



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Ecuación experimental para medición de caudales sobre los 3800 mnsn con el aforador Parshall de 3”

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ciencias de la ingeniería	Hidráulica y medio ambiente	Ingeniería civil

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input checked="" type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Hurtado Chávez Edgar Vidal Castillo Quispe Henry Abad
Escuela Profesional	Ingeniería Civil
Celular	979999214
Correo Electrónico	ehurtado@unap.edu.pe

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Ecuación experimental para medición de caudales sobre los 3800 mnsn para el aforador Parshall de 3”.

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

El aforador Parshall, es un instrumento de medición de pequeños caudales muy antiguo y ampliamente difundido por su relativa sencillez y por presentar muy pequeñas pérdidas de carga en comparación con las que se originan en otras estructuras de aforo. Sin embargo, no se ha verificado la aplicación de la ecuación general del aforador Parshall para altitudes por encima de los 3800 msnm. El presente proyecto de investigación busca determinar los coeficientes de descarga



de aforador Parshall de 3" a nivel experimental sobre los 3800 msnm, aplicando como metodología, la contrastación de mediciones de caudal con el aforador Parshall de 3" para diferentes coeficientes de descarga y el método volumétrico, en los mismos que se presentan diversas fases de evaluación y medición. Con los coeficientes de descarga hallados deben estar dentro del 3% de diferencia, comparando el caudal hallado a partir de la fórmula del aforador Parshall con los coeficientes determinados y el caudal real medido por el método volumétrico.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Aforador Parshall, caudal, coeficiente de descarga.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

En las prácticas realizadas en el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la UNA Puno, específicamente en la medición de caudales con aforadores Parshall, se pudo apreciar que los resultados de aforo de caudal que pasa por el canal, no coinciden al contrastar con otros métodos de medición que se utilizan para dicho aforo; si consideramos la confiabilidad de un medidor Parshall como una estructura utilizada con mediciones de caudal bastante aproximados con errores de $\pm 3\%$, debía ser el más preciso considerando que en su expresión matemática depende de una sola variable que es el tirante de agua que pasa por el aforador, cuya medida puede ser bastante precisa. En la presente investigación se indagará, experimentará y verificará, si los coeficientes de gasto que aparecen en el manual de operación para el aforador Parshall del laboratorio en las tablas y manuales, son apropiados para operar sobre los 3800 m.s.n.m. de altitud en que se encuentra ubicada nuestra región, aplicando un aforador Parshall de 2" y lograr así, determinar los coeficientes de descarga para la ecuación calibrada de operación para el aforador. En este sentido, para el presente trabajo de investigación surge de la siguiente interrogante. ¿Es significativa la variación del valor de los coeficientes de descarga establecidos para los aforadores Parshall, en condiciones de operación para altitudes por encima de los 3800 m.s.n.m, donde se ubica nuestra región? La respuesta a esta interrogante, proporcionará una mejor seguridad en los resultados de aforo que se realicen posteriormente con el aforador Parshall de 2" para altitudes mayores a los 3800 msnm.

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

Lux, M. (2010) en su tesis Medidores de flujo en canales abiertos, Universidad de San Carlos de Guatemala, concluye comparativamente entre un vertedor de pared delgada y un aforador Parshall, de 3", que los coeficientes obtenidos fueron K: 0.14175 y n: 1.547, para la obtención de caudales.

López, A. (2012). En su tesis *Efectos de incumplimientos a la norma en un aforador Parshall* UNAM México, detalla los efectos de incumplimiento a la norma en un aforador Parshall, concluyendo que las pruebas realizadas con diferentes rugosidades, las máximas diferencias porcentuales entre el gasto de referencia y el caudal calculado en el aforador Parshall se presentaron para una superficie lisa, contrario a lo que se esperaba.

Martínez, H. (2011) en su tesis de maestría *Evaluación experimental de los coeficientes de gasto utilizados en fórmulas de vertederos en diferentes condiciones de operación* UNI Lima-Perú, menciona que en el presente trabajo de investigación se evaluaron los coeficientes de descarga a capa libre en vertederos de sección rectangular, sin contracciones y de pared delgada, en diferentes condiciones de presión y temperatura,



comparándolas con las formulas comúnmente utilizadas. Adicionalmente se investigó la influencia de la vegetación en las cercanías del vertedero y desgaste de la cresta del vertedero, la parte experimental se realizó en el laboratorio nacional de la UNI ubicado a 110 msnm. y el laboratorio de Hidráulica de la UANCV ubicado a 3830 msnm.

Quello, R (2015), en su tesis de maestría *Calibración de control de gasto con el aforador Parshall en el laboratorio de hidráulica de Juliaca*, al realizar el aforo del caudal de agua que discurre por el canal con la ecuación general que se tienen en el manual de operación para el aforador Parshall, presente diferencia al ser contrastado con el caudal aforado a través del método volumétrico, los resultados del trabajo experimental demostraron que, al realizar el aforo del caudal con la ecuación general calibrada del aforador formulado con los coeficientes de descarga realmente calculados, si coinciden con el caudal medido a través del método volumétrico de contraste; concluyéndose que son correctos y confiables los coeficientes determinados experimentalmente para $K=0.2834$ y para $n=1.3066$.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

El caudal medido por el aforador Parshall de 3" aplicando la ecuación experimental, no difiere más del 3% del caudal medido con el método volumétrico.

