



“Trabajos realizados en 2016 y y Plan Anual de Actividades 2017”



Resumen Ejecutivo

Se pone a consideración de las Autoridades de la Facultad de Ingeniería, a través del Director del Instituto de Hidráulica de dicha Facultad, las Tareas desarrolladas durante el año 2016 y de una Propuesta para el año 2017 sobre las Actividades a desarrollar en el transcurso del mismo.

Las tareas desarrolladas y en desarrollo del Grupo GIHCA son:

- **PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS PARA DERIVACIÓN DE CAUDALES**

Se visitaron instalaciones existentes en la zona este de la provincia de Mendoza. En dicha visita, realizada en conjunto con personal técnico del Departamento General de Irrigación, se mantuvo una entrevista al pie de las instalaciones visitadas con los responsables de la operación de las mismas (compuertas planas, módulos de máscaras y compuertas de nivel constante) con el objeto de conocer los usos y costumbres en su maniobra, al menos en los sitios visitados.

A posteriori se dieron inicio a las tareas de Investigación sobre obras de Derivación en Canales de Riego que optimizaran la determinación del Caudal Derivado. Se iniciaron relevamientos de condiciones en la red de riego de la Provincia de Mendoza que presentaran alteraciones o modificaciones significativas de los Caudales derivados por condiciones de posición al canal principal, situación del derivado, condiciones pre y post derivado por influencias de aguas arriba y aguas abajo tanto en el derivado como en el canal principal, operación de las condiciones de estabilidad en el canal principal para asegurar las condiciones de derivación, condiciones de funcionamiento por el arrastre de material que el canal Principal lleva en suspensión o en arrastre de fondo entre otros.

- **PROGRAMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANALES DE RIEGO**

Es necesario poner en conocimiento que el Programa de Generación de Energía Eléctrica en Canales de Riego de la Provincia que lleva adelante el IDE (Instituto de Energía de la Universidad) sigue siendo uno de los proyectos que el Grupo GIHCA continua desarrollando con la colaboración del mismo. Investigadores del Grupo GIHCA se presentaron al llamado de la Agencia para la conformación de Empresas de Base Tecnológica. En dicho llamado el Proyecto de referencia, denominado EBT115, logra un ¿A? No Reembolsable (ANR) que se está afectando a tareas de Ingeniería de Detalle, construcción y puesta en operación de una maquina turbina hidrocinética (THC) de 40 kW para instalar en el Canal San Martín conectada a la red pública de energía eléctrica. En particular, con dichos fondos se están llevando adelante trabajos sobre el Puente de maniobra y sostenimiento de la maquina en el canal, el desarrollo del Rodete de la máquina y las definiciones técnicas de los Componentes Eléctricos y Electrónicos de la máquina para su conexión a la red.

- **CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

Se hace expresa mención que el Programa de referencia se lleva adelante con la colaboración del Instituto de Energía de la Universidad de Cuyo dado que este se enmarca en el Programa de Generación de Energía Eléctrica en Canales de riego de la Provincia de Mendoza.

Los objetivos que persigue el presente programa son: a) Mejorar el entendimiento de la mecánica de fluidos involucrada en THC. b) Diseñar rodetes hidrocinéticos óptimos del punto de vista hidráulico. c) Formar recursos humanos en el tema de la hidroelectricidad.

La cooperación entre las partes se llevará a cabo a través de la realización conjunta, y coordinada, de actividades que permitan alcanzar los objetivos propuestos.

- **PRESENTACIÓN EN REUNIÓN DE ESSS-ANSYS**

El Grupo GIHCA es usuario del software de Simulación ANSYS que distribuye la empresa ESSS. El software que resuelve las ecuaciones de la mecánica de fluidos computacional se denomina CFX. El mismo es un programa de simulación utilizado principalmente en medios fluidos multifasicos y que se utiliza en variados casos de estudios en

la fluidodinámica. La empresa realiza todos los años un congreso de sus usuarios para que expongan trabajos de investigación realizados con ANSYS.

- **PROGRAMA CAPACIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS UNIVERSITARIAS PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO. SPU N° 3270/13. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y ENSAYOS DE ALABES DE ROTOR DE TURBINA HIDROKINETICA. RODETE DE TRES Y CINCO PALAS EN MATERIAL COMPUESTO**

El proyecto de Diseño, Optimización y Ensayos de Alabes de Rotor de Miniturbina se enmarca dentro del Programa de Minigeneración Eléctrica en Canales de Riego ejecutado a través de uno de los Institutos Multidisciplinarios de la UNCuyo, el Instituto de Energía (IDE). Continuando las acciones para brindar respuestas a la sociedad en la demanda por fuentes de energía limpia, el IDE ha comenzado un Proyecto de Desarrollo de una Turbina Hidrocinética para utilizar en cauces naturales o en canales de riego

- **CURSO TALLER DE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON CFD**

Se programa para el año en curso un Taller de CFD. Estará orientado a jóvenes profesionales y estudiantes avanzados. Basado en la resolución numérica de problemas fluidodinámicos simples o de mediana complejidad. Para luego comparar los resultados obtenidos con la solución analítica, en caso de existir una, o con datos obtenidos a partir de ensayos experimentales. Permitiendo la integración de los conocimientos adquiridos.

- **EL GRUPO GIHCA RECIBE EL PRIMER PREMIO DEL CONCURSO ADIMRA**

Integrantes del Grupo recibieron el Premio del III Concurso de Emprendedores Metalúrgicos, llevado adelante por ADIMRA Joven por tercer año consecutivo. El concurso tiene como objetivo principal promover la generación y presentación de ideas, incentivando a los jóvenes emprendedores metalúrgicos de todo el país a presentar proyectos con fuerte carácter innovador y capacidad de crecimiento

- **PARTICIPACIÓN EN EXPOSICIONES VARIAS DE INTERÉS EN LA VINCULACION Y EL DESARROLLO DE EMPRESAS DE INNOVACION TECNOLÓGICA**

Se participó en una reunión a pedido de las Autoridades de la Universidad en el Colegio Universitario Central para motivar a los jóvenes desde temprana edad en la temática de la Innovación Tecnológica

También queremos expresar desde la Coordinación del Grupo del necesario aporte desde la misma Facultad para poder disponer de Recursos Presupuestarios de la Universidad para dar mejoras en las dedicaciones de algunos de los integrantes los cuales salvo el Coordinador y Coordinador suplente disponen de cargos docentes

Así mismo informar de la nómina de los integrantes del Grupo GIHCA los cuales han realizado sus aportes en docencia e investigación acorde a las necesidades solicitadas desde la Coordinación.

El GIHCA está conformado por:

- Ing. Dante Bragoni (Coordinador)
- Ing. Nicolás G Tripp (Coordinador suplente)
- Ing. Facundo A Correas
- Ing. Martin Hidalgo
- Ing. Mauro Grioni
- Ing. Nicolás Caputo Pesce
- AA Dora Silvera Pesce

Índice de contenidos

PROGRAMA DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA DERIVACIÓN DE CAUDALES	6
Relevamiento de la situación actual	6
Área de visita	6
Instalaciones visitadas	6
Canal Matriz Reducción - Hijuela Funes	6
Canal Matriz Independencia - Hijuela Groezinger	8
Canal Independencia - Rama Naciente	8
Entrevistas con operadores del sistema	9
Estudios numéricos sobre Obras de Derivación en Cauces de Riego.....	10
Introducción.....	10
Objetivo	10
Módulos de máscara analizados.....	11
Compuerta simple	11
Compuerta doble	12
Validación de simulación numérica con datos experimentales	13
Compuerta simple	13
Compuerta doble	15
Resultados y conclusiones parciales	17
Trabajos a desarrollar próximas etapas	18
PROGRAMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANALES DE RIEGO.....	19
Introducción	19
Componentes Estructurales e Hidromecánicos Complementarios de la THC	19
Rodete hidráulico de la THC	19
Componentes Come de Generador y Equip. de Control y Regulación para Conexión a Red Pública de la THC	20
COLABORACIÓN ENTRE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA DE LA UNCUIYO Y LA UNLP	21
Introducción	21
Actividades desarrolladas.....	21
Descripción del problema.....	22
Dominio y mallado.....	22
Parámetros de la simulación	23
Resultados de la simulación sin cavitación	24
Resultados de la simulación con cavitación.....	26
Conclusiones	28
PRESENTACIÓN EN REUNIÓN DE ESSS-ANSYS	29

Introducción	29
PROGRAMA SPU N° 3270/13. RODETE DE TRES Y CINCO PALAS EN MATERIAL COMPUESTO	32
Introducción	32
CURSO TALLER DE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON CFD	34
Introducción	34
Alcances	34
Objetivos del curso	34
Programa del Curso	35
EL GRUPO GIHCA RECIBE EL PRIMER PREMIO DEL CONCURSO ASINMET	36
PARTICIPACIÓN EN EXPOSICIONES	37

PROGRAMA DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA DERIVACIÓN DE CAUDALES

Relevamiento de la situación actual

A fin de observar en el campo instalaciones existentes de derivación de caudales en uso en la actualidad en los cauces de riego de red hídrica provincial se realizó una visita técnica y relevamiento fotográfico a cauces ubicados en la zona este de la provincia de Mendoza. En dicha visita, realizada en conjunto con personal técnico del Departamento General de Irrigación se mantuvo una entrevista al pie de las instalaciones visitadas con los responsables de la operación de las mismas (compuertas planas, módulos de máscaras y compuertas de nivel constante) con el objeto de conocer los usos y costumbres en su maniobra al menos en los sitios visitados.

Área de visita

Los puntos de observación se encuentran dentro de la red hídrica administrada por la Subdelegación de Aguas del Río Tunuyán Inferior. La imagen aérea de la figura nº 1 nos muestra la ubicación de las tres instalaciones visitadas.

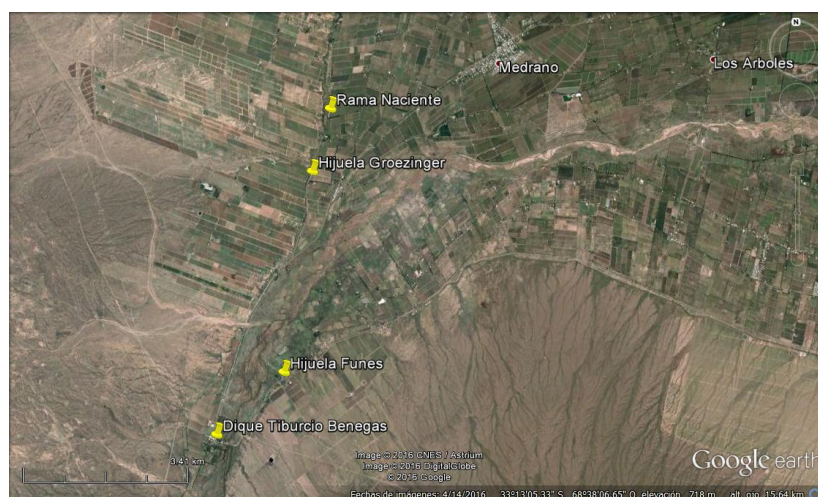


Figura 1. Ubicación compartos en red de hídrica Río Tunuyán Inferior

Instalaciones visitadas

Durante la recorrida se realizó un relevamiento fotográfico de 3 compartos pertenecientes al Canal Matriz Reducción y al Canal Matriz Independencia. Se seleccionaron estos compartos dado que en una distancia relativamente corta pudieron observar distintos tipos de instalaciones en cuanto a tipo de módulo de máscara, simple o doble y a la capacidad de derivación de caudales.

