



Callao, 09 de julio del 2024

Señor:

**Presente. -**

Con fecha nueve de julio del dos mil veinticuatro, se ha expedido la siguiente Resolución;

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD N° 196-2024-CF-FIME.- CALLAO, 09 DE JULIO DE 2024.- EL CONSEJO DE FACULTAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO;**

Visto el Oficio N° 029-2024-UI-FIME, de fecha 02/07/2024, mediante el cual el director de la Unidad de Investigación hace llegar el Nuevo Proyecto de Investigación sin financiamiento, titulado: “EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”; presentado por el docente Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro, el mismo que ha sido aprobado mediante Resolución del Comité Directivo de la UI-FIME N° 003-2024-CD-UI-FIME en su sesión ordinaria del día martes 11.06.2024.

**CONSIDERANDO:**

Que, según el Artículo 178.1 del Estatuto de la UNAC las atribuciones de los Consejos de Facultad son: Cumplir y hacer cumplir la Ley, el Estatuto y los Reglamentos; así como los acuerdos de la Asamblea Universitaria y del Consejo Universitario que sean de su competencia, bajo responsabilidad;

Que, de acuerdo al Art. 55° del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao, establece que: La Unidad de Investigación es la encargada de integrar las actividades de investigación de la Facultad;

Que, con Resolución N°082-2019-CU del 07 de marzo del 2019, se aprobó el Nuevo Reglamento de Participación de los Docentes de la Universidad Nacional del Callao en Proyectos de Investigación, el cual tiene por finalidad normar el procedimiento a seguir para la formulación, presentación y aprobación de un proyecto de investigación;

Que, con Resolución N° 074-2021-CU del 29 de abril del 2021 se modifica el Art. 60 del Reglamento de Participación de Docentes en Proyectos de Investigación, aprobado con Resolución N° 082-2019-CU del 07 de marzo de 2019;

Que, con Resolución N° 101-2021-CU del 30 de junio del 2021 se aprueban las modificaciones del Reglamento de Participación de Docentes en Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución N° 082-2019-CU del 07 de marzo de 2019 y modificado por Resolución N° 074-2021-CU del 29 de abril de 2021, en los extremos correspondientes a los Artículos 14°, 15°, 16°, 20°, 22°, 23°, 25°, 36° y 37°, así como la incorporación del Artículo 65° como Disposición Complementaria del citado Reglamento, presentadas por el Consejo de Investigación, quedando subsistentes los demás extremos de dicho Reglamento,

Según el artículo 15° del precitado Reglamento dice: “Si el proyecto cumple con las exigencias y requisitos establecidos en el presente Reglamento, el Comité Directivo emite la Resolución de aprobación del respectivo proyecto de investigación, remitiéndose dicha Resolución al Decano para ser refrendado o ratificado por el Consejo de Facultad....”

Que, con Resolución de Consejo Universitario N° 107-2024-CU de fecha 19.04.2024, se aprueba la Actualización del “Reglamento General de Investigación” de la Universidad Nacional del Callao, que en su Art.



*“Año del Bicentenario de la Consolidación de nuestra Independencia, y de la Conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”*

37°, establece que: Las Unidades de Investigación de las Facultades cuentan con un Comité Directivo cuyas atribuciones se especifican en el Estatuto vigente;

Que mediante Resolución Rectoral N° 277-2024-R, de fecha 28/06/2024, se ratifica la aprobación de la Directiva N° 005-2024-VRI-UNAC denominada: “DIRECTIVA DE PARTICIPACIÓN DE DOCENTES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”, efectuada mediante Resolución Vicerrectoral N° 067-2024-VRIVIRTUAL, señalando en el numeral 5 Disposiciones Generales, inciso 5.1.2 Proyectos de Investigación sin Financiamiento: “Los Proyectos de Investigación sin financiamiento UNAC podrán ser presentados individualmente o en equipo de la misma forma que los Proyectos de Investigación con Financiamiento UNAC, considerando que estos no recibirán financiamientos y el docente responsable podrá ser un docente ordinario o contratado por planilla que no tenga proyecto en ejecución vigente como responsable o colaborador..”

Que, mediante **Resolución del Comité Directivo de la Unidad de Investigación N° 003-2024-CD-UI-FIME**, de fecha 11/06/2024, se aprobó el Nuevo Proyecto de Investigación sin financiamiento, titulado “EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”; presentado por el docente Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro;

Que, mediante el documento del visto, el director de la Unidad de Investigación de la Facultad hace llegar el Nuevo Proyecto de Investigación sin financiamiento del docente Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro, el cual se pone en consideración del Consejo de Facultad para su correspondiente aprobación;

Que, el Consejo de Facultad FIME, en su sesión ordinaria de fecha 09.07.2024, **REFRENDA** la Resolución del Comité Directivo de la Unidad de Investigación N° 003-2024-CD-UI-FIME, con la cual aprueba el Nuevo Proyecto de Investigación sin Financiamiento del docente Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO, titulado “EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”, situación que hace necesaria la emisión del instrumento legal correspondiente;

Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Universitaria 30220, el Estatuto de la UNAC y el ROF de la Universidad Nacional del Callao;

#### **RESUELVE:**

1. **REFRENDAR** la Resolución del Comité Directivo de la Unidad de Investigación N° 003-2024-CD-UI-FIME, con la cual aprueba el Nuevo Proyecto de Investigación **SIN FINANCIAMIENTO**, titulado: “**EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**”; con los datos siguientes:

- JEFE DE PROYECTO : Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO
- CATEGORIA : NOMBRADO AUXILIAR DEDICACION EXCLUSIVA
- PERSONAL DE APOYO : Ing. JUAN FRANCISCO JUNIOR MORAN ZUASNABAR (Personal CAS)
- PERIODO DE EJECUCION : 04 (CUATRO) MESES
- PRESUPUESTO : S/. 6,470.00 (Seis mil cuatrocientos setenta con 00/100 soles)

2. **ELEVAR**, la presente Resolución y el expediente completo al señor Vice Rector de Investigación para su trámite y consideraciones del caso.



*'Año del Bicentenario, de la Consolidación de nuestra Independencia, y de la Commemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho'*

3. **TRANSCRIBIR** la presente Resolución a los Vicerrectores y a las Dependencias Académicas – Administrativas de la FIME-UNAC para conocimiento y fines consiguientes.

**Regístrese, comuníquese y cúmplase.**

**Fdo. Dr. JUAN MANUEL LARA MÁRQUEZ.** - Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao. -

**Fdo. Dr. DENNIS ALBERTO ESPEJO PEÑA.** - Secretario Académico. -

Lo que transcribo a usted, para su conocimiento y fines consiguiente.

**Dr. Juan Manuel Lara Márquez**  
Decano

**Dr. Dennis Alberto Espejo Peña**  
Secretario Académico



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACION



“Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Bellavista, 02 de julio del 2024

**OFICIO N° 029-2024-UI-FIME**

Señor Dr.:

**JUAN MANUEL LARA MARQUEZ**

Decano de la Facultad de Ing. Mecánica y de Energía

Universidad Nacional del Callao

Presente. –

**Asunto:** PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SIN FINANCIAMIENTO) DEL PROF. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO.

**Ref.:** RESOLUCIÓN N° 003-2024-CD-UI-FIME

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez remitir a su Despacho la Resolución de referencia, con la cual el Comité Directivo de la Unidad de Investigación en su sesión ordinaria del día 11.06.24, tomo el siguiente acuerdo: Aprobar la Propuesta de Proyecto de Investigación (sin financiamiento), Título: **“EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”**, conforme a las siguientes especificaciones:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| ▪ Profesor Responsable | : Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO         |
| ▪ Categoría            | : Auxiliar                              |
| ▪ Dedicación           | : Exclusiva                             |
| ▪ Apoyo Administrativo | : JUAN FRANCISCO JUNIOR MORAN ZUASNABAR |
| ▪ Personal             | : CAS                                   |
| ▪ Periodo de Ejecución | : 04 Meses                              |
| ▪ Presupuesto          | : 6,470.00                              |

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para reiterarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía  
Unidad de Investigación

**Dr. Juan Manuel Palomino Correa**  
Director

**Se Adjunta:**

- Expediente completo del Prof. Huamán Alfaro.

/Carmen.

Archivo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



**RESOLUCIÓN DEL COMITÉ DIRECTIVO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**  
**N° 003-2024-CD-UI-FIME**

Bellavista, 11 de junio del 2024

Visto, la Solicitud de fecha 05.06.24 mediante la cual Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO, solicita la Aprobación del Nuevo Proyecto de Investigación (no financiado), título: "EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO".

