largo, en la cual la corriente es consistente en anchura y profundidad, siendo los puntos de toma de datos el puente de Acaray, Rontoy y la Muralla, donde se procedió a aforar con una vara estática que aborda el ancho del canal, particionado en tres partes, a continuación se mide la altura de la corriente de agua, y la distancia del canal en dos puntos inicial y final, considerando un factor de corrección de 0.85 (para canal rectangular con lados y lechos lisos)



A continuación se toma los tiempos mediante un cronómetro para registrar el tiempo transcurrido entre los puntos Inicial y final de la muestra, los cuales se realizan en 4 repeticiones para evaluar y tomar el tiempo promedio, para efectos de calcular el área de sección transversal se usó el ajuste de curvas polinómicas a los datos. Para ello se usó el programa GeoGebra 5.0 como se muestra en el gráfico.



Para obtener una función polinómica de grado n que pasa por todos los puntos de la muestra, describiendo una gráfica más aproximada, una vez obtenida la función polinómica hallamos el área transversal, mediante:

$$\text{área} = \int_{x_0}^{x_1} f(x) dx$$

Donde, se identifica n=Número de subintervalos iguales,  $x_0$ =valor inicial del ancho del canal,  $x_n$ =valor final del ancho del canal, y  $f(x)$ =Función (profundidad del canal).

Para conocer las necesidades hídricas de los cultivos de la zona de estudio, se analizó el plan de cultivo, el plan de riego y coeficiente de riego de cada uno, para el cual se recurrió a los registros de la comisión de usuarios del sub sector hidráulico acaray – vegeta.

## RESULTADOS

EL caudal que se registra en el cruce de balconcillo en el mes de junio es de  $3,8 \frac{m^3}{s}$ , del cual se distribuye en el canal de Ingenio de  $1,6 \frac{m^3}{s}$  y de  $0,25 \frac{m^3}{s}$ , en el lateral de palenque, en el mes de junio del 2016, mientras que en el mes de octubre del 2016, se obtiene  $2,75 \frac{m^3}{s}$ , distribuyéndose al canal de ingenio de  $1 \frac{m^3}{s}$  y de  $0,25 \frac{m^3}{s}$  al lateral de palenque, al analizar la eficiencia de conducción del canal, se obtiene un valor alto (90%), hasta el puente de Acaray, lo que significa que las pérdidas de agua son mínimas debido al buen estado del canal principal (canal revestido), a continuación se realiza las mediciones del caudal ubicando las zonas de análisis específicamente en el inicio del canal no revestido, los cuales se hacen basándose en el método de flotador, tomándose distancia entre cada punto de medición de 10 a 15 metros dependiendo de las características del canal, en las zonas altas (Puente de

Acaray), Rontoy (zona intermedia) y La Muralla (Zona Baja), y considerando los métodos para obtener el área del canal se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 1:**

*Caudal del Canal de Acaray en época de transición (Mes de junio 2016)*

Zonas	Longitud del canal	Tiempo promedio (s)	Sección			Área prom (m <sup>2</sup> )	Velocidad superficial (m/s)	Factor de corrección	Veloc Media (m/s)	área (m <sup>2</sup> )	Caudal $\frac{m^3}{s}$
			A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>3</sub> (m <sup>2</sup> )						
Acaray	10	7.6	0.79	1.03	1.03	0.95	1.31	0.85	1.11	2.86	3.18
Rontoy	10	5.6	0.43	0.61	0.50	0.52	1.78	0.85	1.51	1.55	2.34
La Muralla	8	16.7	0.46	0.84	1.04	0.78	0.48	0.85	0.41	2.34	0.95

**Tabla 2:**

*Caudal del Canal de Acaray en época de estiaje (Mes de octubre 2016)*

Zonas	Longitud del canal	Tiempo promedio (s)	Sección			Área prom (m <sup>2</sup> )	Velocidad superficial (m/s)	Factor de corrección	Veloc Media (m/s)	área (m <sup>2</sup> )	Caudal $\frac{m^3}{s}$
			A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>3</sub> (m <sup>2</sup> )						
Acaray	10	10.23	0.57	0.64	0.52	0.58	0.98	0.85	0.83	1.74	1.44
Rontoy	15	19.87	0.62	0.86	0.62	0.70	0.76	0.85	0.64	2.11	1.35
La Muralla	15	14.17	0.37	0.40	0.41	0.40	1.06	0.85	0.90	1.19	1.07

Al analizar la Tabla 1 y Tabla 2, se observa que en el punto de la Zona de Acaray se registra un caudal de  $3,18 \frac{m^3}{s}$  correspondiente al mes de Junio del 2016, y en el mes de Octubre en la misma zona se obtiene un caudal de  $1,44 \frac{m^3}{s}$  disminuyendo considerablemente, debido a la ausencia de lluvia en la parte alta de la Cuenca.