Canal Matriz Reducción - Higuera Funes

La instalación se compone de una compuerta plana ubicada en el lateral del canal principal de sección rectangular que inmediatamente aguas abajo de la misma se ubica una compuerta de nivel constante. Esta derivación vuelca las aguas en

Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

un canal ubicado en forma perpendicular al cauce principal. La compuerta de nivel constante debido a los actos de vandalismo se encuentra anulada en su funcionamiento. Aguas abajo de la compuerta de nivel constante se encuentran los módulos de máscara de tipo simple. Durante la visita la derivación estaba operando a caudal mínimo dada las condiciones climáticas de lluvias en la zona, por lo que no había demanda de riego.



Figura 2 Compuerta plana en cauce principal



Figura 3 Compuerta de nivel constante (sin operar)



Figura 4 Módulos de máscara

Canal Matriz Independencia - Hija Groezinger

La derivación de esta hijuela se compone de una compuerta de nivel constante aguas arriba de dimensiones importantes. Aguas arriba de dicha compuerta se encuentra una derivación lateral paralela al cauce principal que culmina con módulos de doble máscara. Esta obra al momento de la visita se encontraba fuera de turno, por lo que se pudo observar basura flotante retenida en el canal derivado previo a los módulos de máscara y una importante cantidad de sedimentos finos depositados en el fondo del cauce previo a los módulos. La obra incluye un vertedero lateral que vuelca las aguas excedentes y material flotante al cauce principal.



Figura 5 Compuerta de nivel constante aguas arriba (vista desde aguas abajo)



Figura 6 Módulos de doble máscara (vista desde aguas abajo)

Canal Independencia - Rama Naciente

Esta obra de derivación es de similares características a la Hijuela Groezinger dado que se encuentra sobre el mismo cauce principal y se ha seguido un diseño tipo en la mayoría de las tomas o derivaciones del mismo. Es de destacar que el canal de ingreso a los módulos de máscara al igual que la anterior toma visitada se encontraba con sedimentos finos depositados en su lecho.



Figura 7 Compuerta de nivel constante (vista desde aguas arriba)



Figura 8 Vertedero lateral y módulos de doble máscara (vista desde aguas arriba)

Entrevistas con operadores del sistema

En cada uno de los sitios visitados se contó con la presencia del Jefe de Distribución de la Subdelegación Ing. Ricardo Luqui y los encargados de operación de los compartos el Sr. Pedro Tolon por la Higuera Funes del Canal Matriz Reducción y el Sr. Francisco Cechini por la Higuera Groezinger y Rama Naciente ambas del Canal Independencia.

Durante las conversaciones los mismos manifestaron las dificultades que conlleva la operación de la compuerta de nivel constante, ya que las mismas suelen ser víctimas de actos de vandalismo. Estos actos de vandalismo se realizan tanto por terceros ajenos al sistema de riego, generalmente bañistas que aprovechan el cauce, como por usuarios que intentan sacar provecho interfiriendo para que ingrese más caudal a la toma.

Por su parte se indicó que se si bien se utilizan las compuertas de los módulos de menor caudal la frecuencia de uso es menor.

Si bien se observó la presencia de basura flotante y sedimentos no se manifestó como un problema mayor el mismo. Esto se debe que al iniciar el uso de los módulos el flujo de agua efectúa un lavado de la zona y arrastra hacia aguas abajo dicho materiales.

En cambio se manifestó que en general diseño de las obras de toma carece de un by-pass en el canal principal, de manera que si la compuerta de nivel constante que fuera de servicio se puede continuar con la operación del sistema. Dado que en ocasiones estas estructuras han quedado trabadas y se ha producido desbordes y sus consecuentes inundaciones.

Estudios numéricos sobre Obras de Derivación en Cauces de Riego

Se dieron inicio a las tareas de Investigación para obras de Derivación en Canales de Riego que optimizaran la determinación del Caudal Derivado, se iniciaron relevamientos de condiciones en la red de riego de la Provincia de Mendoza que presentaran alteraciones o modificaciones significativas de los Caudales derivados por condiciones de posición al canal principal, situación del derivado, condiciones pre y post derivado por influencias de aguas arriba y aguas abajo tanto en el derivado como en el canal principal, operación de las condiciones de estabilidad en el canal principal para asegurar las condiciones de derivación, condiciones de funcionamiento por el arrastre de material que el canal Principal lleva en suspensión o en arrastre de fondo, etc.

Introducción

En la actualidad, desde el Departamento General de Irrigación (DGI), existe la necesidad de modernizar y controlar de una manera más eficiente el sistema de distribución de agua en canales de riego. El caudal erogado debe ser entregado con cada vez más precisión, tanto en tiempo como en forma (cantidad y calidad).

Otro gran problema con el que se enfrenta diariamente el DGI, encargado de esta importantísima tarea, son las inevitables fluctuaciones de caudal en toda la red de riego de la Provincia. Tanto por la diferencia estacional del gasto (consumo), como por la oferta (disponibilidad). Esta naturaleza fluctuante de la red hace que la intención de realizar una erogación precisa de los caudales necesarios sea difícil.

Como las estructuras de derivación funcionan hidráulicamente, en su mayoría, como orificios sumergidos, la variación de altura en los canales afecta el caudal entregado. Existen diferentes opciones para tratar de solucionar este problema. Una de las posibilidades es la utilización de módulos reguladores de gasto, conocidos comúnmente como compuertas de módulos, modulares o Módulos de Máscara.

Los sistemas de Módulos de Máscara son una parte importante de las estructuras de derivación y control de suministro de agua. Estos elementos permiten el paso de un caudal cuasi constante para una variación de nivel de aguas arriba conocida y reducida. Es decir, mitigan en parte el efecto de las variaciones de nivel en el canal, erogando para estas pequeñas fluctuaciones de nivel un caudal constante con una garantía del 5 al 10%.

Es por ello que estos elementos resultan fundamentales para la modernización de las redes de riego existentes sin la necesidad de realizar grandes cambios en el sistema actual de distribución, pero incorporando confianza y precisión.

Los Módulos de Máscara presentan la particularidad de garantizar un caudal de diseño por metro de ancho para un nivel aguas arriba. Además, garantizan que para una variación de altura conocida el caudal no variará en más de un 10%. El formato comercial de las compuertas es modular y el ancho de los módulos es proporcional al caudal.

El problema encontrado por los proyectistas del DGI, que incorporan este tipo de compuertas, es que muchas veces las condiciones de emplazamiento en obra no responden a los requerimientos de diseño estándar de los Módulos de Máscara, donde el caudal garantizado fue registrado bajo estrictas condiciones de ensayos en laboratorio.

Es por ello que, el DGI solicita al GIHCA la verificación de diferentes configuraciones típicas de este tipo de módulos para bajos, medios y altos caudales, a través de simulación numérica.

Objetivo

El **objetivo principal** de este trabajo es estudiar el comportamiento hidráulico de las compuertas del tipo Módulos de Máscara para tres series de caudales tipo seleccionado y con una serie de configuraciones elegidas, de manera de sugerir recomendaciones de diseño que asistan a los proyectistas de este tipo de obra.

Para cumplir con este objetivo principal, se eligen una serie de hitos u objetivos particulares:

- Representar geométricamente los Módulos de Máscara.
- Verificar la posibilidad de representar el fenómeno por simulación numérica.
- Verificar y validar un modelo simple que represente el comportamiento observado y los valores de caudal y altura registrados en distintos ensayos físicos realizados en los módulos.
- Simular y verificar hidráulicamente modelos 3D con la geometría de los módulos.
- Simular combinaciones de módulos con diferentes espesores, cerrados y abiertos.
- Simular diferentes condiciones de emplazamiento de los Módulos de Máscara más significativos.

Para lograr estos objetivos se estudió un cronograma de trabajo, se realizó una recopilación de bibliografía de referencia en el tema y se eligieron algunas referencias de cabecera, tanto desde el punto de vista del funcionamiento hidráulico clásico de este tipo de obra, como también de desarrollos desde la perspectiva de la simulación numérica.

Módulos de máscara analizados

Compuerta simple

Geometría del Módulo simple

En la Figura 1 se muestra la geometría de un módulo de máscara para una compuerta simple. Las unidades están dadas en mm y una consideración a tener a la hora de dibujar esta geometría es que curva de radio $r=35$ debe ser tangente al eje x. La dirección del eje x es considerado en la dirección del flujo de agua.

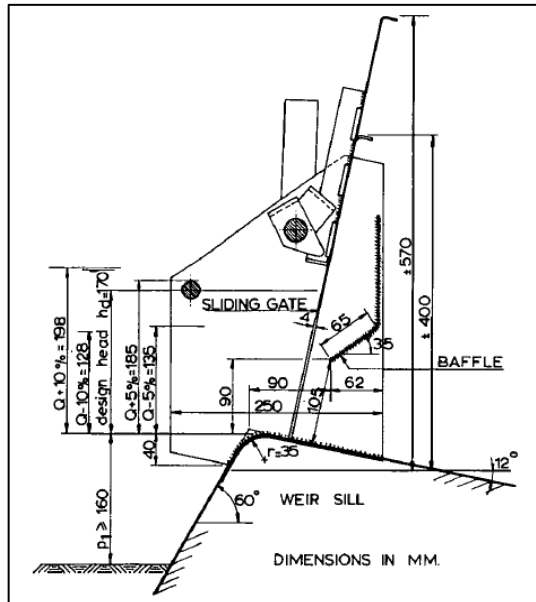


Figura 1: Geometría del módulo simple de Neyrpic en mm.

Curva de gasto del módulo simple

El ensayo experimental de la curva de gasto para la compuerta de un solo módulo se muestra en la Figura 2. Como se puede ver en las ordenadas se tiene la altura de pelo de agua que viene dado en mm, lo cual estaría incorrecto. Esta altura está dada en m.

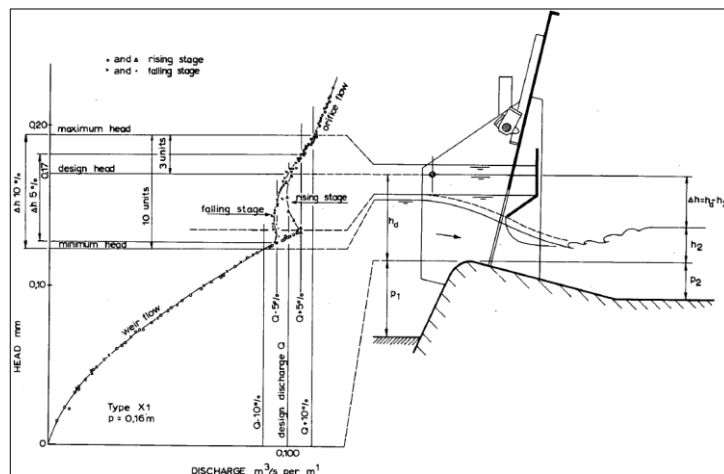


Figura 2: Curva de gasto para el caso del módulo simple.