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Art. 55° del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao, establece que: La Unidad de Investigación en la encargada de integrar las actividades de investigación de la Facultad;

Que, asimismo en el Art. 57°, establece que: El Comité Directivo de la Unidad de Investigación tiene las siguientes atribuciones, numeral 57.1: Aprobar los Proyectos e Informes de Investigación presentados a la Unidad;

Que, con Resolución Vicerrectoral N° 043-2024-VRI de fecha 19.0.24, se aprueba la "Directiva de Participación de Docentes en Proyecto de Investigación de la Universidad Nacional del Callao", en el Inciso 5.1.2., establece que: Los Proyectos de Investigación sin financiamiento UNAC podrán ser presentados individualmente o en equipo de la misma forma que los Proyectos de Investigación con Financiamiento UNAC, considerando que estos no recibirán financiamientos y el docente responsable podrá ser un docente ordinario o contratado por planilla que no tenga proyecto en ejecución vigente como responsable o colaborador. Estos proyectos podrán ser presentados en las Unidades de Investigación de las Facultades o la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado. Se les aplica los mismos requisitos, los mismos procedimientos, los mismos formatos y las mismas sanciones, en lo que sea aplicable, establecidas en la presente directiva.

Que, con Resolución de Consejo de Investigación N° 013-2023-CIVRI-VIRTUAL de fecha 29.05.23, se aprueba el "Reglamento General de Investigación" de la Universidad Nacional del Callao, que en su Art. 33°, establece que: Según el artículo 55° y 169° del estatuto vigente de la UNAC, las Unidades de Investigación son órganos de línea de las Facultades, integrada por investigadores docentes y estudiantes. Es responsable de la aprobación de los proyectos e informes de investigación realizados en su Unidad de Investigación. Sus funciones están definidas en el capítulo correspondiente a la organización académica del Estatuto vigente;

Que, visto la Solicitud de fecha 05.06.24 con la cual el Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO, solicita la Aprobación del Nuevo Proyecto de Investigación (sin financiamiento), título: "EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO";

Que, el Comité Directivo en su sesión ordinaria del día 11 de junio del 2024, tomó el siguiente acuerdo: Aprobar el Nuevo Proyecto de Investigación (sin financiamiento), título: "EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO", presentado por el Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro;

Estando a lo glosado, a lo acordado por el Comité Directivo en su sesión ordinaria del día 11 de junio del 2024 y en uso de las atribuciones que le confiere el Art. 57°, numeral 57.2 del Estatuto de la UNAC;

**RESUELVE:**

1. **APROBAR** el Nuevo Proyecto de Investigación (sin financiamiento), título: "EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO", conforme a las siguientes especificaciones:

- Profesor Responsable : Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO
- Categoría : Auxiliar
- Dedicación : Exclusiva
- Apoyo Administrativo : JUAN FRANCISCO JUNIOR MORAN ZUASNABAR
- Personal : CAS
- Periodo de Ejecución : 04 Meses
- Presupuesto : 6,470.00

2. Dejar sin efecto la Resolución N° 001-2024-CD-UI-FIME de fecha 02.04.2024, donde aprueba el Nuevo Proyecto de Investigación (subvencionado).

3. Elevar la presente Resolución al señor Decano, a fin de dar cumplimiento al Art. 15° del Reglamento de Participación de los Docentes de la UNAC en Proyectos de Investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía  
Unidad de Investigación

**Dr. Juan Manuel Palomino Correa**  
Director

**FORMATO N° 04**  
**FICHA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
(Para el Comité Directivo de la Unidad de Investigación)

El Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, como responsable de evaluar metodológicamente, la redacción, la impresión, la presentación y el contenido del PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “**EFFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**”, presentado por el profesor responsable JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO y luego de la verificación del proyecto, observamos que tiene el contenido que se indica:

- | <b>1. DEL TEMA</b>  | <b>SI NO</b>   |
|---|--|
| 1.1 Está de acuerdo a los lineamientos de política de investigación de la Facultad y de la UNAC.  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 1.2 El proyecto de investigación tiene relación con la labor lectiva, profesión o especialización del docente responsable que se indica en la ficha de datos.   | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 1.3 El título del proyecto de investigación es claro y preciso.   | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 1.4 El tema de la investigación es un aporte científico, cultural, social o económico.  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| <br>  |  |
| <b>2. DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>   | <b>SI NO</b>   |
| 2.1 Se analiza la situación problemática y este enunciado en forma de una pregunta clara, concisa y precisa, luego de haber hecho la descripción de la situación problemática del objeto de la investigación. | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| <br>  |  |
| <b>3. DE LOS OBJETIVOS Y LA JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>   | <b>SI NO</b>   |
| 3.1 Son coherentes con el problema general y específicos planteados en número y contenido.  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 3.2 Se precisa si la investigación es básica o aplicada.  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 3.3 Se especifica el porqué de la importancia y el aporte (científico, tecnológico, económico, social o cultural) de la investigación.  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

- 4. DEL MARCO TEÓRICO** **SI NO**
- 4.1 Considera las leyes, principios o teorías científicas que sirvan de fundamento a la investigación.
- 4.2 Considera los resultados de la investigación realizada anteriormente sobre el problema de investigación propuesto; con mención de los autores consultados y referenciados.
- 4.3 Establece las definiciones de la terminología en que se fundamenta la investigación.
- 5. DE LA FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS** **SI NO**
- 5.1 Permite dar solución al problema y responde a cada uno de los objetivos de la investigación.
- 5.2 Operacionaliza las variables de la investigación.
- 6. DISEÑO METODOLÓGICO** **SI NO**
- 6.1 Determina y define la población y la muestra de la investigación
- 6.2 Fundamenta las técnicas e instrumentos para la recolección de la información, data primaria y/o secundaria.
- 6.3 Fundamenta las técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de la información obtenida.
- 7. DEL CONOGRAMA DE ACTIVIDADES** **SI NO**
- 7.1 El tiempo de ejecución establecido se justifica teniendo en cuenta la naturaleza del problema a investigar.
- 8. DE LOS RECURSOS, COSTOS Y PRESUPUESTO** **SI NO**
- 8.1 El presupuesto especifica los recursos concordantes con la naturaleza del problema a investigar.
- 8.2 Precisa que la ejecución del proyecto es financiado con fondos que otorga la Universidad por las modalidades que se tiene que financiar el proyecto.
- 9. DE LA FIRMA DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** **SI NO**
- 9.1 El proyecto de investigación está firmado al final y rubricado en cada página por el docente responsable y colaborador (si lo tuviera).

En virtud de lo indicado; como miembros del Comité Directivo de la Unidad de Investigación y docentes investigadores especialistas en metodología de la investigación y en cada una de las áreas y líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía dictaminamos que el presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** evaluado:

**SI CUMPLE** con las exigencias y requisitos para su aprobación y expedir la resolución del Comité Directivo de la Unidad de Investigación correspondiente.



**NO CUMPLE** con las exigencias de aprobación debiendo subsanarse las observaciones de los numerales.....y se devuelve al profesor responsable comunicándole por escrito las observaciones que deben ser subsanadas, indicándole cumplir con lo establecido en el “Reglamento de la participación de docentes en proyectos de investigación”.



Callao, 11 de junio del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Facultad de Ingeniería Mecánica de Energía  
Escuela Profesional de Ingeniería en Energía

\_\_\_\_\_  
Sello y Firma Director del  
Instituto de investigación  
Nombre: Juan Manuel Palomino Correa

\_\_\_\_\_  
Firma del Miembro del  
Comité Directivo  
Nombre: Guillermo A. Gallarday Morales

\_\_\_\_\_  
Firma del Miembro del  
Comité Directivo  
Nombre: José Luis Yupanqui Pérez

\_\_\_\_\_  
Firma del Miembro del  
Comité Directivo  
Nombre:

\_\_\_\_\_  
Firma del Miembro del  
Comité Directivo  
Nombre:.....

\_\_\_\_\_  
Firma del Miembro del  
Comité Directivo  
Nombre:.....

**Nota:** El presidente y los miembros del Comité Directivo del Instituto de Investigación firman la última página de la presente ficha de evaluación, incluyendo nombre y apellidos, y rubrican todas las otras páginas.

**FORMATO DE DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS  
ESTIPULADOS EN LA PRESENTE DIRECTIVA FIRMADO POR EL DIRECTOR DE LA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Yo, JUAN MANUEL PALOMINO CORREA, identificado con DNI N° 10342696 y código docente N° 0524, en mi calidad de Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía,

**DECLARO BAJO JURAMENTO:**

Que los documentos presentados por el docente JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO según: **el Check list para PI ( X ) / Check-List para IF (    )** han sido revisados a detalle por mi persona y el Comité Directivo de la Unidad de Investigación que dirijo e informo que estos cumplen con los requisitos estipulados en el **Reglamento General de Investigación y la Directiva de Participación de Docentes en Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional del Callao y sus modificatorias**, para continuar con el trámite correspondiente.

