

# **Comparativo entre el método del flotador y la aplicación Discharge, caso canal de riego Mascota**

## **Comparison between the float method and the Discharge application, Mascota irrigation channel case**

Celerino-de-Jesús Mendoza-Azuara<sup>1</sup>, José-Luis Ceja-Anaya<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México – IT José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Jalisco, México.

---

Recibido: 03-11-2021  
Aceptado: 12-12-2021

Autor correspondal: [celerino.mendoza@mascota.tecmm.edu.mx](mailto:celerino.mendoza@mascota.tecmm.edu.mx)

## Resumen

El presente trabajo realiza un comparativo entre la aplicación discharge y el método del flotador para identificar cual es más factible en la medición del caudal del canal de riego en el municipio de Mascota, Jalisco. Como primer punto se realizó la geolocalización de los tres sitios a medir sobre el canal utilizando discharge, en donde se realizaron las mediciones de ambas metodologías. Las mediciones practicadas con la aplicación discharge se efectuaron mediante procesamiento de imágenes tomadas desde la cámara de un dispositivo móvil, donde las condiciones obligatorias tomadas en cuenta para el cálculo son: perfil, ancho, profundidad y rugosidad del canal; obteniendo una rápida medición de la velocidad, gasto y nivel del caudal; estos resultados son resguardados en la nube de la aplicación web. En el caso de la puesta en marcha del método del flotador se utilizó la geolocalización de los tres puntos a medir realizadas con discharge, identificando en cada sitio los puntos A y B a 10 metros de distancia utilizando una cinta métrica; para determinar la profundidad de ambos puntos se utilizó una vara graduada, una vez teniendo esos datos se procedió a realizar la medición de la velocidad del caudal arrojando una bola de unicel del punto A al punto B usando un cronómetro realizando tres repeticiones de medición en cada sitio para obtener la medida estándar; el método antes mencionado es totalmente manual, no es posible utilizarlo si existe turbulencia en el canal.

**Palabras clave:** Discharge, Flotador, Canal de riego

## Abstract

The present work makes a comparison between the Discharge application and the float method to identify which is more feasible in measuring the flow of the irrigation canal in the municipality of Mascota Jalisco. As a first point, the geolocation of the three sites to be measured on the canal was carried out using discharge, where the measurements of both methodologies were carried out. The measurements made with the discharge application were made by processing images taken from the camera of a mobile device, where the mandatory conditions taken into account for the calculation are: channel profile, width, depth and roughness; obtaining a quick measurement of the speed, flow rate and flow level; These results are stored in the cloud of the web application. In the case of the implementation of the float

method, the geolocation of the three points to be measured carried out with discharge was used, identifying at each site the points A and B 10 meters away using a tape measure; to determine the depth of both points, a graduated rod was used, once having these data, the flow velocity measurement was carried out by throwing a Styrofoam ball from point A to point B using a stopwatch, making three repetitions of measurement in each site obtain the standard measurement; the aforementioned method is totally manual, it is not possible to use it if there is turbulence in the channel.

**Keywords:** Discharge, float , irrigation channel

## Introducción

El consumo sustentable es un tema que ha tomado mayor relevancia en las últimas décadas (Acuña et al., 2020), la tecnología de generación eléctrica basada en los combustibles fósiles está ampliamente desarrollada sobresaliendo por su alto nivel de contaminación (Ramírez & Guzmán, 2017), no tomando en cuenta la economía verde basada en el desarrollo de energías limpias y renovables (Laine, 2014), el conocimiento del uso apropiado de la energía permite abordar el estudio en la producción y consumo de los diferentes tipos de energía (Quintana, Páez & Téllez, 2017), el aprovechamiento hídrico requiere de una información hidrológica para su adecuado dimensionamiento ( Sandoval & Aguilera, 2014), según INEGI ( 2019), se cultivaron 12,659,660 hectáreas en el estado de Jalisco, y en el municipio de Mascota se cultivan más de 1000 hectáreas anuales utilizando energías no renovables para el sistema de riego.