Los caudales de descarga vienen dados en la unidad de m^2/s . El caudal de diseño Q corresponde entonces a $0.1 m^2/s$.

Compuerta doble

Geometría del módulo Compuerta doble

Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

En la Figura 3 se muestra la geometría de un módulo de máscara de compuerta doble. Las unidades están dadas en mm y una consideración a tener a la hora de dibujar esta geometría es que curva de radio $r=56$ debe ser tangente al eje x. La dirección del eje x es considerado en la dirección del flujo de agua.

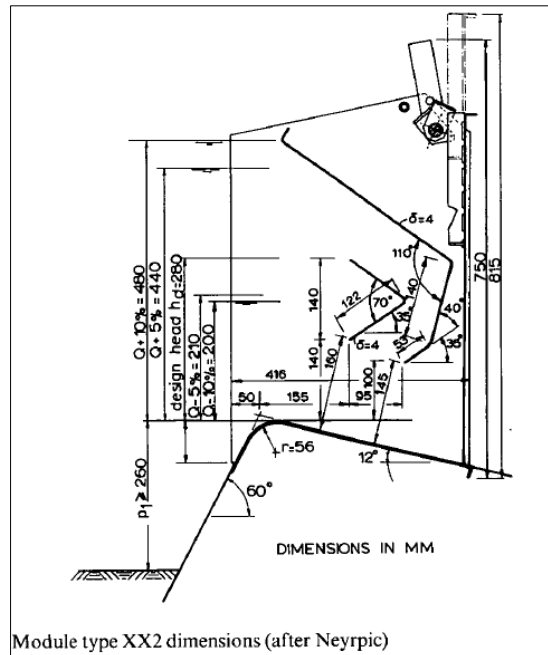


Figura 3: Geometría del módulo doble de Neyrpic en mm.

Curva de gasto del módulo doble

El ensayo experimental de la curva de gasto para la compuerta de dos módulos se muestra en la Figura 4. Como se puede ver en las ordenadas se tiene la altura de pelo de agua que viene dado en metros.

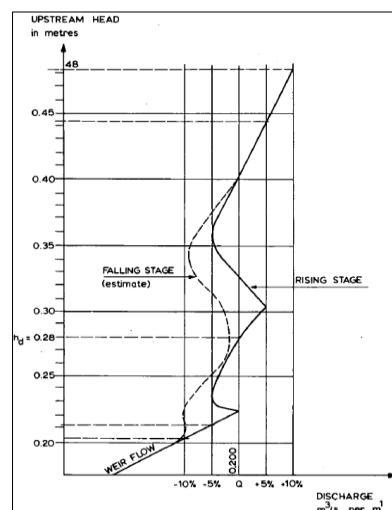


Figura 4: Curva de gasto para el caso del módulo doble.

Los caudales de descarga vienen dados en la unidad de m^3/s . El caudal de diseño Q corresponde entonces a $0.2 m^3/s$.

Validación de simulación numérica con datos experimentales

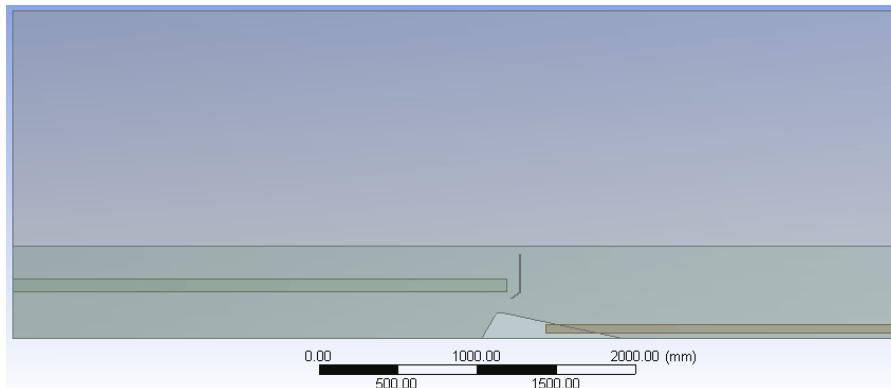
En primer lugar se decidió realizar una modelación estándar para verificar la posibilidad de simular los casos experimentales y comprobar la bondad del modelo para representar la curva experimental. Más adelante se muestran el efecto de la variación de algunos parámetros de la simulación y condiciones de malla para verificar la independencia de los

resultados con respecto a estas variables.

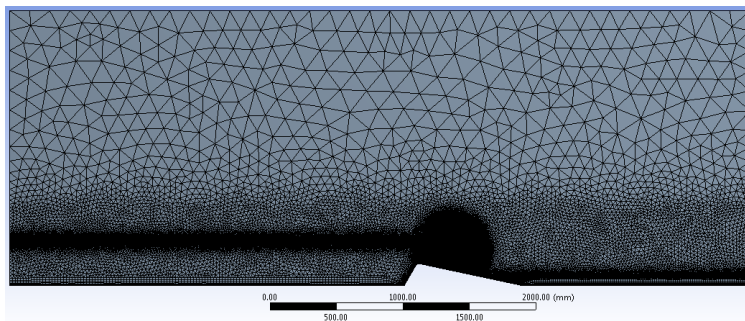
Compuerta simple

Geometría y Mallado de Compuerta Simple

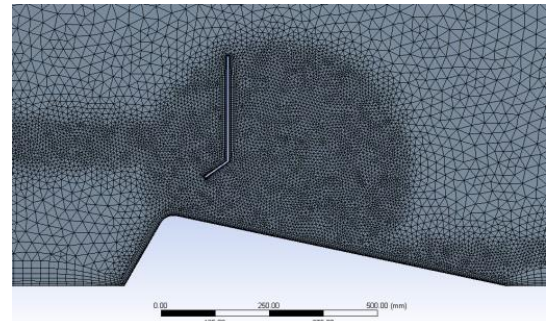
La geometría se realizó considerando la geometría extraída de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el modelo es similar al módulo ensayado con un ancho fijo. Se estableció un ancho de compuerta de 200 mm, y la malla se densificó (mayor cantidad de nodos y elementos) en los lugares de mayor necesidad de precisión en la información, es decir, en la superficie libre aguas arriba, en la superficie libre aguas abajo y por último un refinamiento en la zona de la compuerta. En la Figura 1 se muestran las distintas zonas de mallado y algún detalle de la malla realizada.



a)



b)



c)

Figura 1. Detalle de Geometría (a) y malla (b y c) para el caso de Máscara Simple.

El mallado de la geometría de compuerta simple se obtuvo a partir de una malla no estructurada formada por tetraedros (malla general) y prismas en la zona de capa límite. El mallado final resuelto cuenta con un número importante de nodos y de elementos.

Parámetros de simulación

Se realizaron 5 condiciones de funcionamiento de la compuerta simple a fin de poder reproducir la curva de gasto obtenida de ensayos experimentales. Los casos analizados y sus respectivos parámetros de simulación se presentan en la

Tabla 1. Parámetros de entrada para las simulaciones numéricas del módulo simple.

Simulación CFD -Parámetros de entrada						
Condición	Ancho Deflector [m]	Caudal [m^3/s]	Alto [m]	Alto total[m]	Velocidad [m/s]	Hsalida
Q -10%	0.2	0.0180	0.122	0.282	0.3191	-0.112
Q -5%	0.2	0.0190	0.128	0.288	0.3304	-0.111

Q diseño	0.2	0.0200	0.170	0.330	0.3030	-0.11
Q +5%	0.2	0.0210	0.182	0.342	0.3070	-0.109
Q +10%	0.2	0.0220	0.194	0.354	0.3107	-0.107

El caudal de diseño resulta de la curva de gasto para la compuerta simple en donde se tiene este caudal es igual a $0,1 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ para un ancho de 1m. Como en nuestro caso el ancho utilizado para llevar a cabo las simulaciones es de 0,2m resulta entonces que el caudal para la condición de diseño es de $0,02 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ para un ancho del módulo de 0,2m.

Es importante aclarar que para todos los casos simulados de la compuerta simple se utilizó como condición para las paredes (piso, paredes laterales, deflector) una condición de rugosidad suave, o pared lisa. En la parte superior del modelo la condición utilizada fue la de entrada y salida de aire solamente. La condición de entrada fue realizada por medio de la imposición de una velocidad del flujo de agua y la altura de columna de agua, quedando de esta manera definido el caudal de entrada. En la salida la condición fue con una presión estática correspondiente a la profundidad respecto al nivel agua.

Resultados parciales

Los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas se muestran en **Tabla 2**. A pesar que la condición de entrada era impuesta por la velocidad y la altura del nivel de agua, el programa por si solo busca una altura de equilibrio. Es por este motivo que a partir de los resultados obtenidos se registraba la altura en la cual el programa encuentra dicho equilibrio (convergencia), ya que el parámetro que no cambiaba era el caudal de ingreso. Se estableció como punto de registro de esta altura la coordenada $-0,8$ en la dirección x.

Tabla 2. Resultados obtenidos para la compuerta simple.

Resultados CFD				
Condición	Hentrada	Q [kg/s]	Q [m ³ /s]	Q [m ² /s]
Q -10%	0.123	17.95	0.018	0.090
Q -5%	0.128	18.95	0.019	0.095
Q diseño	0.162	19.87	0.020	0.100
Q +5%	0.18	20.81	0.021	0.104
Q +10%	0.19	21.72	0.022	0.109

Si ahora graficamos estos valores obtenidos por medio de CFD junto con los obtenidos en los ensayos experimentales por Neyrpic se obtienen la línea continua y línea punteada que especifica la fase ascendente de carga y la fase descendente de carga respectivamente para el caso experimental y los triángulos verdes corresponden a los resultados obtenidos por medio de CFD. En la figura se puede observar una buena concordancia entre los resultados obtenidos por medio el modelo numérico y los ensayos experimentales.