Asimismo, que, de comprobarse fraude o falsedad en la declaración o información presentada, me someto a las sanciones respectivas.

Me afirmo y ratifico en lo expresado, en señal de lo cual firmo el presente documento.

Bellavista, 11 de Junio de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía  
Escuela Profesional de Ingeniería en Energía



*Dr. Juan Manuel Palomino Correa*

Firma

(Mg./MSc./Dr.) Nombres y Apellidos

DNI N°: 10342696

**ANEXO N°02**  
**SOLICITUD DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Bellavista, 05 de junio del 2024

Señor Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA

Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

Yo Juan Carlos Huaman Alfaro docente adscrito a la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, categoría: AUXILIAR a DEDICACIÓN EXCLUSIVA con domicilio en Alameda1, # 265, Callao e identificado con código N° 905537, DNI N° 40607588 y e-mail jchuamana@unac.edu.pe, en calidad de docente responsable  X  colaborador      , presento y solicito la aprobación del proyecto de investigación “EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”, que desarrollaré **sin financiamiento UNAC** y con el apoyo administrativo del personal C.A.S Moran Zuasnabar Juan Francisco Junior con código 906062.

Por lo indicado, adjunto a la presente los documentos indicados en la presente “DIRECTIVA DE PARTICIPACIÓN DE DOCENTES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO” para su evaluación y dictamen por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación que usted preside.

Atentamente,



.....  
Huaman Alfaro Juan Carlos  
Profesor responsable

Cc: Archivo

(\*) Indicar si es profesor responsable o colaborador

Nota: (1) La presente solicitud la redactan y presentan de manera independiente el profesor responsable y el profesor colaborador (si lo hubiera). Ambas se presentan en el mismo expediente.

(2) Indicar nombre de estudiantes y personal administrativo, solo si participan en el proyecto.

# ANEXO N°05

## FICHA DE DATOS DE DOCENTE INVESTIGADOR

### 3.1 DATOS PERSONALES:

APELLIDOS Y NOMBRES: HUAMAN ALFARO JUAN CARLOS DNI: 40607588 N° Orcid: 0000- 0001-8492-3379		
DOMICILIO:  AVENIDA ALAMEDA 1, # 265	CIUDAD: CALLAO  DEPARTAMENTO: 202	Teléfono Fijo: -  Celular: 915238726
E- mail: jchuamana@unac.edu.pe		
ÁREAS QUE INVESTIGA:	TEXTOS PUBLICITARIOS:	
1. INGENIERÍA DEL FRIO	1.	
2. EFICIENCIA ENERGÉTICA	2.	
3. TURBOMAQUINARIA	3.	
ASIGNATURAS QUE ENSEÑA:	AÑOS DE DOCENCIA UNIVERSITARIA	
MAQUINAS HIDRÁULICAS	5 AÑOS	
ESTADÍSTICA APLICADA A LA INGENIERÍA		
DIBUJO EN INGENIERÍA		

### 3.2 FORMACIÓN ACADÉMICA:

		UNIVERSIDAD	AÑO
<b>TÍTULO(S) PROFESIONAL(ES)</b>	1. INGENIERO MECÁNICO	UNAC	2012
	2.		
	3.		
	4.		
<b>GRADO(S) ACADÉMICO(S)</b>  Nombre de Tesis/grado: MAESTRÍA:..... ..... DOCTORADO:..... .....	1. BACHILLER EN INGENIERÍA MECÁNICA	UNAC	2011
	2. MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS	UCV	2018
	3.		
	4.		

### 3.3 IDIOMA (S) EXTRANJERO(S)

INGLÉS ( 1 )      FRANCÉS (   )      ITALIANO ( 1 )      PORTUGUÉS ( 1 )
OTROS (ESPECIFICAR).....
Nota: Indicar en el paréntesis (1) si lee, (2) si habla, (3) si entiende

### 3.4 REQUERIMIENTO DE CAPACITACIÓN: NACIONAL.....X....., INTERNACIONAL.....

CURSO (   )      ESPECIALIZACIÓN ( X )      MAESTRÍA (   )      DOCTORADO (   )
ESPECIALIDAD DE ESTUDIO REQUERIDA (PRIORIZAR) 1. DISEÑO EN INGENIERÍA CON SOFTWARE DE SIMULACIÓN CFD 2. ANÁLISIS DE DATOS

### 3.5 DATOS DEL CENTRO LABORAL

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
DEPENDENCIA (FACULTAD): INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA		
UNIDAD (DEPARTAMENTO ACADÉMICO): INGENIERÍA EN ENERGÍA		
CARGO: SECRETARIO ACADÉMICO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FIME, COORDINADOR DE LABORATORIO		CATEGORÍA: AUXILIAR
DEDICACIÓN: TIEMPO COMPLETO ( )      TIEMPO PARCIAL ( )      DEDICACIÓN EXCLUSIVA ( X )		
CONDICIÓN LABORAL:      NOMBRADO ( X )      CONTRATADO ( )		
DIRECCIÓN: Avenida alameda 1, #265.	CIUDAD: Callao	EMAIL: jchuamana@unac.edu.pe
TELÉFONO FIJO: -	CEL: 915238726	FAX: -

Callao, 05 de JUNIO del 2024



\_\_\_\_\_  
Huaman Alfaro Juan Carlos  
Profesor responsable

\_\_\_\_\_  
Vº Bº DECANO

**Nota:** La ficha de datos la digitan y presentan el profesor responsable y el profesor colaborador (si hubiera) de manera independiente y se adjuntan en el mismo expediente.

Bienvenido (a): JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO

Menú del usuario

Datos Generales	Experiencia Laboral	Formación Académica	Idiomas	Líneas de Investigación	Proyectos (I+D+i)	Producción Tecnológica y/o Industrial	Producción Científica	Distinciones y premios
-----------------	---------------------	---------------------	---------	-------------------------	-------------------	---------------------------------------	-----------------------	------------------------

### NOVEDADES

- Próximos eventos del programa Horizonte Europa:
- 19 June 2024, 14:30 - 16:00 CEST (BRUSSELS TIME) Personnel Unit Cost – New cost method in Horizon Europe <https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/other/event240619.htm>
- 26 June 2024, 10:00 - 11:30 CEST (BRUSSELS TIME) Certificates on the financial statements (CFS) in Horizon Europe <https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/other/event240626.htm>
- El servicio de integración de nuevos ORCID con el CTI Vitae se encuentra inoperativo por el momento debido a inconvenientes técnicos.
- El Curso de Conducta Responsable en Investigación *CRIno* es requisito para la calificación RENACYT. La URL es <https://vinculate.concytec.gob.pe/conducta-responsable-en-investigacion>.

### PERFIL

JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO



Calificación, Clasificación y Registro de Investigadores

Solicitar Incorporación

Conducta Responsable en Investigación

Fecha: 26/01/2024



EN NOMBRE DE LA NACIÓN

# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONFIERE A:

## JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO

DE LA ESCUELA DE POSGRADO EL GRADO ACADÉMICO DE

### MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS - MBA

OTORGADO POR EL CONSEJO UNIVERSITARIO EL DÍA 27 DE ABRIL DE 2018 AL HABER CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LAS DISPOSICIONES LEGALES VIGENTES.

POR LO TANTO, SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA PARA QUE SE LE RECONOZCA COMO TAL.

DADO Y FIRMADO EN TRUJILLO, 11 DE MAYO DEL AÑO 2018.



MGR. VÍCTOR SANTISTEBAN CHÁVEZ  
SECRETARIO GENERAL



DR. HUMBERTO LLEMPÉN CORONEL  
RECTOR



DR. JUAN MANUEL PACHECO ZEBALLOS  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO



PERÚ

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

## CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS

La Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos, a través del Ejecutivo de la Unidad de Registro de Grados y Títulos, deja constancia que la información contenida en este documento se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Grados y Títulos administrada por la Sunedu.

