

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE MEDICIÓN DE EROSIÓN EN MODELOS FÍSICOS UTILIZANDO UNA CÁMARA KINECT®

Nicolás Bellino¹; Emanuel Sánchez Aimar²; Mariana Pagot¹; Mariano Corral¹; Matías Eder¹; Cristian Apostolo¹; Paolo Gyssels¹; Santiago Balbis¹; Héctor Muratore¹; Gerardo Hillman¹ y Andrés Rodríguez¹.

¹ Laboratorio de Hidráulica y Centro de Estudios y Tecnología del Agua (CETA), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av Filloy s/n, Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina, email: mpagot@efn.uncor.edu

² Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba. Medina Allende s/n, Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina

Introducción

En este trabajo se presenta una nueva técnica para mediciones de erosión en modelos físicos a escala reducida utilizando una cámara digital láser denominada comercialmente RGB-D KINECT (Microsoft, 2010) (Figura 1).

Se desarrolló un sistema alternativo de medición de erosión y formas de fondo, empleando productos de bajo costo utilizando tecnología prevista para el ámbito comercial de entretenimiento.



Figura 1: Cámara KINECT (Microsoft, 2010).

Objetivos

El objetivo principal fue:

- Desarrollar e implementar nuevas técnicas “no intrusivas” de medición de erosión para aplicar en laboratorio.

Además se evaluaron las principales ventajas y rangos de aplicación factibles de alcanzar con el uso de una cámara digital comercial de bajo costo RGB-D “Kinect” (Microsoft, 2010), con respecto a las técnicas tradicionales.

Materiales y Métodos

La metodología de esta nueva técnica propuesta se basa en la medición de la profundidad del terreno, respecto de la cámara, al finalizar cada ensayo hidráulico realizado en un modelo físico fluvial, para luego definir la profundidad de erosión y sedimentación respecto de un plano de referencia inicial.

Para realizar esta medición se contó con la capacidad de una cámara digital provista de un haz láser que se dispersa en un plano permitiendo realizar un barrido de la superficie analizada y dividida en parcelas (de 1,30m x 0,83 m aprox.) con una resolución espacial de 2 mm en modelo.

El post-procesamiento de los datos relevados comparados con los correspondientes al inicio de cada ensayo, posibilitará evaluar las zonas críticas de erosión y sedimentación resultantes así como las variaciones de las formas de fondo.

Estas mediciones se realizaron sobre una guía horizontal

que permite el desplazamiento de la cámara para tomar todo el ancho del modelo, en el caso que este supere la mínima área posible de registrar en una única toma. (Figura 2)

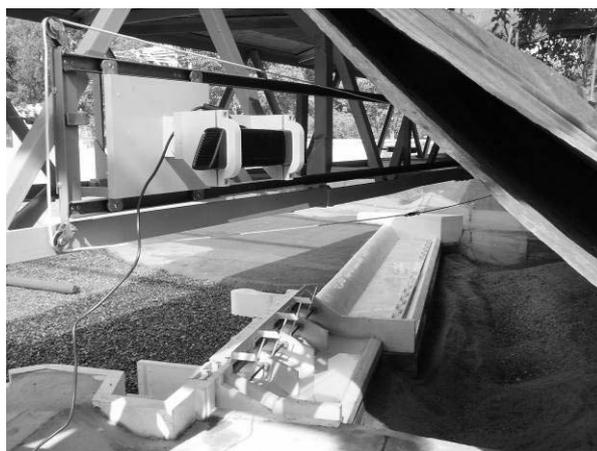


Figura 2: Técnica de medición de erosión con cámara KINECT.

Estas mediciones se realizaron sobre el modelo físico recientemente construido en el Laboratorio de Hidráulica de la FCEPyN de la Universidad Nacional de Córdoba, correspondiente a las obras de control de crecida y toma de agua del Dique Los Molinos en la Provincia de Jujuy. El modelo se construyó a fondo mixto con escala de longitudes 1:65 considerando las leyes de semejanza de Froude. (Laboratorio de Hidráulica, 2012)

Resultados

Los resultados se presentan para un escenario de caudal de 900 m³/s, el cual permite evaluar la máxima erosión generada por el paso del mayor caudal posible por Canal Moderador y Dique Móvil de la obra sin desborde por el Dique Fijo (Figura 3 y Figura 4).

Las mediciones de las erosiones realizadas mediante la “técnica tradicional” consisten en un relevamiento manual de puntos sobre perfiles longitudinales y transversales (Figura 3), utilizando para dicha tarea un nivel óptico y una escala graduada al milímetro con palpador en su base.

El Perfil 1 corresponde a un perfil al pie de las obras, el Perfil 2 al fondo de la fosa de erosión y el Perfil 3 a la barra de sedimentos. Las mediciones fueron realizadas cada 10 cm en la zona de canal moderador y Dique Móvil.