Para evaluar el plan de cultivo de la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, se tomó en consideración los registros proporcionados por los encargados de la Comisión, en la cual se ha elegido los cultivos de predominancia mayor, en base a la cantidad de hectáreas de sembríos existentes en la zona como son el maíz amarillo, fresa, caña de azúcar, camote, alcachofa, mientras que en Otros cultivos se están considerando los productos de predominancia menor como por ejemplo Mandarina, Palto, tomate, Zanahoria, Zapallo, Yuca, ají de diferente variedad, que se siembran en menor proporción de hectáreas.

A continuación se analiza el comportamiento histórico del Plan de Cultivo por año, según los datos registrados en la Comisión de Regantes, y observando que existe una reducción considerable del área de la zona de cultivo con el transcurso de los años, debido a la disminución del caudal de la cuenca del Rio Huaura, se presentan los resultados en la Tabla 3.

**Tabla 3**
*Plan de cultivo de la comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, por año.*

Tipo de Cultivo	2014		2015		2016	
	Área (Ha)	%	Área (Ha)	%	Área (Ha)	%
Maíz Amarillo	874,43	32	567	27	396	26
Fresa	374,85	14	377	18	255	17
Caña de Azúcar	444,31	16	277	13	251	17
camote	254,1	9	196	9	132	9
Alcachofa	178,35	6	140	7	166	11
Otros cultivos	630,94	23	517	25	321	21
<b>Total</b>	2756,98	100	2074	100%	1521	100

Para evaluar las necesidades hídricas o demanda de agua de cada cultivo de la Comisión de Regantes que se obtiene de los estudios desarrollados en el valle en el cual se multiplican el coeficiente del cultivo por la Evapotranspiración potencial, y se presenta en metros cúbicos por hectárea, ver Tabla 4:

**Tabla 4**
*Necesidades hídricas de los cultivos por Hectárea*

Tipo de Cultivo	Maíz amarillo	Fresa	Caña de azúcar	Camote	Alcachofa	Otros Cultivos
<b>m<sup>3</sup>/Ha</b>	7 000	10 000	18 000	5 000	8 000	11 500

Al analizar los cultivos descritos en la Tabla 3, con las necesidades hídricas que se muestran en la Tabla 4, se obtiene los resultados demanda hídrica que requiere los cultivos de la Comisión de Regantes, que se muestra en la Tabla 5, en la cual se presenta la necesidad de la demanda hídrica de los cultivos de 2.903 Hm<sup>3</sup>.

**Tabla 5**
*Necesidades hídricas por plan de cultivo de Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta –2016*

Tipo de Cultivo	(m <sup>3</sup> /Ha)	Ha	%	Total (Hm <sup>3</sup> )
Maíz Amarillo	7 000	396	0,26	0,721
Fresa	10 000	255	0,17	0,434
Caña de Azúcar	18 000	251	0,17	0,768
camote	5 000	132	0,09	0,059
Alcachofa	8 000	166	0,11	0,146
Otros cultivos	11 572	321	0,21	0,792
<b>Total</b>		1521		2.920

El cual se distribuye según volumen de agua por mes de riego y coeficiente de riego, por mes, tal como se muestra en la Tabla 6

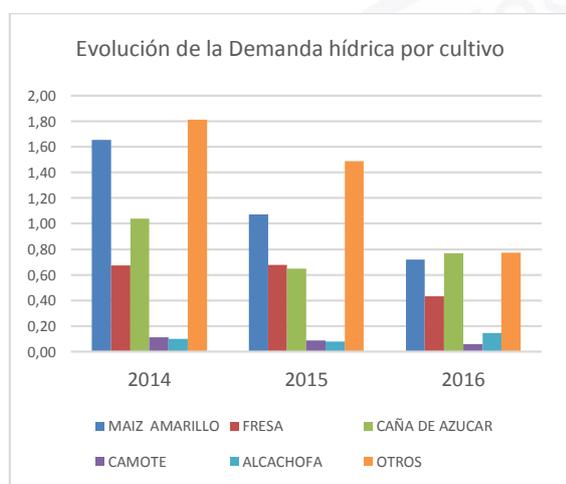
**Tabla 6**

*Volumen de agua por mes de riego y coeficiente riego mensual en m<sup>3</sup>/mes*