### INFORMACIÓN DEL CIUDADANO

Apellidos **HUAMAN ALFARO**  
Nombres **JUAN CARLOS**  
Tipo de Documento de Identidad **DNI**  
Numero de Documento de Identidad **40607588**

### INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Nombre **UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO**  
Rector **LLEMPEN CORONEL HUMBERTO CONCEPCION**  
Secretario General **SANTISTEBAN CHAVEZ VICTOR RAFAEL**  
Director **PACHECO ZEBALLOS JUAN MANUEL**

### INFORMACIÓN DEL DIPLOMA

Grado Académico **MAESTRO**  
Denominación **MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS - MBA**  
Fecha de Expedición **11/05/18**  
Resolución/Acta **0133-2018-UCV**  
Diploma **052-034165**  
Fecha Matrícula **22/04/2016**  
Fecha Egreso **20/12/2017**

Fecha de emisión de la constancia:  
**11 de Junio de 2024**



CÓDIGO VIRTUAL 0001932198

**ROLANDO RUIZ LLATANCE**  
**EJECUTIVO**

**Unidad de Registro de Grados y Títulos**  
**Superintendencia Nacional de Educación**  
**Superior Universitaria - Sunedu**

Esta constancia puede ser verificada en el sitio web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu ([www.sunedu.gob.pe](http://www.sunedu.gob.pe)), utilizando lectora de códigos o teléfono celular enfocando al código QR. El celular debe poseer un software gratuito descargado desde internet.

Documento electrónico emitido en el marco de la Ley N° Ley N° 27269 – Ley de Firmas y Certificados Digitales, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-2008-PCM.

(\*) El presente documento deja constancia únicamente del registro del Grado o Título que se señala.



# CERTIFICADO

OTORGADO A

**JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO**

Por haber **cursado y aprobado** el Curso Taller “**Metodología de la Investigación Científica-Enfoque Mixto**”, dirigido a docentes investigadores, organizado por la Comisión de Capacitación e Innovación Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional del Callao, desarrollado en diez (10) sesiones con un total de 40 horas de clase, del 18 de marzo al 8 de abril de 2024, en la Provincia Constitucional del Callao.

Bellavista, 30 de abril de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**Dr. Juan Herber Grados Gamarra**  
Vicerrector de Investigación

**Dr. Juan Herber Grados Gamarra**  
Vicerrector de Investigación -UNAC



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

*Mg. Juan Neil Mendoza Nolorbe*  
Responsable de la Comisión de Capacitación e  
Innovación - VRI


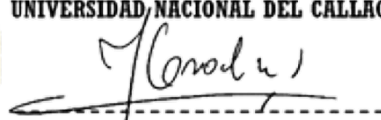
**Mg. Juan Neil Mendoza Nolorbe**  
Responsable de Comisión de Capacitación e  
Innovación-VRI



## TEMARIO:

- PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS EN BASE A UN DISEÑO MIXTO.
- DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MIXTA
- RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS EN LA METODOLOGÍA MIXTA
- APLICACIÓN Y CASOS PRÁCTICOS EN LA INVESTIGACIÓN MIXTA.

“Metodología de la Investigación Científica-Enfoque Mixto”		
HORAS	NOTA FINAL	
40 horas	15	quince

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
  
**Dr. Juan Herber Grados Gamarra**  
Vicerrector de Investigación

**Dr. Juan Herber Grados Gamarra**  
Vicerrector de Investigación -UNAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
  
  
**Mg. Juan Neil Mendoza Nolorbe**  
Responsable de la Comisión de Capacitación e  
Innovación - VRI

**Mg. Juan Neil Mendoza Nolorbe**  
Responsable de Comisión de Capacitación e  
Innovación-VRI

Inscrito bajo el código: MICEM18MARZO2024-FOLIO2-CCI-VRI-26 en el registro de actas de certificados y constancias emitidas por la Comisión de Capacitación en Innovación VRI UNAC

## ANEXO N°07

### Según modalidad

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
Universidad Nacional del Callao  
Vicerrectorado de Investigación

### CARTA DE COMPROMISO DEL DOCENTE, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO QUE DESARROLLA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Unidad Central de Investigación de Ciencia y Tecnología


Yo Juan Carlos Huaman Alfaro docente ordinario de la Universidad Nacional del Callao en la categoría Auxiliar a Dedicación Exclusiva, con código N°905537, adscrito a la facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, identificado con DNI N° 40607588, con domicilio legal en Avenida Alameda 1, # 265, Callao, teléfono N° 915238726, y correo electrónico jchuamana@unac.edu.pe, como responsable  X  o colaborador       en el desarrollo del proyecto de investigación “EFECTO DEL NÚMERO DE CANGILONES EN EL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO” aprobado mediante resolución rectoral N°.....**ME COMPROMETO** a realizar y cumplir con lo siguiente:

1. Presentar y desarrollar el proyecto de investigación, de cuya formulación y ejecución soy el responsable o participo como colaborador, el cual es inédito y trata aspectos no estudiados, o aspectos estudiados pero con una perspectiva o metodología nueva y diferente, o con mayor profundidad y especificidad, o de aspectos no resueltos o incompletos.
2. Presentar al Director de la Unidad de Investigación de la Facultad los proyectos, e informes parciales de cumplimiento y finales de la investigación, para su aprobación previa evaluación, de acuerdo a lo establecido en la “DIRECTIVA DE PARTICIPACIÓN DE DOCENTES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO” vigente, en las fechas indicadas en él, levantar las observaciones que se formulen al informe parcial de cumplimiento de investigación o al expediente al presentarlo -corregido- dentro de los plazos y con exigencias establecidas.
3. Presentar, al Director de la Unidad de Investigación de la Facultad, los informes finales del proyecto de investigación y el artículo científico en medio Digital para su aprobación previa evaluación, de acuerdo lo establecido en la “DIRECTIVA DE PARTICIPACIÓN DE DOCENTES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO” vigente, en las fechas indicadas en él, levantar las observaciones que se formulen al informe de investigación o al expediente y presentarlo –corregido- dentro de los plazos y con las exigencias establecidas.
4. Aceptar las sanciones y ser sancionado con lo que establece la reglamentación vigente de la Universidad Nacional del Callao en caso de no cumplir con la presentación y aprobación de los informes parciales de cumplimiento o informes finales de investigación y artículo científico dentro de los plazos establecidos, para cada caso, o por no realizar el levantamiento de las observaciones formuladas. Así mismo, acepto que los documentos que se generen por dicho incumplimiento se remitan a mi expediente o legajo personal para ser considerados como demérito en mis procesos de ratificación o promoción.
5. Presentar un informe consolidado de la investigación, en el caso de mi cese, renuncia, o destitución por medida disciplinaria, separación definitiva o desvinculación laboral con

la Universidad Nacional del Callao, que comprenda desde el inicio del trabajo hasta el momento de la ocurrencia de alguno de las acciones indicadas.

6. Autorizar a la Universidad Nacional del Callao que el trabajo de investigación de mi autoría sea publicado en el repositorio institucional de la UNAC, en la página virtual de la Universidad y se otorgue los derechos de autoría para su divulgación y regalías que genere, de acuerdo a la reglamentación vigente.
7. Exponer mi trabajo de investigación en los encuentros científicos mensuales de la Universidad Nacional del Callao organizados por el UCICYT.
8. Elaborar y redactar la presentación del informe final de investigación en los formatos que se requieran para su publicación, en la revista "Ciencia y Tecnología" de la UNAC.
9. Redactar el informe final de investigación de acuerdo a lo que establece la normatividad vigente y la Metodología de la Investigación Científica.
10. Respetar los derechos de autoría y paternidad intelectual y no incurrir en plagio.
11. Declarar que conozco las normas y los procedimientos establecidos en la "DIRECTIVA DE PARTICIPACIÓN DE DOCENTES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO", la reglamentación interna de la UNAC, el Código de ética de la UNAC y me someto a ser sancionado si actúo en contra de dichos dispositivos legales.

Callao, 11 de junio 2024

Firma<sup>1</sup>  .....

Firma<sup>2</sup> .....

DNI Nº 40607588

Huella Dactilar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EFECTO DEL NUMERO DE CANGILONES EN EL  
RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE LA FACULTAD  
DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”**

AUTOR: Juan Carlos Huaman Alfaro

PERSONAL ADMINISTRATIVO DE APOYO: Moran Zuasnabar  
Juan Francisco Junior

Callao, 2024

PERÚ

## INFORMACIÓN BÁSICA

**FACULTAD:**

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:**

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

**TÍTULO:**

Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del Callao.

**DOCENTE RESPONSABLE / CATEGORÍA / DEDICACIÓN / CÓDIGO ORCID / DNI:**

Juan Carlos Huamán Alfaro / Auxiliar / Dedicación Exclusiva / 0000- 0001-8492-3379 / 40607588

**PERSONAL ADMINISTRATIVO DE APOYO / CÓDIGO TRABAJADOR / DEPENDENCIA / DNI:**

Juan Francisco Junior Moran Zuasnabar / 906062 / FIME / 48206424

**LUGAR DE EJECUCIÓN:**

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, Bellavista - Callao.