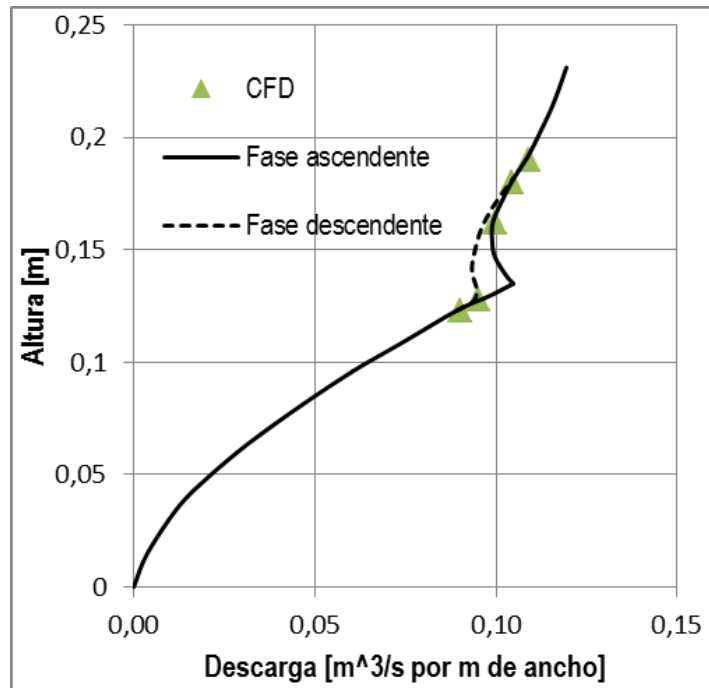


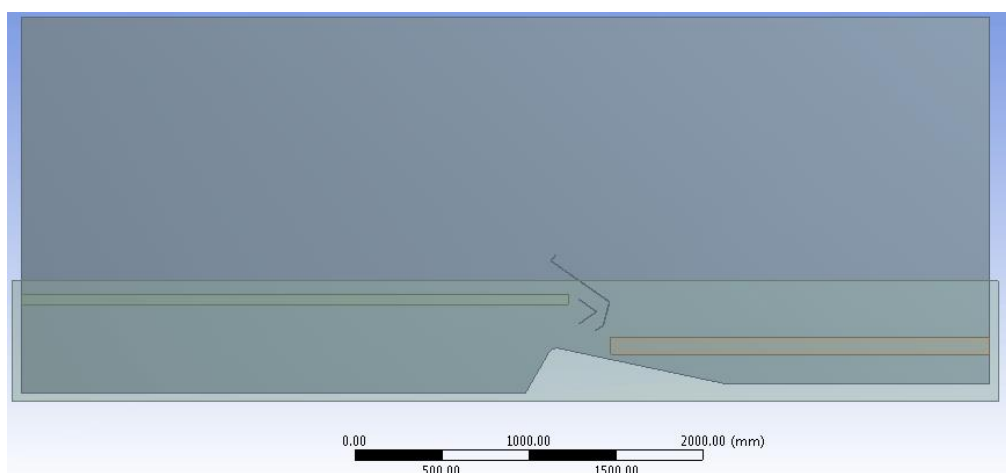
Figura 2. Curva de comparación entre resultados por medio de CFD y los experimentales para el Módulo Simple.

Compuerta doble

Para el caso de la compuerta doble, los resultados obtenidos en la primer simulación ameritaron un análisis más profundo y exhaustivo para poder conseguir resultados confiables que permitan extrapolar los resultados más allá de los valores que muestran los resultados experimentales. En este caso se divide en dos el proceso de simulación, en primer lugar se muestran los resultados que se consiguieron con una simulación similar al caso de una Máscara, más adelante se muestra un avance de esta simulación optimizando el mallado y también la forma de realizar la simulación.

Geometría y mallado

Se modeló la geometría de la compuerta respetando las condiciones mostradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se estableció el dominio de control con un ancho de compuerta de 100mm, y se establecieron 3 cuerpos para densificar la malla (similar al caso de Máscara Simple, Figura 3). En este caso la malla se creó de manera no estructurada formada por tetraedros (malla general) y prismas en la zona de la capa límite. El mallado final cuenta con una importante cantidad de elementos y de nodos. También se ve la densificación realizada de manera similar a lo que se hizo en el caso de la Máscara Simple.



Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

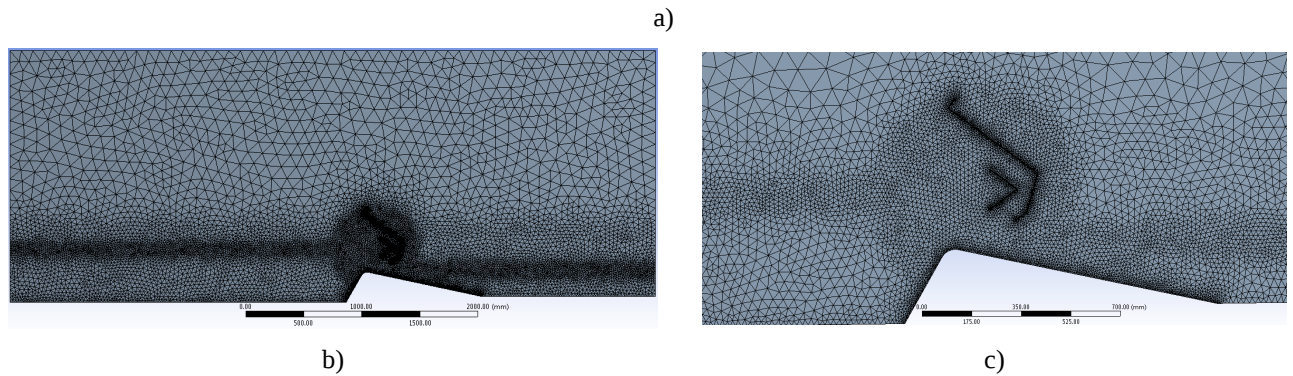


Figura 3. Detalle de Geometría (a) y malla (b y c) para el caso de Máscara Doble.

Parámetros de simulación

Se simuló al igual al Caso Simple 5 diferentes condiciones de funcionamiento de la compuerta doble a fin de poder reproducir la curva de gasto obtenida de ensayos experimentales. Los casos analizados y sus respectivos parámetros de simulación se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Parámetros de entrada para las simulaciones numéricas del módulo Doble.

Simulación CFD -Parámetros de entrada						
Condición	Ancho Deflector [m]	Caudal [m^3/s]	Alto [m]	Alto total[m]	Velocidad [m/s]	Hsalida
Q -10%	0.1	0.018	0.20	0.46	0.3913	0.11
Q -5%	0.1	0.019	0.21	0.47	0.4043	0.13
Q diseño	0.1	0.020	0.28	0.54	0.3704	0.15
Q +5%	0.1	0.021	0.44	0.70	0.3000	0.16
Q +10%	0.1	0.022	0.48	0.74	0.2973	0.17

La comparación de estos resultados entre la simulación de CFD y los ensayos experimentales por Neyrpic se pueden ver en la Figura 5. En línea continua y línea punteada se especifica la fase ascendente de carga y la fase descendente de carga respectivamente para el caso experimental y los asteriscos rojos corresponden a los resultados de CFD, aunque estos modelos presentan una buena concordancia se presentaron algunos problemas que se describirán en el próximo punto.

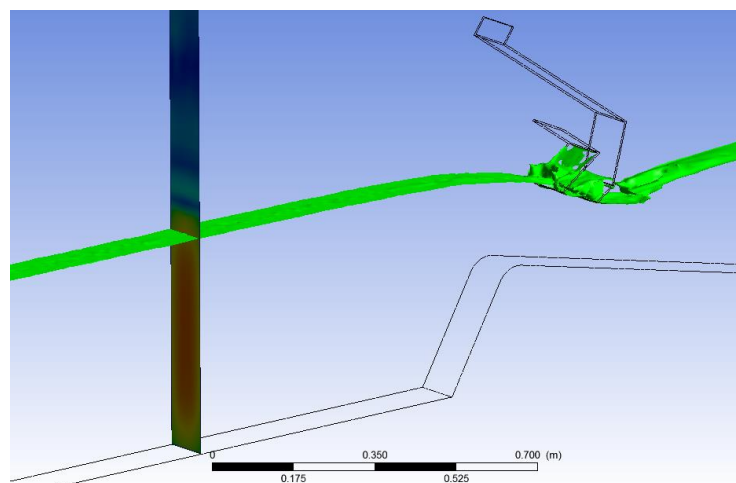


Figura 4. Coordenada de referencia para medir la altura de pelo de agua ($x = -0.8\text{m}$).

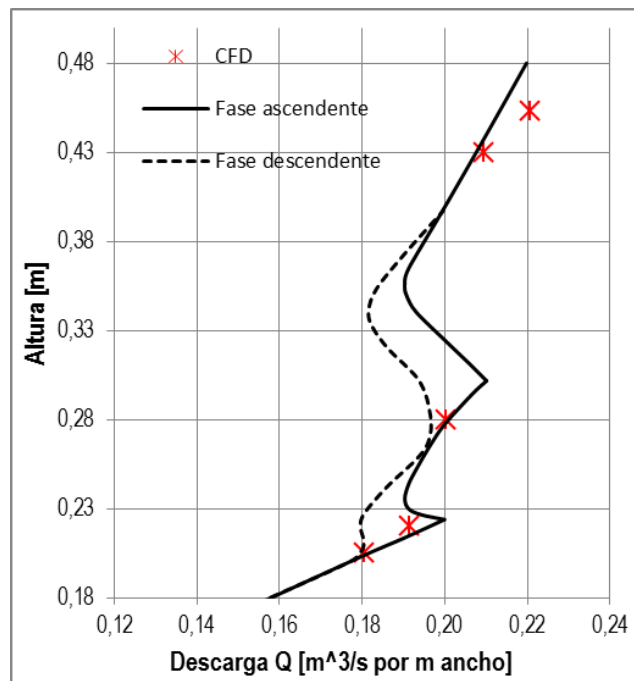


Figura 5. Curva de comparación entre resultados por medio de CFD y los experimentales para el Módulo Doble.

Resultados y conclusiones parciales

Los resultados obtenidos y presentados en el presente informe de avance nos permiten desarrollar las siguientes conclusiones:

- Se representó el comportamiento hidráulico general de los ensayos realizados por Neyrpic, tanto para compuertas de Máscaras Simples como para Máscaras Dobles.
- Se verificó con una precisión adecuada diferentes caudales para distintas alturas de carga aguas arriba. Respondiendo al comportamiento experimental.
- Se realizó una optimización de geometría y malla de manera que las simulaciones más complejas puedan realizarse en un tiempo acotado con la precisión requerida.
- Se probaron diferentes condiciones de borde y de simulación verificando la adecuada para este caso.
- Se simuló diferentes aperturas de compuertas para un canal ideal con tres módulos de 20, 30 y 50 l/s, de las compuertas de Máscara Doble. Los caudales obtenidos para cada caso corresponde a los esperados para cada espesor de Módulo.
- Se verificó el comportamiento hidráulico para los diferentes casos simulados, respondiendo a la hidráulica clásica.

Se han verificado y cumplido la mayoría de los objetivos planteados en el trabajo desarrollado hasta el momento, la representación de los casos experimentales y la extrapolación para el primer caso (bajos caudales) fue satisfactoria y permite reconocer la capacidad de la simulación numérica para predecir el comportamiento de este tipo de Obras Hidráulicas en canales de riego.

Trabajos a desarrollar próximas etapas

- Verificar el comportamiento de compuertas en combinaciones de mayor número de módulos individuales y su efecto en canales de mayor ancho.
- Verificar el comportamiento de Módulos para caudales medios y altos, con la combinación que se estime necesaria.
- Realizar una estimación de la influencia de las condiciones del canal principal respecto del derivado.
- Estimar la influencia de condiciones diferentes a las ideales de diseño para el control del caudal de los Módulos de Máscara.
- Establecer consejos de diseño en el emplazamiento de este tipo de obra en condiciones de obra.

Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

PROGRAMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANALES DE RIEGO

Introducción

Como parte integrante del EBT 115 se llevan adelante tres Contratos de Consultoría para la definición de Ingeniería de Detalle de los siguientes componentes

- **Componentes Estructurales e Hidromecánicos Complementarios de la THC**
- **Rodete hidráulico de la THC**
- **Componentes Comerciales de Generador y Equipamiento de Control y Regulación para Conexión a Red Pública de la THC**

Resta a la fecha el llamado de una Consultoría para proyecto de diseño y construcción del Torpedo donde se aloja el generador y Mástil de sostenimiento de la THC.

Componentes Estructurales e Hidromecánicos Complementarios de la THC

El soporte de la Turbina Hidrocinética estará constituido por un puente que se apoyará en las márgenes del canal y que estará integrado con la plataforma de mantenimiento de la máquina. El mástil vertical que sostendrá el carenado del turbogruppo estará conectado al puente mediante una unión atornillada.

Estructuralmente el puente estará formado por un caño de sección circular con cartelas transversales sobre las que se apoyará la plataforma de operación. El mástil que sostendrá la carcasa de la THC se conectará al soporte mediante una brida atornillada a unas cartelas soldadas al caño. Estas cartelas estarán orientadas de manera que la máquina quedará suspendida en voladizo respecto al puente. Esta configuración facilitará la extracción de la THC del canal sin interferir con el puente.

Solidario al caño se encontrará uno de los caminos de rodadura del pórtico grúa de mantenimiento; el otro camino de rodadura será parte de una de las barandas de protección de la plataforma de operación.

El puente se encontrará anclado a bloques de hormigón situados en ambas márgenes del canal. Uno de los anclajes deberá permitir el desplazamiento axial para así absorber las deformaciones térmicas. Estos bloques se elevarán sobre la superficie de terreno de las márgenes de manera de permitir que la THC y su mástil puedan ser cargados o descargados de un vehículo con ayuda del pórtico de mantenimiento.

Las cartelas que se conectarán al mástil de la THC se hallarán ubicadas en la parte media del puente y se extenderán horizontalmente hacia aguas abajo. Estas cartelas dispondrán de un sistema de guiado compuesto por patines de bronce y rodillos de guía.

La función de estos patines y rodillos será absorber la fuerza de arrastre del agua durante la extracción de la turbina. Para este efecto, el mástil dispondrá de planchuelas de guía que se extenderán hasta una altura tal que cuando se liberen de las ranuras de los patines, la THC ya se encontrará por encima del nivel del agua.

Cuando la máquina esté en operación, las guías laterales quedarán fuera del agua, de esta manera no se producirán perturbaciones de flujo que puedan causar vibraciones perjudiciales.

Rodete hidráulico de la THC

El proyecto ha alcanzado el nivel de ingeniería básica y posee las siguientes características nominales: • Potencia hidráulica nominal: 40kW • Velocidad nominal de la corriente libre: 6m/s • Diámetro máximo del rotor: 1,1m • Generador del tipo sincrónico con convertidor de frecuencia. • Álabes de paso fijo. A la fecha se han desarrollado las siguientes tareas: 1. Análisis de cavitación en los álabes. 2. Selección de un generador eléctrico comercial para referencia. 3. Revisión de

Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

condiciones para el diseño del rodete. 4. Revisión de la geometría de los álabes. 5. Revisión de curvas de desempeño. 6. Análisis estructural de los álabes. El estado de avance de la ejecución del trabajo de consultoría ha alcanzado el 50% respecto a las tareas y tiempos planificados.

Componentes Comerciales de Generador y Equipamiento de Control y Regulación para Conexión a Red Pública de la THC

A la fecha del presente informe no se ha dado inicio a esta Consultoría para la definición de los Componentes Comerciales de la máquina de 40 kW que permitirá su inyección a la red pública de la Distribuidora en el área de su instalación.

COLABORACIÓN ENTRE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA DE LA UNCUYO Y LA UNLP

Introducción

Se hace expresa mención que el Programa de referencia se lleva adelante con la colaboración del Instituto de Energía de la Universidad de Cuyo dado que este se enmarca en el Programa de Generación de Energía Eléctrica en Canales de riego de la Provincia de Mendoza.

De acuerdo con lo establecido en el Convenio Marco entre las Universidades Nacionales y Provinciales, celebrado como acuerdo plenario N° 142/94 del Consejo Interuniversitario Nacional, la FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO y la FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA acordaron en suscribir al CONVENIO ESPECIFICO DE COLABORACIÓN con el objeto de ejecutar tareas pertenecientes al PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SOBRE MINIGENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN CANALES DE RIEGO

Los objetivos que persigue el presente acuerdo son:

- a) Mejorar el entendimiento de la mecánica de fluidos involucrada en turbinas hidrocínéticas.
- b) Diseñar rodets hidrocínéticos óptimos del punto de vista hidráulico.
- c) Formar recursos humanos en el tema de la hidroelectricidad.

La cooperación entre las partes se lleva a cabo a través de la realización conjunta, y coordinada, de actividades que permitan alcanzar los objetivos propuestos.

Las Tareas a realizar dentro del presente Programa son prioritariamente el Análisis mediante simulación numérica del comportamiento de una sección típica, bidimensional, de una THC inmersa en un canal de riego. Dicho análisis debe comprender todos los escenarios de operación de una THC.

Actividades desarrolladas

Se llevó a cabo un estudio numérico del flujo de agua bidimensional en torno a un perfil Eppler E210, con cuerda $c = 69$ mm, en un rango de ángulos de ataque de entre -12.5 y 15 grados, con intervalos de 2.5 grados. Las condiciones del flujo, establecidas fueron: una profundidad de 1.5 m y una velocidad de 16.6 m/s, de modo que el nro. de Reynolds fue aproximadamente $1E6$. El estudio fue realizado por el Grupo de Fluidodinamica Computacional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata utilizando el software ANSYS Fluent. Se analizaron los campos de velocidad y presión y los coeficientes de sustentación y resistencia del perfil.

Inicialmente se realizó un estudio sin tener en cuenta la cavitación, con el objetivo de poner a punto la malla, seleccionar el modelo de turbulencia y tener resultados comparables con bibliografía sobre perfiles en general. No pudieron hallarse valores experimentales de coeficientes de sustentación y resistencia del perfil E210, por lo que se optó por comparar los resultados de la simulación con los obtenidos con el software XFOIL, ampliamente utilizado para cálculos rápidos de aerodinámica de perfiles. Una vez optimizado el modelo, se incluyó un modelo de cavitación para tener en cuenta este efecto, y se evaluó la influencia del número de cavitación en los resultados.

Descripción del problema

Se analizó un perfil Eppler 210 (Figura 1), de espesor máximo 13.64% de cuerda de 69 mm. El fluido es agua a 20°Cs, con una velocidad de corriente libre de 16.6 m/s, y el perfil se sitúa a una profundidad de 1.5 m.

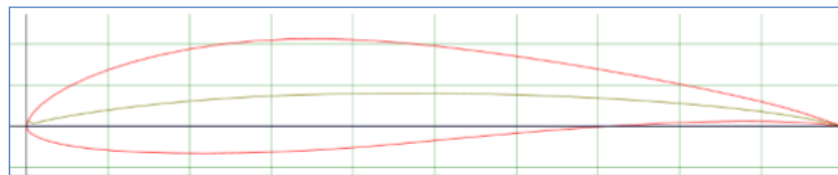


Figura 1: Perfil E210. Contorno, cuerda y línea media A continuación se listan las propiedades del fluido:

- Densidad $\rho = 998.2 \text{ kg/m}^3$;
- Calor específico a presión constante, $C_p = 4182 \text{ J/kg/K}$
- Conductividad térmica, $k = 0.6 \text{ W/m/K}$
- Viscosidad dinámica, $\mu = 1.003 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m/s}$
- Presión de vapor a 20°C, $P_{vap} = 2400 \text{ Pa}$.

La presión absoluta de la corriente libre, a 1.5 m de profundidad es de 116.025 Pa. La temperatura del agua se estableció en 20°C. Se modeló al flujo como incompresible.

Dominio y mallado

Se modeló una región de dimensiones iguales a 30 cuerdas del perfil a lo largo y 20 cuerdas en altura. El dominio se dividió en 9 regiones, como muestra la figura 2, para facilitar refinamientos locales y transiciones adecuadas de la malla, principalmente en la capa límite del perfil, así como el uso de mallado estructurado en la mayor parte del dominio con buena calidad en todos los elementos.

La malla final tiene 63891 elementos. Como parámetro de calidad se controló el factor de “skewness” o distorsión angular, que no superó el valor 0.8, lo que se considera aceptable dentro de los criterios usuales de simulación. La figura 3 muestra los elementos en la zona cercana al perfil. Se aprecia el refinamiento de malla en la capa límite del mismo.

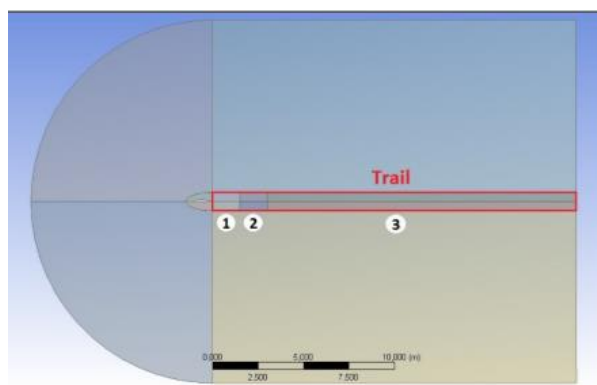


Figura 2: Dominio de cómputo

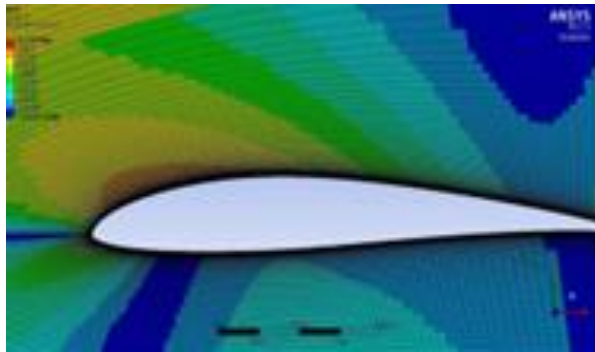


Figura 3: "Skewness" de los elementos en torno al perfil

Parámetros de la simulación

La simulación se llevó a cabo en ANSYS Fluent 17.2, bajo licencia del Grupo Fluidodinámica Computacional – GFC, con un solver 2-D estacionario incompresible. Se utilizó el modelo de turbulencia "k- ϵ Realizable" con tratamiento mejorado de pared ("Enhanced Wall Treatment"). Este modelo mejora los resultados del k- ϵ "Standard" al permitir un cálculo más preciso del flujo en la capa límite. En la frontera denominada "velocity inlet" se definen tanto la magnitud como la dirección de la velocidad incidente. Esto permite cambiar fácilmente el ángulo de ataque sin la necesidad de modificar la malla, como puede verse en los resultados en la figura 5. La condición "Pressure outlet" implica establecer una presión constante, que en este caso se tomó igual a la presión de referencia. Sobre el perfil se definió una condición "Non-slip wall", imponiendo velocidad nula en la superficie. En una primera etapa se simuló un flujo sin cavitación, con una presión absoluta de corriente libre igual a 116025 Pa, correspondiente a una profundidad de agua de 1.5 m. La figura 4 muestra las condiciones de borde aplicadas.