Al analizar el registro histórico de la necesidad hídrica de los cultivos predominantes de la zona de

PRODUCTO	AREA (Ha)	VOLUMEN (m3 /MES)												TOTAL	
		AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		
Maíz Amarillo	396	2800	1000	1000	1400	800									7000
Fresa	255	2000	1000	700	700	800	1000	1000	800	750	750	500			10000
Caña De Azucar	251	1200	1400	1400	1500	1500	2000	2000	2000	1800	1200	1000	1000		18000
Camote	132	2000	1000	1000	1000										5000
Alcachofa	166	2800	1000	1000	1400	1000	800								8000
Otros cultivos	321	192900	126100	132100	109000	94300	95400	96700	84700	77000	51000	49600	48400		1157200

estudio, se obtiene los resultados en la tabla /.



**Tabla 7**

*Necesidades Hídricas de cultivos por año en Hm<sup>3</sup>*

Tipo de Cultivo	2014	2015	2016
Maíz Amarillo	1.653	1.072	0.721
Fresa	0.675	0.679	0.434
Caña de Azúcar	1.040	0.648	0.768
Camote	0.114	0.088	0.059
Alcachofa	0.100	0.078	0.146
Otros cultivos	1.814	1.486	0.775
<b>TOTAL</b>	<b>5.395</b>	<b>4.051</b>	<b>2.903</b>

Según el ministerio de agricultura en la evaluación de recursos hídricos del año 2010, el área de terreno bajo riego en Acaray alto (palenque, Acaray, alcantarilla desagravio, loza, la muralla y Rontoy) es de 2759.51 Ha, haciendo un total de 977 predios y la zona Végueta es de 220.38 Ha, haciendo un total de 579 predios. Tanto en la época de avenida y de estiaje el desagüe proveniente de palenque ingresa al canal de Acaray, haciendo que esto se incremente su caudal.

Comparando los datos obtenidos en época de avenida y estiaje en la tabla de tabla 1 y 2 se muestra que en la zona de la muralla el canal el caudal es de 0,95 m<sup>3</sup> en el mes de junio y en el mes de octubre 1,07, se debe a que la zona de la muralla ingresa un porcentaje de agua provenientes del desagüe de Tiroler que proviene del canal de san Felipe. En la época de estiaje solo se proviene de recursos hídricos a los terrenos que están en sembrío, y aquellos que ya cultivaron esperan que el caudal aumente para volver a sembrar.

## DISCUSIÓN

La investigación sobre modelamiento de la demanda hídrica en la comisión de usuarios del sub sector hidráulico Acaray – Végueta tuvo el propósito conocer la demanda hídrica de los cultivos, según los resultados obtenidos en la tabla 1, y tabla 2, se observó que la disminución del caudal es considerable, por la ausencia de las precipitaciones en la zona alto andina de la cuenca, se verifica la información presenta por el Ministerio de Agricultura a través del ALA Huaura, en la cual establece que en la zona de la cuenca del rio Huaura, se tiene periodos de estiaje y avenidas, en el canal revestido se tiene

En el estudio Evaluación de Recursos Hídricos superficiales en la cuenca del Rio Huaura, preparado por el ALA Huaura (2010), la demanda hídrica de la entonces Comisión de Regantes Acaray, para un área de cultivo de 3 670 Ha, se requiere una demanda hídrica agrícola de 85,73 Hm<sup>3</sup>, según los resultados obtenidos en ésta investigación para un área agrícola de 2 754 Ha, se requiere una demanda hídrica

agrícola de 2,903 Hm<sup>3</sup> en el año 2014, para el área de 2074 Ha, se requiere 4,051 Hm<sup>3</sup>, y para 1 521 Ha en el año 2016, se requiere 2,903 Hm<sup>3</sup>, según el plan de cultivo de cada año según los registros en la comisión de usuarios del sub sector hidráulico Acaray – Végueta.