**UNIDADES DE ANÁLISIS:**

Turbina Pelton

**TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:**

Aplicada /Cuantitativo / Experimental

**TEMA OCDE:**

Ingeniería Mecánica. 2.03.00

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	4
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.1. Situación problemática.....	5
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problemas específicos .....	6
1.3. Justificación .....	6
1.3.1. Justificación Teórica .....	6
1.3.2. Justificación Practica .....	6
1.4. Objetivos .....	7
1.3.1. Objetivo general .....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Limites.....	7
1.6. Delimitantes .....	7
II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes .....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	9
2.2. Bases teóricas .....	10
2.3. Definición de Términos Básicos.....	21
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	22
3.1. Hipótesis .....	22
Hipótesis general .....	22
Hipótesis específicas .....	22

3.1.1. Operacionalización de variable.....	23
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	24
4.1. Diseño metodológico.....	24
4.2. Diseño muestral .....	24
4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	25
4.4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información .....	26
4.5. Aspectos éticos en investigación .....	26
V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	27
VI. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	28
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Matriz de operacionalización de variables.....	23
Tabla 5.1. Alimentación de personas .....	27
Tabla 5.2. Materiales de consumo .....	27
Tabla 5.3. Gastos de transporte.....	27
Tabla 5.4. Resumen del Presupuesto .....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Triangulo de velocidades de una turbina pelton.....	13
Figura 2.2. Detalle de un alabe. ....	13
Figura 2.3. Inyector de una turina pelton.....	20

## INTRODUCCIÓN

La generación de energía hidroeléctrica es un componente esencial en la matriz energética mundial, y las turbinas Pelton desempeñan un papel fundamental en este contexto. Estas turbinas son conocidas por su eficiencia en entornos de alta montaña y flujos de agua a alta presión. Sin embargo, la optimización de su rendimiento sigue siendo un desafío continuo en la ingeniería hidroeléctrica.

La investigación y desarrollo en el ámbito de la ingeniería mecánica y de energía desempeñan un papel crucial en la búsqueda constante de soluciones innovadoras y eficientes para la generación de energía. En este contexto, el presente trabajo de investigación aborda un tema de suma importancia en el ámbito de la ingeniería hidroeléctrica: "Análisis del Número de Álabes en el Rendimiento en una Turbina Pelton", siendo este trabajo desarrollado en un módulo de ensayo experimental de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao. La selección del número de álabes en esta turbina se convierte en un aspecto esencial para optimizar su rendimiento y este trabajo se enfoca en comprender en profundidad cómo esta variable influye en las características operativas del módulo de ensayo.

Así mismo este trabajo de investigación busca arrojar luz sobre la relación compleja entre el diseño del número de álabes y las características operativas de la turbina, al explorar diversas configuraciones de álabes, se pretende identificar patrones, tendencias y óptimos que permitan mejorar la eficiencia de la conversión de energía hidráulica a energía eléctrica.

# **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Situación problemática**

La realización de esta investigación surge como respuesta a la necesidad imperante de comprender a fondo la influencia del número de álabes en el rendimiento de una Turbina Pelton, debido a que la generación eficiente de energía hidroeléctrica es un componente crucial en la matriz energética y la Turbina Pelton se destaca como una opción eficaz. Sin embargo, la falta de investigaciones en este ámbito particular ha generado un vacío de conocimiento que limita el desarrollo y la optimización de esta tecnología en la región.

Por otra parte, de acuerdo al Ministerio de Energía y Minas (2022) Durante el mes de agosto de ese año, las centrales hidroeléctricas contribuyeron con un 40.8% a la generación total de energía eléctrica a nivel nacional, alcanzando una producción de 2,042.5 GWh. Estas cifras representaron un aumento del 3.1% en comparación con la producción registrada en agosto de 2021.

Sin embargo, pese a que el Perú es un país con amplio recurso hídrico y aunque Perú ya tiene una capacidad instalada considerable de generación hidroeléctrica, aún existe un potencial significativo no explotado en nuestro país, el cual ofrece oportunidades para el desarrollo de nuevas centrales hidroeléctricas incluso para pequeñas turbinas para una pequeña población. Razón por la cual es importante realizar una investigación referente al Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton ya que permite estudiar la posibilidad de optimizar la eficiencia de las turbinas Pelton mediante la evaluación del número de cangilones.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?
- ¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en el Torque de una de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación Teórica**

Desde un punto de vista teórico, esta investigación tiene fundamentos sólidos en la ingeniería hidráulica ya que la turbina Pelton es una pieza clave en la generación de energía hidroeléctrica y el número de álabes es un parámetro crucial que puede afectar significativamente la eficiencia de conversión de energía. La justificación teórica radica en la necesidad de profundizar en la comprensión de cómo la variación en el número de álabes produce un efecto significativo en el rendimiento de la conversión, al abordar esta pregunta la investigación contribuirá al conocimiento teórico en el campo de la ingeniería hidroeléctrica, permitiendo una mejor optimización del diseño de turbinas Pelton.

#### **1.3.2. Justificación Practica**

La presente investigación tiene una justificación práctica basada en la necesidad de adaptar el diseño de las turbinas Pelton a estas condiciones particulares, permitiendo un aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos locales para la generación de energía buscando establecer un puente entre la teoría y la aplicación práctica, beneficiando tanto a la formación académica como a la industria y promoviendo el avance sostenible en el sector de energía hidroeléctrica.

## **1.4. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar el Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar el Efecto del Número de Cangilones en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.
- Analizar el Efecto del Número de Cangilones en el Torque de una de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.

## **1.5. Limites**

El alcance del estudio está limitado a un número específico de rodets con distinto número de cangilones y a una turbina Pelton particular que se encuentra en la facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC, lo que puede limitar a la generalización de los resultados.

## **1.6. Delimitantes**

La presente investigación delimita en las teorías relacionada con el diseño y rendimiento de turbinas Pelton, con un enfoque específico en la influencia teórica del número de cangilones en la eficiencia de la turbina, teniendo como parámetro a la variación de cangilones como variable principal, excluyendo otras modificaciones significativas en el diseño de la turbina Pelton.

De forma similar delimita temporalmente ya que tiene una duración de 12 meses desde la aprobación del proyecto de investigación.

Así mismo delimita espacialmente ya que será realizado dentro de las inmediaciones de la FIME - UNAC.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Mohedano; López; Salinas; Díaz y Posadas (2023) en su investigación titulada “Análisis de la influencia del número de álabes en la hidrodinámica y potencia mecánica de un tornillo de Arquímedes empleando CFD”, tuvieron el objetivo de analizar como la variación del número de álabes en un tornillo de Arquímedes influye en su hidrodinámica y generación de potencia mecánica empleando dinámica de fluidos computacional, la metodología se basó en realizar un diseño geométrico fundamentado en las relaciones geométricas previamente examinadas en la literatura, Además se empleó la simulación mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para adquirir información sobre los campos de presión y velocidad, así como el torque en el tornillo. Finalmente, los autores concluyen que al utilizar la metodología seleccionada, se lograron eficiencias que superan el 75% en el caso de un tornillo de Arquímedes con 6 álabes, generando una potencia mecánica de 127.3 W. En contraste, al analizar los campos de velocidad y presión, se observa una eficiente transferencia de cantidad de movimiento en dispositivos con 2 y 3 álabes.

Tobón; Henao; Burbano; Sierra y Hincapié (2020) en su investigación titulada “Influencia de la solidez y el número de alabes en una turbina de eje vertical tipo H” tuvieron el objetivo de proponer un análisis de la eficiencia de la turbina hidrocinetica al variar el número de alabes, su metodología de trabajo se basó intercambiar 27 tipos de rodetes en los cuales se variaba el número de alabes desde 2 hasta 10, concluyendo que a partir de 3 alabes se reducen los torques negativos, incrementando la capacidad de auto arranque.

Simbaña (2022) en su investigación titulado “Estudio numérico del comportamiento dinámico del flujo en los cangilones de una turbina Pelton mediante OPEN FOAM”, tuvo el objetivo de lograr obtener un modelo adecuado 3D a partir de software CFD y código abierto OpenFOAM, ma metodología de

trabajo fue basada en la aplicación de dos alternativas de análisis usando el método AMI y el método ACMI, el autor concluye que el torque realizado por ambos métodos es muy similar ya que su variación fue del 4 al 6% siendo este un valor aceptable.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Florián y Paredes (2019) en su investigación titulado “Influencia del espesor y número de álabes sobre el rendimiento total de una turbina Michell Banki”, tuvieron el objetivo de estudiar y mejorar el rendimiento total de la turbina Michell Banki por medio de la variación del número de álabes, La investigación fue del tipo aplicada, tecnológica y de diseño cuasi experimental porque solamente se controlaron dos variables en el objeto de investigación o de estudio; para 10 diferentes caudales y tres réplicas de ensayo en cada uno de los 3 rodetes fabricados y cuando el número de álabes es mayor, dando el valor más alto del rendimiento, cuando  $Z = 24$  y  $e = 1.72\text{mm}$  logrando un rendimiento total de 78.99%, finalmente los autores concluyen que el rodete de 24 álabes con una disminución del espesor de los álabes influye significativamente aumentando su rendimiento de la turbina para el caso  $e=1.72\text{ mm}$ .