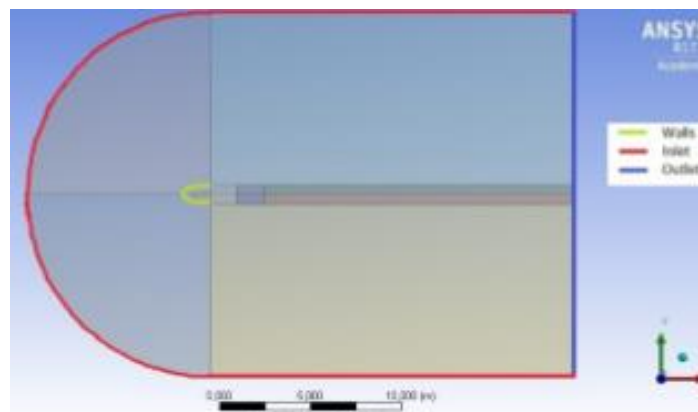


Figura 4: Condiciones de borde

Al no considerar cavitación, los coeficientes de sustentación y resistencia obtenidos pueden ser comparados con otros resultados para este perfil y número de Reynolds, experimentales o numéricos obtenidos por otros métodos, lo que permite el ajuste de los parámetros del modelo para optimizar los resultados de este análisis. Esta condición de simulación también permite predecir si aparecerá cavitación, lo que ocurrirá si la presión absoluta baja por debajo del valor de la presión de vapor. Una vez optimizado el modelo para flujo sin cavitación, el siguiente paso es considerar este efecto. Para ello, la simulación correspondiente a cada ángulo de ataque se inicializó con la solución previamente hallada, pero utilizando ahora un modelo multifásico que permite la transformación de líquido en vapor cuando la presión desciende hasta el valor P_{vap} . Las simulaciones ahora incluyen el modelo multifásico "Mixture", con el modelo de cavitación de Schnerr-Sauer. Ahora se considerarán las dos fases: agua líquida y vapor de agua. El modelo incluye una constante, la densidad del número de burbujas, para la que se adoptó el valor propuesto por Fluent por defecto, igual a $1e13$. Definimos el número de cavitación del problema a partir de la presión y velocidad de la corriente libre, como:

Autor: Ing Dante Bragoni y Grupo GIHCA

$$\sigma = \frac{P_a - P_{vapor}}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2}$$

Esta definición es la adoptada en el trabajo de Watanabe et al 2014, que se utilizó como referencia para comparar cualitativamente los resultados obtenidos en este estudio. Para las condiciones actuales, el número de cavitación vale 0.85. Posteriormente, para estudiar el efecto del número de cavitación, se hizo variar este parámetro y se analizaron los resultados de coeficientes de sustentación y resistencia para distintos números de cavitación y ángulos de ataque.

Resultados de la simulación sin cavitación

Distribuciones de presión y regiones de potencial cavitación

Se realizaron simulaciones para ángulos de ataque entre -12.5 y 15 grados, con intervalos de 2.5 grados. Las figuras 5 y 6 muestran líneas de corriente coloreadas según la magnitud de la velocidad y distribuciones de presión absoluta para ángulos de ataque de -5, 0 y 5 grados respectivamente.

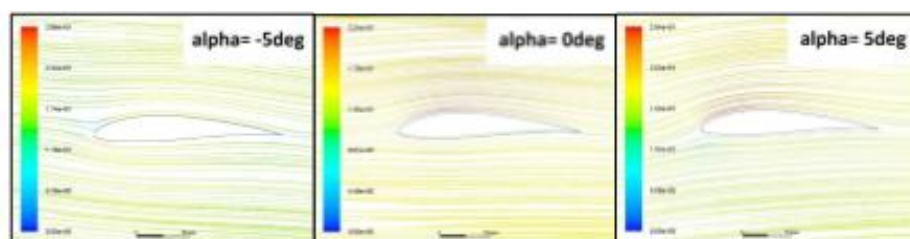


Figura 5: Visualización de líneas de corriente para distintos ángulos de ataque

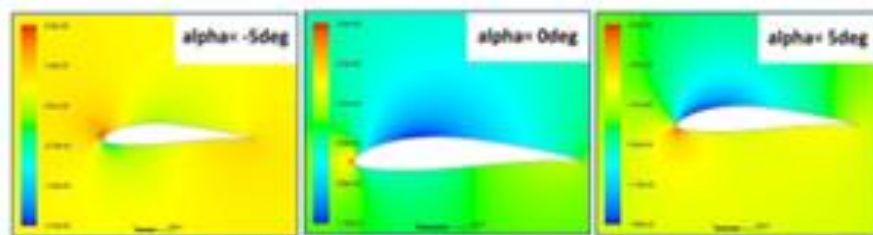


Figura 6: Distribución de presiones para distintos ángulos de ataque

La figura 7 muestra las zonas en las que la presión calculada con este modelo desciende por debajo de la de cavitación. Se encuentra que en las condiciones de flujo simuladas, ya a 0 grados de incidencia comienza a producirse cavitación en el extrados del perfil.

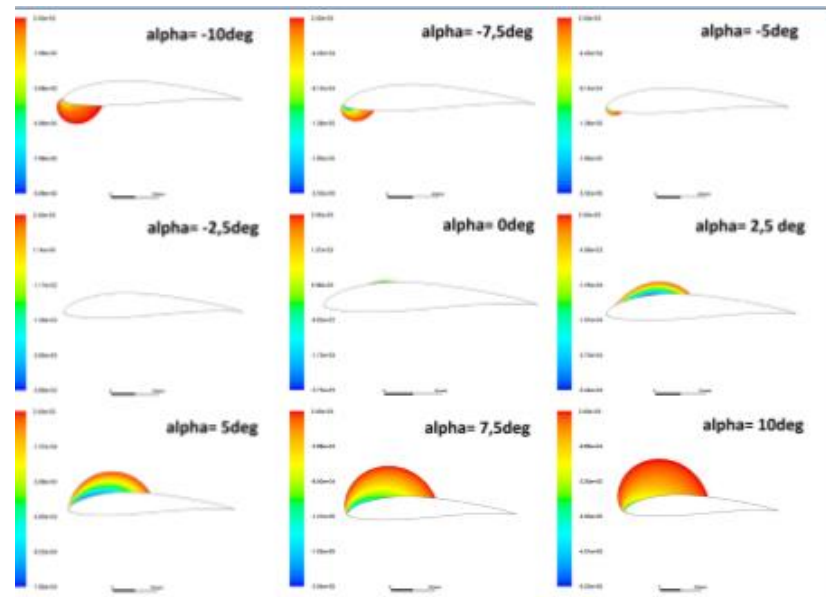


Figura 7: Regiones en que la presión absoluta es menor a la presión de vapor, indicio de que se producirá cavitación.

Coeficientes de sustentación y resistencia (sin cavitación)

En condiciones de flujo monofásico (sin cavitación), los coeficientes de sustentación y resistencia hallados pueden ser comparados con los obtenidos por otros métodos, como una forma de validar el modelo numérico. Las figuras 8 y 9 muestran las curvas de C_l y C_d vs ángulo de ataque (α) obtenidas en la simulación con Fluent y curvas similares obtenidas con el software Xfoil, de uso extendido para la caracterización de la performance aerodinámica de perfiles. Se observa una muy buena concordancia para el coeficiente de sustentación, mientras que en el caso del coeficiente de resistencia, el comportamiento cualitativo es similar, pero Xfoil obtiene valores más bajos a pequeños ángulos de ataque. Al tratarse en ambos casos de resultados numéricos con distintos métodos (Xfoil utiliza el método de paneles más un modelo integral de capa límite, lo que permite obtener resultados muy rápidamente), las discrepancias en los valores de resistencia por fricción son comunes, ya que la capa límite constituye una de las zonas de mayor dificultad para un modelado preciso. En este caso, los resultados obtenidos con Fluent tienden a ser más conservativos.

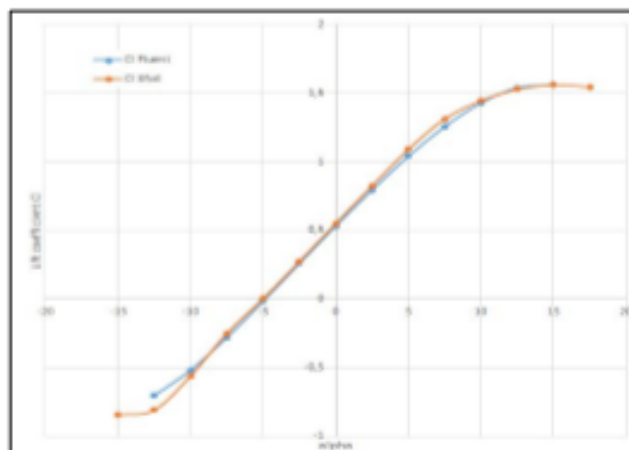


Figura 8: Coeficiente de sustentación vs ángulo de incidencia, sin cavitación.

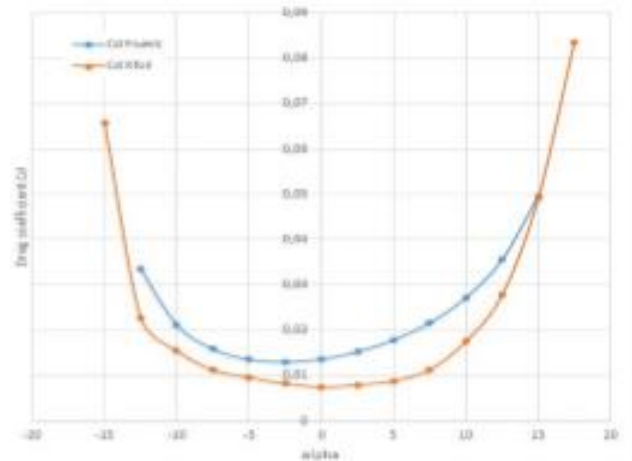


Figura 9: Coeficiente de resistencia vs ángulo de incidencia, sin cavitación.

Resultados de la simulación con cavitación

Coeficientes de sustentación y resistencia con $\sigma = 0.825$

Las figuras 10 y 11 muestran la variación de los coeficientes de sustentación y resistencia con el ángulo de ataque para este número de cavitación. Se observa que el cambio en la distribución de presiones sobre el perfil debido a la formación de vapor produce una drástica disminución del coeficiente de sustentación ya a partir de los 2.5 grados de incidencia, manteniéndolo aproximadamente constante en un valor cercano a 0.8 para ángulos de ataque mayores. Por otra parte, el coeficiente de resistencia crece muy rápidamente con el ángulo de ataque. La combinación de menor C_l y mayor C_d hace que la eficiencia del perfil en estas condiciones decaiga rápidamente.