VII. Objetivo general

Determinar una ecuación experimental para medición de caudales sobre los 3800 msnm para el aforador Parshall de 3", comparativamente con el método volumétrico.

VIII. Objetivos específicos

- Construir un aforador Parshall de 3" con las dimensiones admisibles en la norma ASTM D1941 – 91
- Determinar a través del método de contraste la variación entre el caudal medido con el método volumétrico y el caudal medido con el aforador Parshall
- Determinar los coeficientes de descarga (C y n) de la ecuación del aforador Parshall de 3" para altitudes mayores a 3800 msnm.

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

El diseño será de tipo experimental, correlacional, cuantitativo. Experimental: Porque manipularemos una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Correlacional: Porque tendrá el propósito de evaluar la relación que existe entre las variables cuando son modificados experimentalmente. Cuantitativo: Porque se usara la recolección y el análisis de datos que responden a las preguntas de investigación y probara la hipótesis establecida.

Para la calibración y validación del aforador Parshall, se aplicó la norma ASTM D1941 - 91 (2013) para la precisión de las relaciones de descarga de flujo libre se puede considerar dentro del 5%, para canales que cumplen con los requisitos estándar de fabricación e instalación (ASTM, 2013, pág. 7).

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

Lux, M. (2010). Medidores de flujo en canales abiertos (Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.



López, A. (2012). Efectos de incumplimientos a la norma en un aforador Parshall (Tesis de maestría) Universidad nacional autónoma de México, México.

Torres, C., & Vásquez, E. (2010) Análisis de medidores de caudal para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado (Tesis de Pre grado) Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.

Martínez, H. (2011) Evaluación experimental de los coeficientes de gasto utilizados en fórmulas de vertederos en diferentes condiciones de operación (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

Quello, R (2015). Calibración de control de gasto con el aforador Parshall en el laboratorio de hidráulica de Juliaca (tesis de maestría). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca – Perú.

Abarca, L (2013). Diseño hidráulico del canal de disipación que conecta un conducto con flujo supercrítico con un aforador Parshall, empleando un modelo a escala (tesis de pre grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 209 – Perú.

Pedroza Et al (2012). Experimentos comparativos en aforadores tipo Parshall con incumplimientos a la norma. XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Gonzales, E. & Ángel, J (2012). Variaciones en la calibración de un aforador Parshall. Tecnología y Ciencias del Agua. Vol. III (3), 35-51.

Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo. Coyoacán, México.

Cuenca, L (2019). Calculo de la longitud mínima de aproximación para una canaleta Parshall, a través de la comparación del comportamiento hidráulico entre un modelo numérico y un modelo físico (tesis de pre grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá – Colombia.

Skertchly, M (1988). Manual de diseño de estructuras de aforo. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Azevedo, J (1976). Manual de Hidráulica 6° ed. México: Editorial Harla 1976

ASTM (2013) Standard D 1941 – 91. Standard Test Method for Open Channel Flow Measurement of Water with Parshall Flume. New York: American National Standard; 2013.

Oliveras J. (2016). Canal Parshall, el aforador con casi un siglo de historia y agua. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/jordi-oliveras/canal-parshall-aforador-casi-siglo-historia>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

Los resultados obtenidos serán de suma importancia para poder comprender el uso de un aforador Parshall de 3", sobre los 3800 msnm aplicando una ecuación experimental para esa altitud.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

La experimentación de una ecuación para el aforador Parshall para medir caudales sobre los 3800 msnm, dará más luces del comportamiento del agua a esas altitudes.

ii. Impactos económicos

La aplicación de fórmulas halladas para altitudes mayores a 3800 msnm, permitirán mejores mediciones y por tanto, mejores resultados económicos en los proyectos hidráulicos.

iii. Impactos sociales

El correcto uso del aforador Parshall redundará en proyectos de mejor perfil social en



beneficio de los beneficiarios locales y profesionales en la hidráulica.

iv. Impactos ambientales

El correcto uso de un aforador Parshall conlleva a una mejor dosificación de nuestros 254 recursos hídricos y generar menos impacto ambiental.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Se necesitará:

- Aforador Parshall de 3"
- Laptop
- Software
- Libretas de apunte
- Cámaras fotográficas
- Filmadora.

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Región Puno, sobre los 3800 msnm.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses 2022												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Recolección de información y estudios relacionados	■	■											
Construcción del prototipo Parshall			■	■	■								
Toma de datos y análisis de la información obtenida						■	■						
Resultados y discusión							■	■	■	■			
Conclusiones y presentación del informe FEDU										■	■	■	■

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Construcción de prototipo Parshall	Gbl	1500.00	1	1500.00
Material bibliográfico	Gbl	500.00	1	500.00
Material de escritorio	Gbl	250.00	1	250.00
Servicios de computo	Gbl	850.00	1	850.00
Servicios de internet	Gbl	250.00	1	250.00
Viáticos y movilidad	Gbl	350.00	1	350.00
Asistente en hidráulica	Gbl	3200.00	1	3200.00
Total de presupuesto:				6800.00