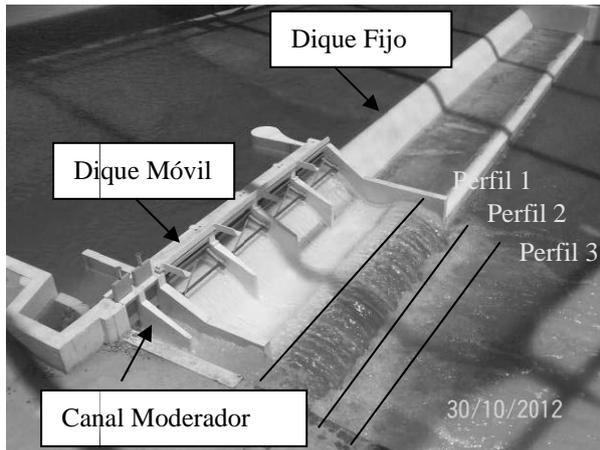


Figura 3: Ensayo hidráulico (Ensayo N°1 – 900 m³/s) y ubicación de perfiles para medir las erosiones en modelo



Figura 4: Resultado del Ensayo N°1 – 900 m³/s.

Las mediciones con la cámara KINECT se realizaron una vez que el modelo físico se encuentra libre de agua, generalmente a las 12 hs de finalizado el ensayo.

La imagen resultante capturada por la cámara KINECT se presenta en la Figura 5, donde se visualiza un modelo digital de elevaciones de la fosa de erosión resultante asociando la escala de colores gráfica a las distancias desde el eje focal de cámara al terreno resultante en este escenario modelado.

Análisis de los resultados

Los datos relevados con la cámara KINECT representan una matriz de 640 x 480 píxeles, lo que en prototipo equivale a una superficie relevada digitalmente de 85 m x 54 m. Esta superficie cuenta con una resolución de 307200 puntos, adquiriendo así cada pixel un tamaño espacial de 12 cm promedio (X=11,3 cm e y= 13 cm).

Se analizó la imagen adquirida con la cámara KINECT y se realizó la conversión de escala llevando todos los datos a prototipo, es decir los datos presentados en una superficie tridimensional corresponden a valores X, Y, Z reales, con Z cota de elevación en metros s.n.m.

En la Figura 5 al realizar la conversión de escala a prototipo el mínimo valor de 0,843 m equivale en prototipo a cota 1370,39 m, coincidiendo con la cota real del muro divisorio entre Canal Moderador y Dique Móvil.

En la Figura 6 se presentan los valores medidos con nivel óptico y con la cámara KINECT. La comparación entre los mismos indica una diferencia promedio de 0,50 m en prototipo equivalente a 8 mm en modelo.

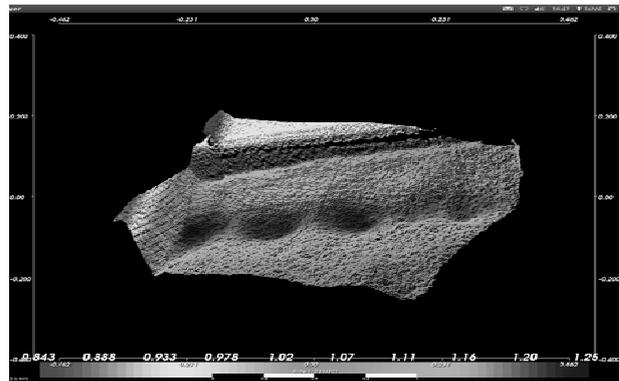


Figura 5: Modelo digital de elevaciones medido con KINECT.

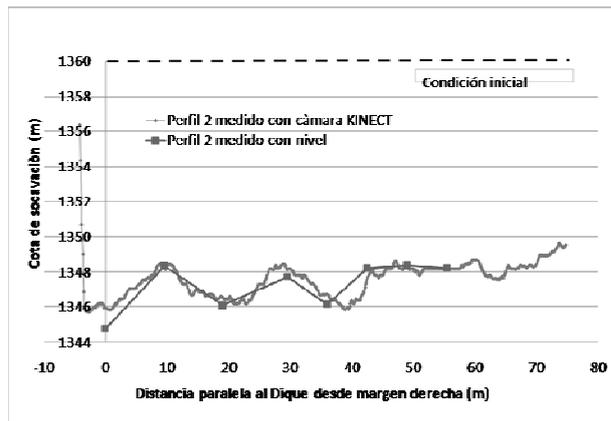


Figura 6: Mediciones de erosión con KINECT y nivel óptico Perfil 2.

Conclusiones

Se destaca que la técnica aquí propuesta, utilizando la cámara KINECT, se presenta superior a la técnica tradicional, principalmente en los siguientes aspectos:

- + Es una técnica no intrusiva, por lo tanto no se altera en la menor medida el escenario resultante de cada ensayo.
- Mejora la resolución espacial del área medida ya que el tamaño del pixel en modelo es de 2 mm promedio.
- + Mejora el registro de cada escenario ensayado, el detalle final con que se toma cada área modelada, supera en puntos medidos al método tradicional, en este caso cada escena cuenta con 307200 puntos.
- + Disminuye el tiempo de medición de los resultados para cada escenario ensayado.

Referencias

- Laboratorio de Hidráulica (2012). Proyecto y construcción del modelo físico tridimensional del dique derivador Los Molinos, provincia de Jujuy. Informe de Avance. Pp. 77.
- Microsoft Kinect (2010). Especificaciones técnicas. <http://www.xbox.com/en-us/kinect/> (acceso 08 Junio 2012).