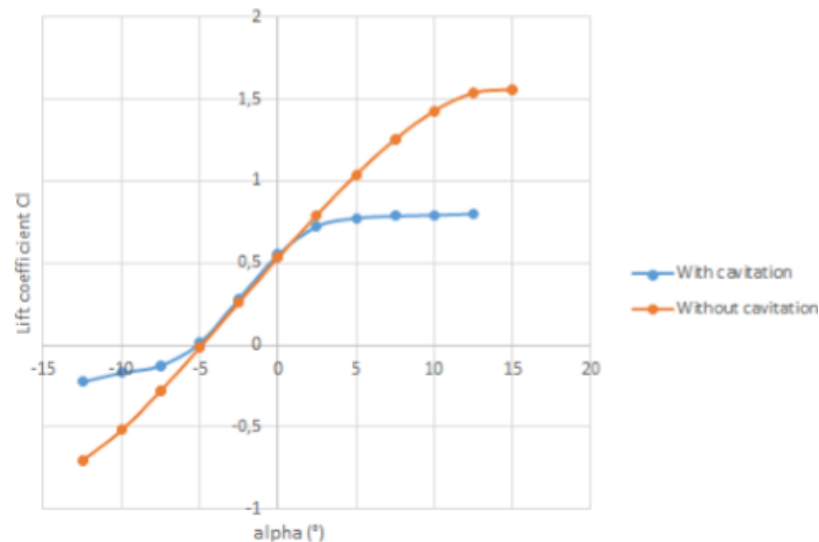


Figura 10: Coeficiente de sustentación vs ángulo de incidencia, con y sin cavitación.

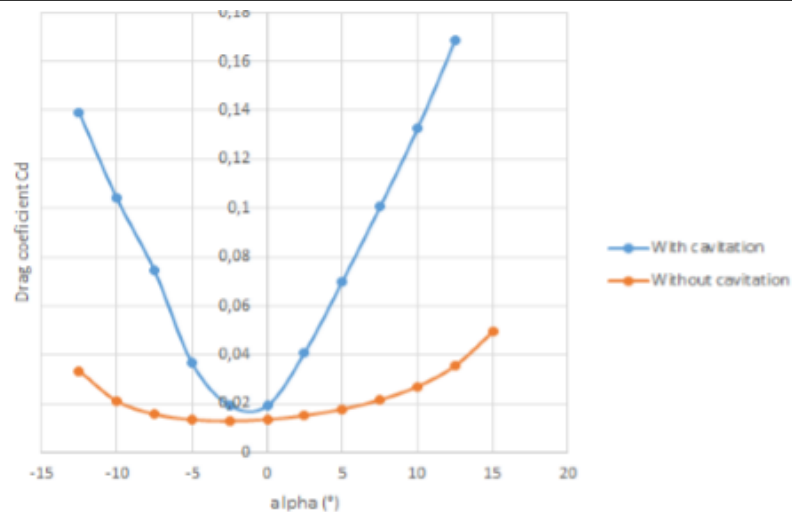


Figura 11: Coeficiente de resistencia vs ángulo de incidencia, con y sin cavitación.

Variación de los coeficientes de sustentación y resistencia con el número de cavitación σ

Para analizar la variación de los coeficientes de sustentación y resistencia al cambiar el número de cavitación sin modificar el número de Reynolds, se optó por mantener la velocidad de la corriente libre y modificar su presión. De esta forma se estudió el flujo sobre el perfil con números de cavitación entre 0.2 y 4. Las figuras 12 y 13 muestran los coeficientes de sustentación y resistencia del perfil graficados en función del número de cavitación σ , para diferentes ángulos de ataque, α . Las curvas siguen un comportamiento similar al observado experimentalmente por Watanabe et al para un perfil Clark Y en condiciones de cavitación estable y de super-cavitación.

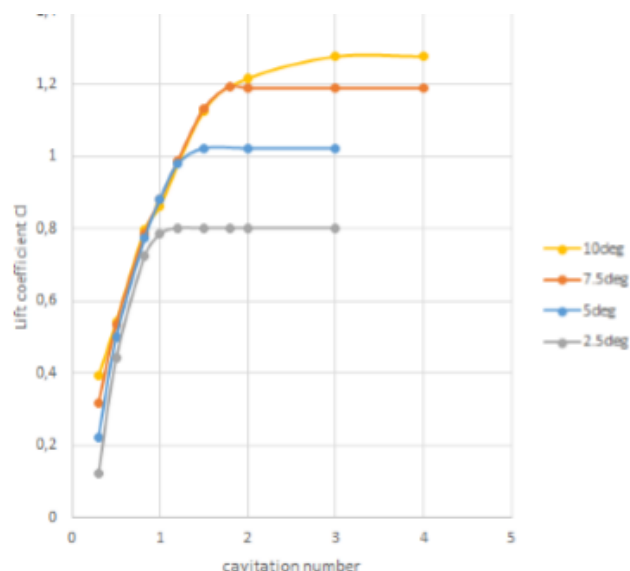


Figura 12: Coeficiente de sustentación vs número de cavitación, para distintos ángulos de ataque.

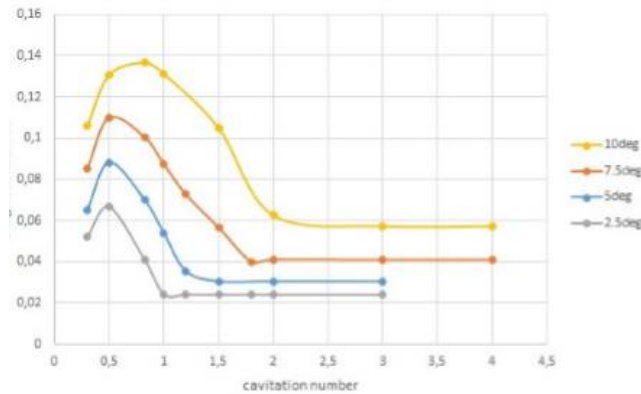


Figura 13: Coeficiente de sustentación vs número de cavitación, para distintos ángulos de ataque.

Conclusiones

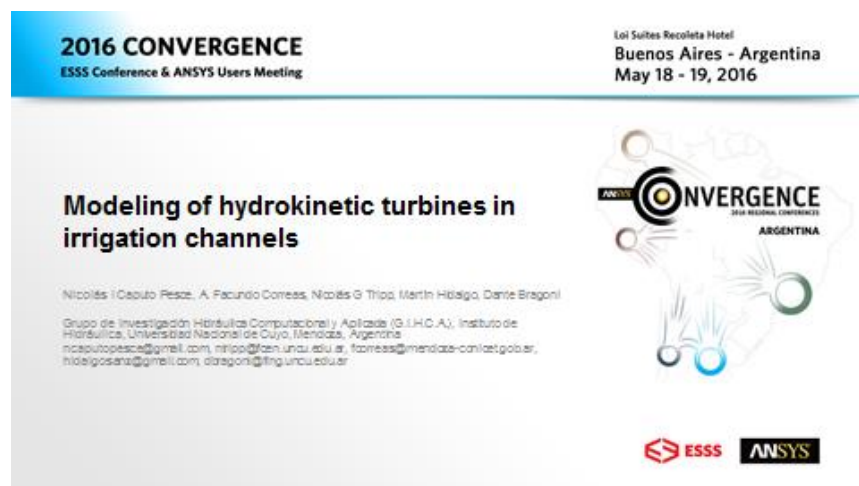
Se implementó un modelo numerico 2-D en ANSYS Fluent para estudiar las fuerzas fluidodinámicas resultantes sobre un perfil Eppler E210 inmerso en una corriente de agua. Primero se estudió el flujo sin incluir modelos de cavitación, para poner a punto el modelo y se compararon los resultados con los obtenidos mediante otro tipo de software (XFoil) de uso ampliamente difundido en la comunidad aeronáutica. Luego se llevaron a cabo simulaciones incluyendo un modelo de cavitación. Los resultados muestran que en las condiciones determinadas (velocidad 16.6 m/s y profundidad 1.5 m) aparece cavitación sobre el perfil desde los cero grados de incidencia, la que aumenta al aumentar el ángulo de ataque. Se proporcionan las curvas de coeficientes de sustentación y resistencia vs. ángulo de ataque para distintos valores del número de cavitación. Los resultados concuerdan cualitativamente con los de estudios experimentales sobre el perfil Clark-Y publicados en Japón en 2014.

PRESENTACIÓN EN REUNIÓN DE ESSS-ANSYS

Introducción

El Grupo GIHCA es usuario del software de Simulación ANSYS que distribuye la empresa ESSS. El software que resuelve las ecuaciones de la mecánica de fluidos computacional se denomina CFX. El mismo es un programa de simulación utilizado principalmente en medios fluidos multifásicos y que se utiliza en variados casos de estudios en la fluidodinámica. La empresa realiza todos los años un congreso de sus usuarios para que expongan trabajos de investigación realizados con ANSYS.

La reunión de año pasado se realizó en la ciudad autónoma de Buenos Aires en el mes de mayo. Lamentablemente no fue posible asistir por problemas de falta de fondos para los gastos de traslado y alojamiento pero se remitió el trabajo preparado bajo el título **“Modeling of hydrokinetic turbines in irrigation channels”** que en forma resumida se pone en consideración.



Introduction



"Grupo de Investigación Hidráulica Computacional y Aplicada" (GIHCA)

History

- The group was founded in 2006 from a Research project.
- Since then it has been studying Hydraulics Works, in Cuyo region.

Mission

- Study, analysis, verification and design of hydraulic and hydromechanics works with CFD.

Members

- Senior students and Junior Engineers with a strong research profile.
- Different areas of knowledge (Hydraulics, Hydrodynamics, Electromechanics, etc.)

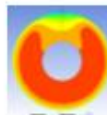


2016 ESSS CONFERENCE & ANSYS USERS MEETING | Buenos Aires - Argentina

Methodology



1- Channel geometry, Free Surface and K-Epsilon model



2- Actuator Disk Theory used for simulation



3- Model calibrations with experimental tests



2016 ESSS CONFERENCE & ANSYS USERS MEETING | Buenos Aires - Argentina

Methodology



Mesh Independence

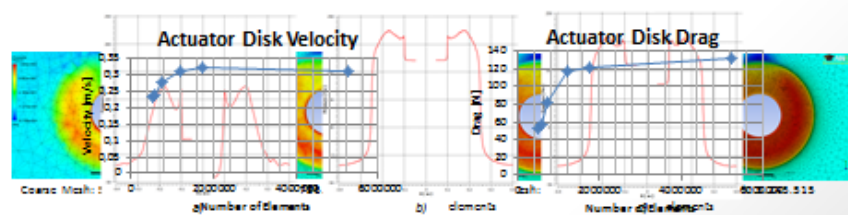


Figure 4. Pressure Results on Disk (X direction). a) Coarse Mesh: 675,024 elements. b) Ultrafine Mesh: 6,246,616 elements. c) Hyperfine Mesh: 1,754,702 elements

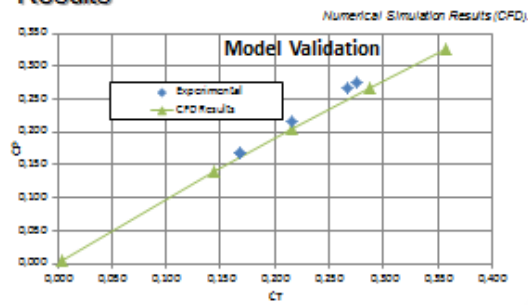


2016 ESSS CONFERENCE & ANSYS USERS MEETING | Buenos Aires - Argentina

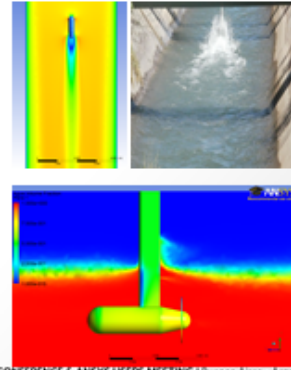
Methodology



Results



2016 ESSS CONFERENCE & ANSYS USERS MEETING | Buenos Aires - Argentina



Conclusions and Next Steps



Conclusions

- Successful validation of the numerical model replacing the rotor with the actuator disk using experimental data.
- We can evaluate the effects downstream.