La presente investigación tiene como fin realizar un análisis entre la aplicación discharge que sirve para medición de caudales en ríos y canales ( Peña, 2017), donde se pueden obtener medidas de caudal en menos de un minuto (Hidrosolutions, 2021), basándose en las estructuras de los cuerpos de agua y no en trazadores ( Photrack, 2021), y el método del flotador el cual permite realizar mediciones con aforos medios y altos ( Fernández & Placencio, 2018), es utilizado cuando no se dispone de equipos de medición para medir la velocidad superficial del agua utilizando un material flotante (Alanya, 2011), para determinar la factibilidad de generación de energía hidroeléctrica a pequeña escala con base en el caudal de riego de Mascota, Jalisco, en las zonas de alto potencial de cultivo.

## **Materiales y métodos**

### Medición de caudal usando la App Discharge

La aplicación Discharge es una herramienta de medición óptica de caudal de canales para corrientes de agua naturales, surcos de riego y canales de agua. La aplicación está totalmente integrada en la plataforma web <https://discharge.ch/> para sitios de medición dedicados, la aplicación puede determinar con precisión el nivel y la descarga de agua y se calcula mediante el análisis de un video. La descarga es calculada mediante la velocidad de la superficie medida por la aplicación y todos los cálculos se realizan directamente en el teléfono inteligente, de modo que la aplicación pueda funcionar en modo offline.

Los datos de entrada para la aplicación son:

- Video
- Sección transversal
- Puntos de referencia (calibración de la cámara)
- El nivel del agua (tirante del agua)
- La velocidad superficial de la lámina libre

A continuación, se describe de forma detallada el método utilizado por la aplicación:

1. Calibración de la cámara:

Cuando se procesa una imagen se tiene información de dicha imagen en 2 dimensiones (2D) y con esta información se desea obtener información del mundo real en 3D para ello se requiere conocer ciertas características de la cámara como: su distancia focal, la resolución del sensor, la orientación de la cámara, y con esto transformar los píxeles a valores X, Y, Z.

2. Nivel del agua:

Una vez que la cámara está calibrada, esta estará tomando videos de cinco segundos cada minuto, la primera parte de este procesamiento de imágenes es obtener el nivel del agua, es decir diferenciar la parte de la imagen que es agua de la que no es, dibujando una línea que delimita el nivel del agua en la imagen traducida a píxeles transformándolo en el tirante del agua.

3. Velocidad superficial de la lámina libre:

Calcula mediante píxeles cuánto se mueve una partícula entre un cuadro y otro en el video en un 30vo. De segundo, de esta manera se calcula la velocidad del flujo en píxeles por cuadro.

Modo de funcionamiento: Cuando se abre la App la ventana inicial muestra una lista de sitios y organizaciones, la App está basada en organizaciones, así que para iniciar se tiene que registrar una organización o unirse a una organización que ya existe.

Para la realización del presente proyecto, se dieron de alta en la aplicación una organización y tres sitios diferentes los cuales se geo localizaron en los siguientes puntos:

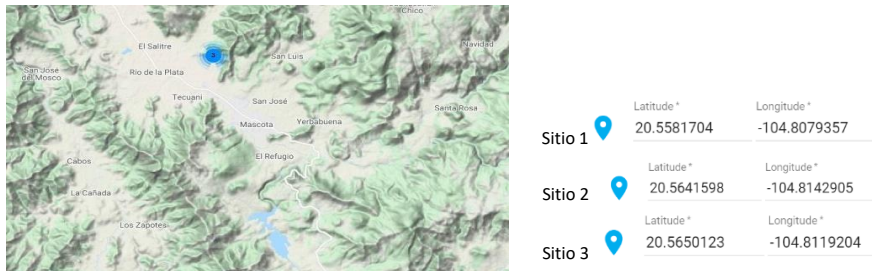


Fig. 1. Geolocalización de los tres sitios.  
Fuente: los autores

Después se procedió a realizar la medición del caudal en cada uno de los sitios, para este propósito la aplicación necesita que el usuario le proporcione los siguientes datos:

- Ubicación la cual se puede introducir manualmente o usar el GPS de la aplicación para hacer la localización de la latitud y longitud
- Perfil del canal (tipo de canal) entre las que se puede elegir entre:

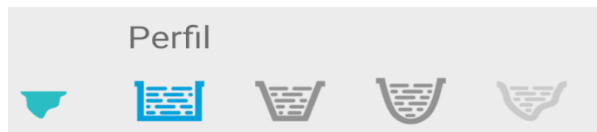


Fig. 2. Tipos de perfiles de agua.  
Fuente: Discharge

- El ancho y la profundidad en metros que se tomaron en el momento utilizando cinta métrica y una vara graduada para la profundidad.
- La rugosidad, la cual se basa en los coeficientes Manning-Strickler para el cálculo de rugosidad. El uso de éste coeficiente sólo es aplicable en el acoplamiento para una familia muy limitada de funciones del caudal de riego, en particular no es aplicable en el caso importante cuando el caudal de riego es una constante. (Fuentes et al., 2004).