Rentería (2021) en su investigación titulada “Análisis y simulación de la influencia del número de alabes en el rendimiento de un aerogenerador de eje horizontal con perfil NACA 4415”, tuvo el objetivo de comparar el rendimiento de cuatro aerogeneradores en función a la potencia que generan cuando se varía el número de alabes, la investigación es del tipo aplicada debido a que está orientado a línea de investigación de eficiencia energética y energía renovable, siendo cuasi experimental debido a que se usara un software CAD para someter a simulación los cuatro aerogeneradores para ver el comportamiento del aire a la salida del rotor. El autor concluye que la variación del número de alabes no afecta en gran medida a la potencia del aerogenerador y se opta más por la estabilidad en el giro a la hora del diseño.

Chullo (2020) en su investigación titulada “Influencia del número de álabes en los parámetros aerodinámicos de un ventilador axial”, tuvo el objetivo de analizar la variación de las cifras características como presión, caudal y parámetros acústicos al variar el número de álabes, la metodología de trabajo se basó en la revisión literaria a fin de definir los elementos específicos en los que se concentró el estudio y con ello realizar diseño del modelo experimental, a fin de realizar el análisis cuantitativo. Finalmente el autor concluye que al variar el número de álabes de 6 a 7, se produce un incremento de la cifra de presión en 13.7% sin variar la cifra de caudal, mientras que al considerar 8 álabes ya se experimenta un incremento de la cifra de presión en 22.7% y la de caudal en 9.9%.

## **2.2. Bases teóricas**

La presente investigación se respalda bajo las teorías de las Turbo máquinas Hidráulicas, las cuales se basan en los principios de la dinámica de fluidos, debido al movimiento de un fluido por medio de una sección circular sometida a presión, el cual impactara al rodete de la turbina Pelton.

Dentro de las teorías de las turbomáquinas se encuentran:

### **La cinemática de flujo en las turbomáquinas**

Es el estudio del movimiento de los fluidos sin considerar las fuerzas que entran en juego, en otras palabras estudia la forma del movimiento del fluido en una línea de corriente, para formar un triángulo de velocidades a la entrada y salida del rodete, en sus componentes; Velocidad absoluta ( $C$ ), Velocidad tangencial ( $U$ ), velocidad relativa ( $W$ ) y la velocidad meridiana ( $C_m$ ) con el fin de dimensionar el rodete.

### **Transferencia de energía en turbomáquinas**

Esta teoría se aborda bajo los principios de la cantidad de movimiento. Examina cómo el fluido, al pasar sobre los álabes ejerce fuerzas hidráulicas debido a los cambios en las cantidades de movimiento en relación con el tiempo. Este proceso implica la realización de un trabajo que es una expresión de la energía transferida entre los álabes o cangilones y el fluido.

### **Perdidas por fricción y choques**

Este aspecto estudia las pérdidas de energía que ocurren cuando el fluido pasa por el rodete móvil, debido al rozamiento y a los cambios de dirección, estas pérdidas pueden ser volumétricas, las cuales son debido a la variación del caudal siendo estas interiores y exteriores; hidráulicas, las cuales se deben al rozamiento del fluido con las paredes de la turbina o las partículas del fluido entre sí mismo; y mecánicas, las cuales se deben a la fricción entre elementos mecánicos de la turbina.

### **Maquinas Hidráulicas**

Las máquinas hidráulicas son dispositivos con la capacidad de convertir la energía hidráulica en energía mecánica y viceversa, estas máquinas pueden funcionar como turbinas, generando energía, o como bombas, consumiendo energía para impulsar el flujo de fluido, durante el estudio de las turbomáquinas hidráulicas, no se consideran efectos térmicos, aunque en ocasiones puede ser necesario utilizar ciertos conceptos termodinámicos. Todos los fenómenos analizados se encuentran en un estado estacionario, caracterizado por una velocidad de rotación constante de la máquina y un caudal invariable. En una máquina hidráulica, el agua intercambia energía con un dispositivo mecánico que gira alrededor de su eje de simetría. Este mecanismo lleva consigo una o varias ruedas, también conocidas como rodetes, que cuentan con álabes dispuestos de manera que crean espacios libres por donde fluye el agua.

### **Clasificación de las Turbomáquinas Hidráulicas**

De acuerdo Zamora y Viedma (2016), podemos clasificar a Las turbomáquinas hidráulicas de acuerdo a la transmisión de energía:

- **Turbomáquinas motoras**

Son aquellas que transfieren energía del fluido al rotor o rodete, en otras palabras, extraen energía hidráulica del fluido para convertirla en energía mecánica el cual hace girar al rodete, este tipo de Turbomáquinas son conocidas como Turbinas.

El rendimiento de la turbina se calcula por la siguiente ecuación:

$$\eta_t = \frac{\text{Energía Mecánica}}{\text{Energía Hidráulica}} = \frac{T \cdot \omega}{\gamma \cdot Q \cdot H_T} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dónde:

T: Es el torque que genera el eje del rodete.

$\omega$ : Es la velocidad angular del rodete.

$\gamma$ : Peso específico del fluido.

Q: Caudal que pasa por el rodete.

$H_T$ : Es la carga neta de la turbina que se fija con la lectura deseada en un manómetro.

• **Turbomáquinas generatrices**

Son aquellas que transfieren energía del rodete al fluido, En otras palabras, transforman la energía mecánica mediante el giro del rodete en energía hidráulica que se le cede al fluido, aumentando su presión y velocidad pudiendo ser bombas centrifugas y axiales.

El intercambio de energía se realiza en el rodete de la turbomáquina, siendo el rendimiento calculado por la siguiente ecuación:

$$\eta_B = \frac{\text{Potencia. Hidráulica}}{\text{Potencia. Eje}} = \frac{P}{W_{EJE}} \dots\dots\dots (2.2)$$

**Ecuación de Euler**

De acuerdo a Mataix (1982), en las turbomaquinas el intercambio de energía se obtiene por una acción mutua entre las paredes de los álabes y el fluido, esta acción resultante entre el fluido y el rodete se manifiesta mediante una fuerza cuyo valor puede calcularse mediante el principio de la cantidad de movimiento, con la cual se calculará la fuerza y el momento con relación al eje de la máquina, mediante la siguiente ecuación.

$$F = Q \rho (c_2 \cos \alpha_2 - c_1 \cos \alpha_1) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$M = Q \rho (r_2 c_2 \cos \alpha_2 - r_1 c_1 \cos \alpha_1) \dots\dots\dots(2.4)$$

Donde:

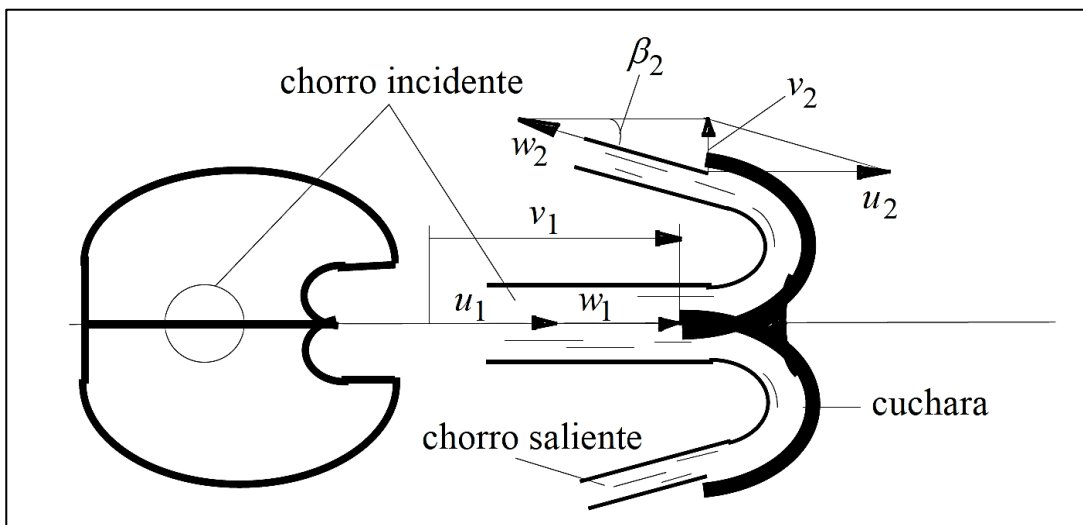
Q: Caudal que pasa por el rodete.