Next Steps

- Validate the numerical model using the rotor's real geometry, performing a transient analysis
- Evaluate possible cavitation in the rotor



2016 ESSS CONFERENCE & ANSYS USERS MEETING | Buenos Aires - Argentina

PROGRAMA SPU N° 3270/13. RODETE DE TRES Y CINCO PALAS EN MATERIAL COMPUESTO

Introducción

El proyecto de Diseño, Optimización y Ensayos de Alabes de Rotor de Miniturbina se enmarca dentro del Programa de Minigeneración Eléctrica en Canales de Riego ejecutado a través de uno de su Institutos Multidisciplinarios de la UNCuyo, el Instituto de Energía (IDE). Continuando las acciones para brindar respuestas a la sociedad en la demanda por fuentes de energía limpia, el IDE ha comenzado un Proyecto de Desarrollo de una Turbina Hidrocinética para utilizar en cauces naturales o en canales de riego. Así, la UNCuyo ha suscripto un convenio con INVAP Ingeniería S.A. para “Ensayo de una mini turbina de tipo hidrocinética” en un canal de alta velocidad como el Canal San Martín del río Mendoza. Mediante este convenio se realizaron ensayos de validación tecnológica en el mencionado cauce. Estos ensayos consistieron en instalar una turbina de 4.5 kW de potencia nominal y simular la carga en un sistema de resistencias eléctricas instaladas en paneles.

Dado el resultado positivo de los ensayos iniciales se emprendieron acciones para continuar con las investigaciones, motivo por el cual el presente proyecto se presentó en la presente convocatoria haciendo énfasis en. El prototipo fabricado por INVAP se ha utilizado como base para las siguientes modificaciones a los diseños.

En primer lugar se diseñó y luego se ejecutó una modificación en el Pilón de sostén de la Turbina. El diseño consistió en brindar una prolongación (ahusamiento) del perfil que enfrenta la corriente del agua para mejorar las condiciones hidrodinámicas. Para ello se elaboraron modelos en 3D, planos constructivos y finalmente se construyó la modificación propuesta denominada “Nariz de pila” debido a la forma geométrica adoptada.

Posteriormente se realizó la ingeniería básica y de detalle para la fabricación de un rodetes para álabes (palas) de material compuesto a base de resinas epoxi y fibra de vidrio. Estos alabes poseen una geometría y diseño hidrodinámico de características similares al prototipo de INVAP, el cual está conformado por 3 palas, con el fin de comparar el desempeño de un material de menor costo que el original de aluminio. La ingeniería incluyó la elaboración de modelos digitales 3D, planos de detalle, la lista de materiales y especificaciones técnicas para fabricación de Prototipo de rodetes compuesto por un cubo de acero inoxidable y las 3 palas de material compuesto. Asimismo se construyeron dos palas adicionales para ensayos de material y muestras de material en planchas para ensayos de rotura. De igual manera se procedió con un rodetes de 5 alabes, repitiendo el mismo proceso de diseño tanto para las palas como para el correspondiente cubo.

Las experiencias realizadas durante el diseño de los álabes y los estudios de la hidráulica de la instalación de un equipo de este tipo en un cauce de alta velocidad dieron lugar a la divulgación científica en el XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica de Santiago de Chile de agosto de 2014. Asimismo en ese mismo año se publicó otro artículo técnico producto de los estudios desarrollados durante la ejecución del proyecto en el Primer Congreso de Energías Sustentables de Bahía Blanca.

En otras tareas de divulgación científica se imprimieron folletos trípticos con información general de los conceptos técnicos involucrados en el desarrollo de la energía hidrocinética, la tecnología utilizada para su desarrollo y el proyecto de su utilización como energía para abastecimiento de la red de distribución como Generación Distribuida.

Con referencia a la difusión del proyecto en ámbitos fuera de los académicos se participó de eventos educativos como La Brújula, exposición dedicada a ciencia y tecnología aplicada, destinada a público en general con entrada libre y

gratuita. Igualmente se participó de la Expo-metalmecánica 2015, feria especialmente preparada para mostrar el equipamiento industrial metalmecánico, los insumos y los servicios conexos brindados por los integrantes del mercado.

Listado de Documentos Adjuntos

1. Plano pilón (nariz de pila)
2. Planos palas material compuesto (para cubo de 3 alabes)
3. Planos cubo de 3 alabes
4. Planos palas material compuesto (para cubo 5 alabes)
5. Planos cubo de 5 alabes
6. Informe ensayo de material compuesto.
7. Brochure Parque THC.
8. Anexo fotográfico
9. Artículo técnico XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Santiago de Chile. 2014
10. Artículo técnico I Congreso de Energías Sustentables, Bahía Blanca. 2014



CURSO TALLER DE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON CFD

Introducción

La mecánica de fluidos computacional (CFD por sus siglas en inglés) permite obtener soluciones aproximadas de problemas en los que intervienen flujos de fluidos, permitiendo realizar análisis exhaustivos disminuyendo tiempos y costos. Como consecuencia, surge la necesidad de aplicar y desarrollar métodos de CFD a través de organizaciones de investigación y profesionales de ingeniería.

El curso “**TALLER DE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON CFD**” está orientado a estudiantes avanzados con conocimientos básicos de mecánica de los fluidos y cálculo numérico. Basado en la resolución numérica de problemas fluidodinámicos simples o de mediana complejidad. Y comparar los resultados obtenidos con la solución analítica, en caso de existir una, o con datos obtenidos a partir de ensayos experimentales. Permitiendo la integración de los conocimientos adquiridos previamente en la carrera a través de la resolución de problemas a partir de la formulación de modelos numéricos.

Alcances

Las Demandas en los diseños fluidodinámicos actuales exigen nuevas formas de modelar lo que sucede con los equipos y obras en referencias a los fluidos, sean fluidos artificiales o fluidos naturales, sean en instalaciones u obras o en la misma naturaleza, para que el proceso de formación sea completo, sea estudiante de grado, postgrado o en el ejercicio de la profesión. Sin las prácticas adecuadas tanto sobre Modelos Físicos como sobre Modelos Matemáticos, sería prácticamente imposible tener una comprensión de los cursos de mecánica de fluidos, de obras y máquinas hidráulicas de conducciones en agua, aire como otros fluidos.

CFD permite obtener soluciones aproximadas a problemas de fenómenos de transporte en general. La modelación computacional permite una observación más completa de los problemas disminuyendo tiempos y costos. Las herramientas de CFD se utilizan tanto en la Industria para mejorar productos y procesos como en la Academia para realizar I+D+i.

El curso “Taller de modelación hidráulica con CFD” está orientado a estudiantes avanzados con conocimientos de mecánica de los fluidos y cálculo numérico y pretende introducir a los alumnos al análisis de problemas de la hidráulica utilizando software de CFD.

Objetivos del curso

1. Presentar los fundamentos teóricos de la mecánica de fluidos computacional.
2. Introducir a los alumnos en el ciclo completo de una simulación (Geometría computacional, Mallado, Simulación, Procesamiento de resultados).
3. Analizar casos prácticos específicos de Obras Hidráulicas, Equipamientos Hidromecánicos e Hidroeléctricos, Equipamientos Eólicos y Otros.
4. Observar la validez de los resultados de una simulación.
5. Integrar conocimientos adquiridos durante la carrera.

Programa del Curso

Palabras de bienvenida al Curso y la importancia de la herramienta CFD en Ingeniería a cargo de Ing. D. Bragoni

Día 1. Introducción a CFD

Docentes: Ing. Facundo Correas, Ing. Nicolás Tripp.

1. Repaso de ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos. Condiciones de contorno e iniciales
2. Aplicación del Método de Volúmenes Finitos (FVM) a la Mecánica de Fluidos.
3. Algoritmos de resolución.
4. Discretización espacial y temporal.
5. Convergencia de la solución. Errores residuales.
6. Validación de resultados.

Día 2. Introducción al proceso de programación de un modelo

Docentes: Ing. Nicolás Tripp, Ing. Mauro Grioni

1. Entorno de trabajo.
2. Flujo de una simulación.
3. Módulos: Geometría, Mallador, Setup, Solver, Post

Geometrías para CFD

1. Simplificaciones necesarias. Operaciones booleanas.
2. Modelos 2.5D (planos y axialsimétricos) y Modelos 3D.

Mallas de CFD

1. Concepto de nodo y elemento.
2. Tipos de mallas.
3. Control de calidad de mallas
4. Refinamiento de malla, capas límites.

Día 3. Análisis de Obras Hidráulicas y Flujo en medios porosos

Docentes: Ing. Martín Hidalgo, Ing. Facundo Correas

- Modelación de problemas bifásicos.
- Enfoque general de la modelación hidráulica, distintas formas para cálculo de flujo en los ríos, modelos, unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales. Rango de aplicación.
- Caso vertedero de superficie libre.
- Flujo en medios porosos.

Día 4. Análisis de Turbinas

Docentes: Ing. Mauro Grioni, Ing. Nicolás Caputo Pesce

- Modelación de perfiles alares
- Modelación de Rotores Hidrocinéticos con Disco Actuador.

Día 5. Desarrollo de casos seleccionados por los participantes

Docentes: Ing. D. Bragoni, Ing. Facundo Correas, Ing. Nicolás Tripp, Ing. Mauro Grioni, Ing. Nicolás Caputo Pesce

Requisitos académicos

- **Jóvenes Profesionales:** Título de Ingeniero (todas las ramas de la Ingeniería)
- **Alumnos de Ingeniería:** Tener aprobados Cálculo Numérico y Mecánica de Fluidos o Hidráulica General.

EL GRUPO GIHCA RECIBE EL PRIMER PREMIO DEL CONCURSO ASINMET

Integrantes del Grupo fueron ganadores del III Concurso de Emprendedores Metalúrgicos, llevado adelante por ADIMRA Joven por tercer año consecutivo en el 2016. El concurso tiene como objetivo principal promover la generación y presentación de ideas, incentivando a los jóvenes emprendedores metalúrgicos de todo el país a presentar proyectos con fuerte carácter innovador y capacidad de crecimiento



PARTICIPACIÓN EN EXPOSICIONES

Se participa durante el año 2016 de una muestra de INNOVACION en el Colegio Universitario Central (CUC) para motivar a los jóvenes estudiantes en temas de desarrollo de Tecnología Aplicada en el área de la Energía.

A su vez, el ing Nicolás Tripp expuso una presentación sobre el proyecto y su estado actual a los alumnos del CUC.