Coefficientes de rugosidad  $k_{st}$   
 $[m^{1/3}/s]$  para caudales  
 estacionarios de acuerdo con la  
 expresión de Manning-Strickler:

$$v = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_E^{1/2}$$

$v$  = velocidad promedio,  $r_{hy}$  = radio hidráulico,  
 $I_E$  = gradiente hidráulico

Fig. 3. Geolocalización de los tres sitios.  
 Fuente: Discharge

Para el caso de los canales cementados, como lo es el caso del canal de riego del municipio de Mascota es de 50 de acuerdo a la siguiente figura:

Canales cementados	
Muy liso	100
Liso	90-95
Formado de madera lisa	65-70
Cemento prensado	60-65
Cemento viejo	60
Cemento rugoso	55
Cemento irregular	50

Fig. 4. Geolocalización de los tres sitios.  
 Fuente: los autores

Una vez capturados los parámetros anteriores, se inicia el procesamiento de las imágenes dando clic en el icono de la cámara en la parte superior derecha de la pantalla para comenzar con la grabación del video, a continuación, la aplicación solicita introducir cuatro puntos para indicar el nivel del agua en ambas orillas; a medida que el usuario desliza en pantalla los indicadores para el nivel del agua hacia arriba y abajo, en la parte inferior de la ventana se inicia la grabación real del video la cual dura 5 segundos, durante este tiempo el dispositivo debe mantenerse lo más estable posible, después de haber grabado la video, y una vez finalizado el procedimiento, los vectores fueron representados en la pantalla del dispositivo, así como el cálculo de la descarga, la velocidad del agua, y la altura; y para finalizar se da clic en el botón de la nube para que los resultados sean enviados a la base datos de la aplicación web, para su posterior consulta.

**El método del flotador**

Este método consta de realizar mediciones de la velocidad del caudal del agua en una sección del río o canal en un tramo uniforme sin troncos de árboles y piedras grandes en diferentes estaciones del año para obtener datos mínimos, medios y máximos, para esto es importante considerar condiciones de caudal mínimo circulante y caudal máximo instantáneo (Bernis, 2009 ), donde el caudal está dado en función de la sección transversal (m ) y por la velocidad (m/s) donde se utiliza un cronómetro, una cinta métrica con una longitud de 10 metros mínimo y material flotante (pedazo de madera, bola de unicel) con bajo peso y baja densidad específica, poca o ninguna tendencia a absorber el fluido (Mott & Untener, 2015). Se deja caer el material flotante y al tener contacto con el agua se activa el cronómetro hasta que éste avance una longitud de 10 metros, el punto donde se deja caer el material flotante se denomina punto A y a 10 metros de recorrido se denomina punto B, se realizan repeticiones de mediciones siendo necesarias 3 mediciones que no varíen demasiado en el tiempo final cronometrado para que el método sea validado. para calcular el caudal se multiplica A (m<sup>2</sup>) por V (m/s) habiendo utilizado previamente los factores de corrección. El resultado será en m<sup>3</sup>/s, para estimar el caudal en l/s se multiplica el resultado por 1000, para determinar la velocidad de caudal se emplea la siguiente fórmula.

Ecuación 1. Velocidad de caudal

**Velocidad (v) = Distancia del tramo A –B (m) / tiempo recorrido (s)**

Como primer punto se identifican los puntos a analizar tomando como indicadores las zonas con mayor producción de cultivos en el canal de riego de mascota, tomando como muestra dos puntos denominados puntos 1, 2, 3, ver figura 1.