$\rho$ : Densidad del fluido.

C: Velocidad absoluta del fluido.

$\alpha$ : Angulo absoluto ubicado entre (C y W).

**FIGURA N° 2.1: TRIANGULO DE VELOCIDADES DE UNA TURBINA PELTON**



Fuente: Zamora y Viedma (2016). Maquinas Hidráulicas.

Así mismo el momento multiplicado por la velocidad angular ( $\omega$ ) da como resultado a la potencia que el rodete entrega al fluido, como se observa en la siguiente ecuación.

$$P = M \omega = Q \rho \omega (r_2 c_2 \cos \alpha_2 - r_1 c_1 \cos \alpha_1) \dots\dots\dots(2.5)$$

Por lo tanto

$$P = M \omega = Q \rho \omega (r_2 c_2 \cos \alpha_2 - r_1 c_1 \cos \alpha_1) = g \rho Q H \dots\dots(2.6)$$

Deduciendo de esta forma la ecuación de Euler el cual se expresa en la siguiente ecuación.

$$H = \pm \frac{(U_2 c_{u2} - U_1 c_{u1})}{g} \dots\dots\dots(2.7)$$

Donde:

H: Altura teórica de Euler.

U: Velocidad tangencial del rodete.

$C_u$ : Proyección de C con respecto a U ( $C_u = C \cdot \cos \alpha$ ).

g: Aceleración de la gravedad.

### Grado de Reacción

De acuerdo a Encinas (1975) El grado de reacción es un numero característico del rodete, el cual relaciona el cual cuantifica la proporción de carga estática aprovechada sobre la carga efectiva total la cual puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$R_{\infty} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma \cdot H_{R_{\infty}}} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$R_{\infty} = \frac{\frac{U_2^2 - U_1^2}{2 \cdot g} + \frac{W_2^2 - W_1^2}{2 \cdot g}}{H_{R_{\infty}}} \dots \dots \dots (2.9)$$

Donde:

$R_{\infty}$ : Grado de reacción.

P: Presión a la entrada y salida del rodete.

U: Velocidad tangencial del rodete.

W: Velocidad relativa.

$H_{R_{\infty}}$ : Altura de Euler.

g: Aceleración de la gravedad

Por otra parte, de acuerdo al grado de reacción se podría clasificar a las turbinas por:

- **Turbinas de acción.**- Este tipo de turbinas se dan cuando las presiones a la entrada y a la salida del rodete son iguales, siendo las turbinas Pelton las que representan a este tipo, siendo utilizadas para grandes alturas y pequeños caudales, este tipo de turbinas posee una rueda móvil la cual contiene un cierto número de alabes o cucharas y pueden presentarse con el eje horizontal o vertical.

- **Turbinas de reacción.-** Este tipo de turbinas se dan cuando la presión de entrada a la turbina es mayor que la salida, Perteneciendo a este tipo, las turbinas FRANCIS Y KAPLAN, siendo utilizado en medianas y bajas alturas.

Los recursos de agua, generalmente se agrupan en: pequeñas, medianas y grandes alturas netas. Los tipos de turbinas se ajustan a las magnitudes de las alturas netas de acuerdo a los siguientes rangos:

- Pequeños saltos :  $H < 60$  m Turbinas Kaplan
- Medianos saltos :  $30 \text{ m} < H < 600$  m Turbina Francis
- Grandes saltos :  $100 \text{ m} < H < 2000$  m Turbinas Pelton

## DEFINICIONES BÁSICAS

- **Diseño**

La palabra diseño proviene de un término italiano denominado disegno, el cual se refiere a plasmar la solución de un problema mediante un boceto, bosquejo o esquema. Es así que el diseño engloba diversas concepciones que varían según su dirección o finalidad, algunas definiciones generalizan la idea de diseño.

De acuerdo a Brown y Wyatt (2010) describe el diseño como una metodología siempre en busca de innovaciones imprevistas, por lo que reinventarse a sí mismo podría parecer una manera inteligente de avanzar.

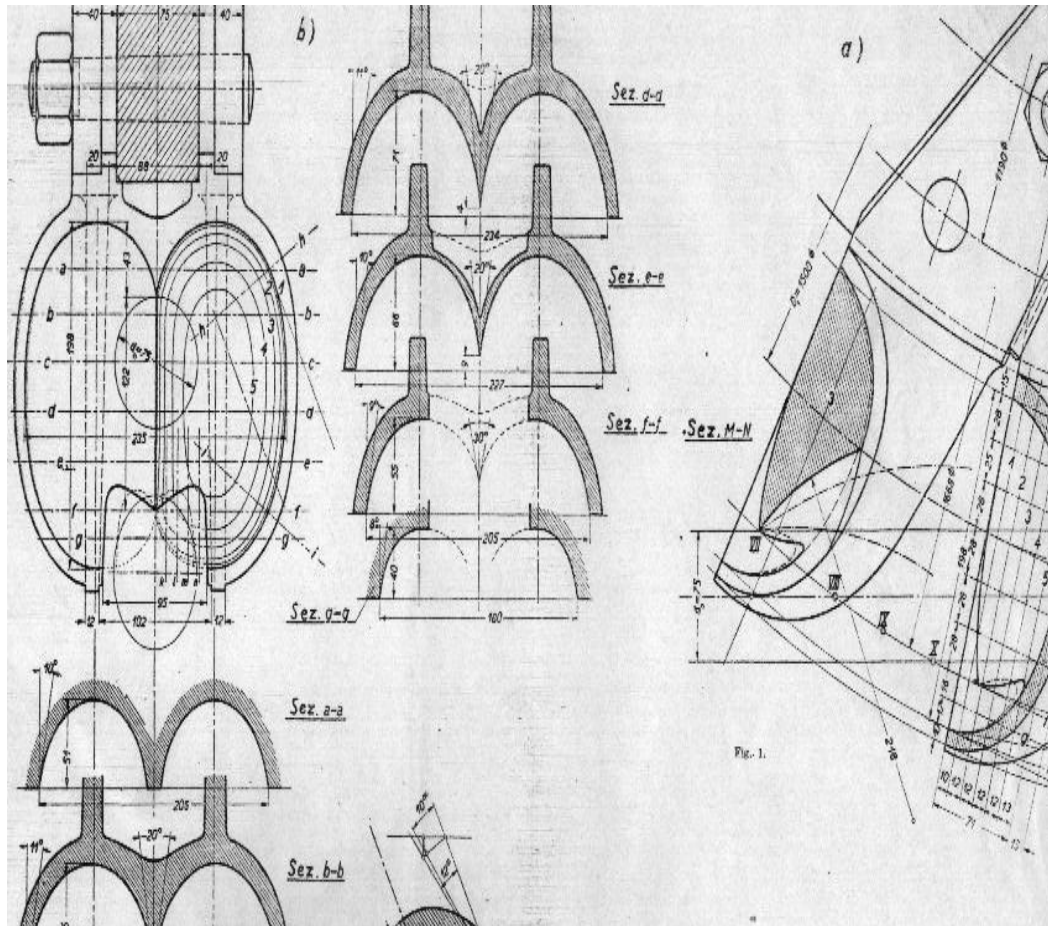
- **El rodete**

El elemento esencial de la turbina, estando provisto de alabes en los que tiene lugar el intercambio de energía entre el agua y la máquina. Atendiendo a que la presión varíe o no en el rodete, las turbinas se clasifican en turbinas de acción y de reacción.

## Álabes

Los álabes, cucharas o palas están diseñadas para recibir la fuerza directa del chorro de agua, están construidas en forma de doble cuchara y justo en la arista media donde se dividen las dos cucharas es donde pega el chorro.

FIGURA N° 2.2: DETALLE DE UN ALABE.