Según los resultados de la investigación y el estudio del ALA Huaura, se observa que el área cultivable va disminuyendo considerablemente, así como la demanda hídrica agrícola, debido a la disminución del caudal del Río Huaura, principal fuente del Canal Hidráulico de Acaray, las necesidades hídricas en el sector de Acaray Végueta durante el año 2016 es de 2,903Hm<sup>3</sup>, según la investigación la oferta del recurso hídrico en la zona de estudio según la distribución que realiza los dirigentes de la Comisión de Usuarios, en la cual se les turna por Hectarea de 6 horas en época de avenida y 1 hora por Hectarea en época de estiaje, en el mes de junio se oferta según el caudal obtenido como resultado de 1,236 Hm<sup>3</sup> y 0,746 Hm<sup>3</sup> respectivamente, por lo que observando que volumen de agua disponible en época de estiaje disminuye considerablemente, equivalente a un 54,7% menos del líquido elemento que necesita los agricultores para irrigar sus cultivos, que genera una problemática entre los agricultores afiliados a la comisión de regantes del sector Acaray Végueta, quienes se ven afectados por la disminución de las precipitaciones en la zona alto andina, teniendo como consecuencia bajo rendimiento en la producción en sus siembras, ocasionando pérdidas económicas y endeudamiento con los bancos que financian sus sembríos, esto implica que los agricultores después de cosechar sus productos, no pueden seguir sembrando dejando sus terrenos de cultivo en abandono en tiempo indefinido, hasta que se incremente el caudal; también se ha observado que la forma de riego de los usuarios es por inundación y esto genera que se incremente el porcentaje de escorrentía, en cada turno establecido por los directivos que administran el canal, que se refleja en la época de estiaje que se descarga el agua en el canal. Por otro lado, se concluye que la disminución del caudal del Canal de Acaray, que al generarse un problema social se debe afrontar a nivel macro, en el ámbito regional y nacional, considerando que esta problemática se replica en todas las comisiones de usuarios de la Cuenca del Río Huaura, por que se debería declarar en emergencia el sector agrario en la construcción de infraestructura hidráulica y capacitación en riego tecnificado para evitar la pérdida del recurso hídrico por escorrentía, de tal manera se evite en los agricultores pérdidas de terrenos de cultivo por los endeudamientos con la entidades financieras y en muchas ocasiones son el única fuente de ingreso de los usuarios de la Comisión del Sub Sector Hidráulico Acaray – Végueta, y la vez se hace necesario evaluar las características del suelo según las zona de distribución para lograr una distribución equitativa de agua, entre los usuarios del sector.

#### AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los integrantes que conforman la comisión de usuarios del sub sector hidráulico Acaray – Végueta y al Ing. Edgar Renan Muños Vilela por su apoyo incondicional para obtener los datos en la visita de campo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, V y Tzatchkov, V. (2009) Estimación de parámetros del consumo instantáneo de agua potable de lecturas acumuladas. *Ing. Invest. y tecnol.* [online]. 10, 3 p. 237-245 . sep. 2009, Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432009000300006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432009000300006&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1405-7743.
- Clavijo, A. (2013) Estimación de la Función de Demanda por Agua Potable - Aplicación para la Cuenca de Jequetepeque en Perú. Chile, 2013. Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113109/cf-clavijo\\_ar.pdf?sequence=1](http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113109/cf-clavijo_ar.pdf?sequence=1)
- Confederación Hidrográfica del Júcar. (2010). Documento Técnico de Referencia: Metodología y Resultados de la Estimación de Demandas. España. Disponible en: [http://www.chj.es/es-es/ciudadano/participacion\\_publica/Documents/Plan%20Hidrol%C3%B3gico%20de%20cuenca/DTR\\_Estimacion\\_Demandas.pdf](http://www.chj.es/es-es/ciudadano/participacion_publica/Documents/Plan%20Hidrol%C3%B3gico%20de%20cuenca/DTR_Estimacion_Demandas.pdf).
- INRENA (2009), Proyecto de Obras de Control y Medición de agua por Bloques de Riego en el Valle de Huaura, Perú
- Iñiguez, M. Ojeda, W y Rojano, A. (2011). Metodología para la determinación de la evapotranspiración integrada y la capacidad de canales en una zona de riego. México. Rev. FCA UNCUYO. 2011.43(2).

- Valledeupar, C. y Jaramillo, O.(2010). Estimación de la Demanda de Agua. Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. Colombia. Disponible en : [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Agua/4\\_Presion/20120928\\_Estim\\_demanda\\_agua\\_ENA\\_2010.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Agua/4_Presion/20120928_Estim_demanda_agua_ENA_2010.pdf)
- Pulido, I., Montesinos, P., Roldan, J., y Ruiz, J. (2005) Estimación de la Demanda de Agua para Riego: Regresiones Lineales Versus Aproximaciones Neuronales. Avances en Recursos Hidráulicos [online] 12, p 7-19. Septiembre 2005. Colombia.
- Aguirre, M. (1999). Balance Hídrico de la Cuenca del Rio Huaura. Ministerio de Agricultura. INRENA. Perú.
- ALA Huaura. (2010). Estudio Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Rio Huaura, Dirección Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Área de Aguas Superficiales, Ministerio de Agricultura. Perú.