Se realiza la medición de los puntos 1, 2 y 3 con el método del flotador identificando los puntos A y B con el uso de una cinta métrica a 10 metros de distancia y la profundidad se determinó con una vara graduada, los puntos donde se pudo realizar la medición se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Mediciones usando el método del flotador

Punto 1	Velocidad	Punto 2	Velocidad	Punto 3	Velocidad
---------	-----------	---------	-----------	---------	-----------

20.43	0.48947	26.85	0.3724	X	X
21.25	0.4705	22.35	0.4474	X	X
22.23	0.4498	22.77	0.4391	X	X
Altura	A= 89 cm B= 81 cm		A= 71 cm B= 65 cm		A=94 B=65
Resultado	0.4699 M/S	Resultado	0.4196 M/S	Resultado	X M/S

Fuente: los autores

## Resultados y discusión

La siguiente tabla muestra los resultados comparativos de la puesta en marcha de la aplicación discharge y el método del flotador; donde se muestran los resultados utilizando la aplicación discharge de los puntos 1, 0.32 M/S, 2, 0.29 M/S y en el punto 3 no se pudo obtener la medición al existir lluvia, los resultados obtenidos con el método del flotador son: punto 1 0.46 M/S, punto 0.41 y el punto 3 no se pudo realizar la medición ya que el material flotante no avanzó al existir turbulencia y viento en ese punto del canal. Comparando las dos metodologías para el cálculo de la velocidad del canal se observa que existe una variación en el primer punto de 0.14 M/S, en el punto 2 de 0.11M/S y en el punto 3 con ninguna metodología se pudo medir la velocidad del flujo, el método del flotador es posible utilizarlo sin ningún tipo de interferencia satelital, y la aplicación discharge dota de medición de más elementos de forma rápida como lo es coeficiente de rugosidad y simetría del canal mismos que se pueden archivar en la nube.

Tabla 2. Resultados mediciones usando la aplicación Discharge y el método del flotador

Método	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Discharge	0.32	0.29	X
Flotador	0.46	0.41	X

Fuente: Los autores



## Conclusiones

El desarrollo de este trabajo dota de elementos guía para analizar la utilización de la aplicación discharge y el método del flotador como herramientas para medir la velocidad del caudal en canales abiertos.

## Referencias bibliográficas

Acuña-Moraga, O.; P. Severino-González ; V. Garrido-Véliz; & V. Martín-Fiorino. 2020. Consumo sustentable y responsabilidad social. una visión convergente que contribuye al desarrollo sustentable Asociación Interciencia Venezuela, vol. 45, núm. 8, 2020, 384-389.

Alanya P, S. (2011). Diseño y construcción de un sistema digital autónomo y portátil para la medición de la velocidad lineal de un fluido.

Bernis, J. M. (2009). El caudal mínimo medioambiental del tramo inferior del Río Ebro. Tortosa: UNED-Tortosa.

Discharge. (06 de 04 de 2021). *Discharge App*. Obtenido de User Manual: <https://app.discharge.ch/> .

Fernández- De Córdoba, J: & Placencio- García, J. 2011 Determinación de la velocidad del flujo del río Yanuncay por el método de flotadores. Universidad del Azuay.

Fuentes, C.; B. De León; & H. Saucedo 2004. El sistema de ecuaciones de Saint-Venant y Richards el riego por gravedad: 1. La ley potencial de resistencia hidráulica. Ingeniería Hidráulica en México, 19(2) 65-67.

hydrosolutions.ch. Consultado en: Diciembre 2021.

INEGI, 2019. Encuesta nacional agropecuaria. 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Ciudad de México, México.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/irg\\_ena2019](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/irg_ena2019).

Consultado en:

Octubre 2021.

<http://www.photrack.ch/dischargeapp.html> . Consultado en: Diciembre 2021.

Laine, J (2014). La bioenergía como alternativa para el desarrollo sustentable. Interciencia, 39(3), 205-206.

Mott, Robert, L ( 2015) Mecánica de fluidos Pearson Educación, México pag. 10.

Peña,S.(2017).Medición del caudal en ríos y canales mediante imágenes. Una aplicación para Smartphone.IIUNAM: México.

Quintana-Ramírez, A; J. Páez; & P. Téllez López, 2018. Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables \* Pedagogía y Saberes, núm. 48, 2018, -Junio, pp. 43-57.

Sandoval-Erazo, W.R.; & E. P. Aguilera Ortiz. 2014. Determinación de caudales en cuencas con poca información hidrológica. Revista Ciencia Unemi,7 (12), 100-110.

Yajure-Ramirez,C; & Guzman.2017. Estudio comparativo de técnicas de toma de decisiones multicriterio para la jerarquización de tecnologías renovables a utilizar en la producción de electricidad.Scientia Et Technica, 22(3), 2.