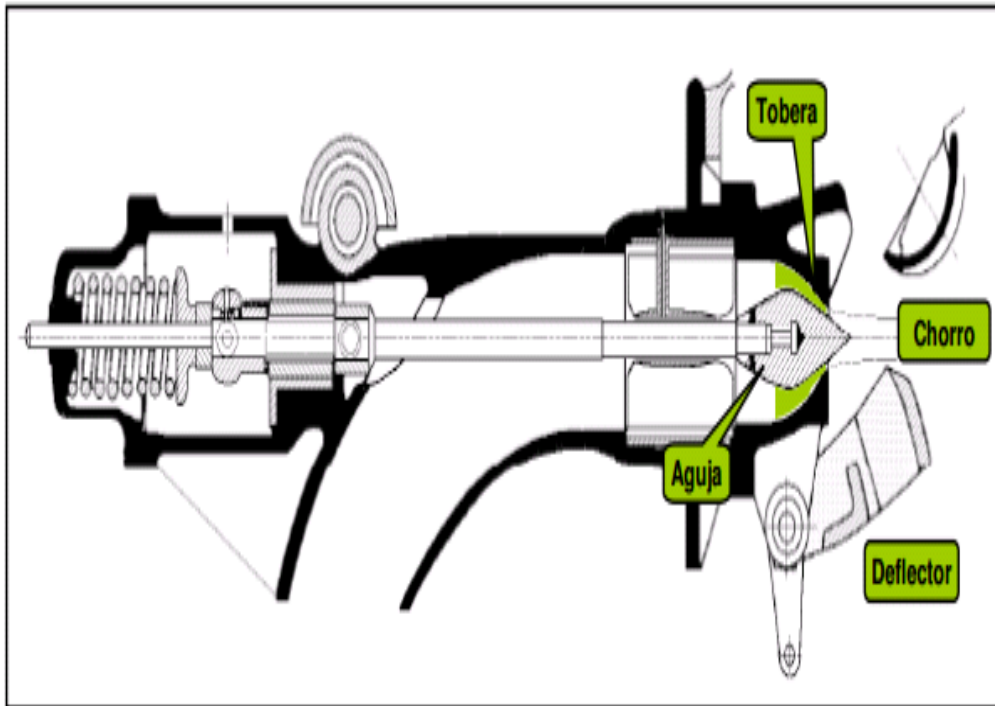


Fuente: <http://www.regamatic.com/images/a69%20diseño%20alabe%20Pelton.JPG>

## Inyector

El inyector es el encargado de regular el caudal del chorro, está formado por la tobera que es una boquilla con orificio de sección circular, instalada al final de la cámara de distribución, y tiene como función dirigir el chorro hacia el rotor de tal forma que la prolongación de la tobera forma un ángulo de  $90^\circ$  con los radios de este.

FIGURA N° 2.3: INYECTOR DE UNA TURBINA PELTON.



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-dpmljv3stkW/VBNCVfJS3zI/AAAAAAAAAFA/hP-VNvpj4k4/s1600/figura11.png>

### Calculo de las dimensiones de la turbina Pelton

#### Velocidad del chorro a la salida del inyector

La velocidad del chorro proveniente del inyector, de forma teórica se puede calcular como:

$$c_s = \sqrt{2gH_n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Donde,  $H_n$  viene a ser la altura útil o altura neta, la cual se determina de la siguiente manera:

$$H_n = H_b - H_p \dots\dots\dots(2.11)$$

Donde:

$H_b$ : Altura total o salto bruto geométrico del agua.

$H_p$ : Altura cuantificada en base a las pérdidas ocurridas debido a la fricción más las pérdidas singulares en la tubería de presión.

Debido a la geometría del inyector, la velocidad real del chorro de agua a la salida del inyector no es  $c_s$ , sino que esta corregida por un factor proveniente de datos experimentales, este factor o coeficiente se encuentra entre un rango de 0.97 a 0.99.

Este factor de corrección para la velocidad también recibe el nombre de “coeficiente de velocidad” y su simbología es  $K_{c0}$ . Tomando estas consideraciones la velocidad del chorro real a la salida del inyector vendría a ser igual a:

$$c_i = K_{c0}\sqrt{2gH_n} \dots\dots\dots(2.12)$$

**Potencia hidráulica**

Mediante la teoría de hidrodinámica se puede extraer una ecuación capaz de cuantificar la máxima potencia utilizando el salto útil o neto  $H_n$ , y un caudal Q, mediante la siguiente expresión:

$$P_h = \rho g H_n \dots\dots\dots(2.13)$$

Donde:

$\rho$ : Densidad del agua a una determinada temperatura.

G: Aceleración de la gravedad.

**Velocidad específica**

También llamado número de revoluciones específico ( $N_s$ ), son las revoluciones por minuto a la que rota una turbina generando solo una potencia de 1 CV, invirtiendo en ella un salto de 1 m, calculándose de la siguiente manera:

$$N_s = \frac{N\sqrt{P_e}}{H_n^{5/4}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Donde:

N: Revoluciones por minuto de la turbina (rpm).

$P_e$ : Potencia desarrollada en el eje de la turbina (Cv).

$H_n$ : Altura neta o útil (m).

Este cifra característica nace con la necesidad de clasificar a las turbinas, a cambio de cotejarlas con sus parámetros por separado como  $H_n$ ,  $P_e$  y  $N$ , se realizara una comparación entre las que generan una potencia al eje de 1 CV, teniendo en común un salto útil de 1 m y que se diferenciaron en su velocidad específica  $N_s$ , definiendo a las turbinas entre lentas, normales y veloces y entre ellas conociendo su eficiencia semejante.

### Diámetro del chorro

Mediante el concepto de continuidad se puede aplicar al inyector cuyo diámetro es  $d_0$ , obteniendo la siguiente expresión:

$$Q = \frac{\pi d_0^2}{4} c_0 \dots \dots \dots (2.15)$$

Donde:

Q: Caudal de operación de la turbina

$C_0$ : Velocidad del chorro de agua

Ahora utilizando la ecuación anterior y despejándola, obtenemos la siguiente expresión para hallar el diámetro del chorro:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi c_0}} \dots \dots \dots (2.16)$$

### Diámetro de la rueda Pelton

El diámetro de la rueda Pelton está definida como la circunferencia tangente al centro del chorro, para hallar esta dimensión se utiliza la siguiente expresión:

$$N_s = 575 \sqrt{K_{c0}} \cdot K_u \cdot \frac{d_0}{d_p} \cdot \eta_T \dots \dots \dots (2.17)$$

$$\eta_T = \frac{P_e}{P_h} \cdot 100\% \dots \dots \dots (2.18)$$

Donde:

$N_s$ : Velocidad específica de la turbina (rpm).

$K_{Co}$ : Coeficiente de velocidad.

$K_u$ : Coeficiente de velocidad del alabe.

$d_o$ : Diámetro del chorro a la salida del inyector.

$d_p$ : Diámetro de la rueda Pelton (m).

$\eta_T$ : Eficiencia de la turbina.

$P_e$ : Potencia desarrollada en el eje

$P_h$ : Potencia hidráulica

Si se asume  $K_{Co} = 0.98$ ,  $K_u = K_{Co} / 2 = 0.49$  (condición de máximo aprovechamiento) y una eficiencia de 82.5% se puede reducir la ecuación anterior a la siguiente:

$$d_p = \frac{253,34d_o}{N_s} \dots\dots\dots(2.19)$$

Donde:

$d_o$ : Diámetro del chorro a la salida del inyector.

$N_s$ : Velocidad específica de la turbina (rpm).

### **Diámetro de las puntas**

Otro parámetro de diseño importante viene a ser el diámetro de las puntas correspondientes a las aristas de corte de las dos cazoletas opuestas, las cuales se determinan mediante una expresión empírica, de la siguiente manera:

$$d_{puntas} = d_p + \frac{7}{3}d_o \dots\dots\dots(2.20)$$

### 2.3. Definición de Términos Básicos

- **Dimensionamiento:** Proceso para determinar la dimensión o característica correcta o esperada.
- **Difusor:** Dispositivo para la reducción de la velocidad y el aumento de la presión estática de un fluido que pasa a través de un sistema.
- **Diseño:** Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.
- **Maquinas Generatrices:** Son aquellas que requieren energía mecánica o trabajo  $W$  para ponerse en funcionamiento.
- **Inyector:** Que inyecta o sirve para inyectar un fluido.
- **Prototipo:** Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.
- **Rodete:** Objeto con forma de rueda o rosca, hecho de un material flexible, que se coloca sobre la cabeza y se utiliza para apoyar en él un peso que se ha de transportar.
- **Turbomaquina:** Aparato generador o receptor, que actúa dinámicamente sobre un fluido mediante una rueda provista de compartimientos, móvil alrededor de un eje fijo (turborreactor, turbomotor).

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **Hipótesis general**

El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.

##### **Hipótesis específicas**

- El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao.
- El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en el Torque de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.

### 3.1.1. Operacionalización de variable

Tabla 3.1 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Método	Técnica
<b>Variable Independiente</b>  Numero de Cangilones	Es la cantidad de cucharas o alabes en forma de doble Cangilón o cangilones, de acuerdo a Ferreda (2012), los cangilones son los elementos en donde se transmite toda la energía cinética al rodete y donde se encuentra todo el fluido dinámico.	De acuerdo a Jara (1998) el número de alabes está en función del diámetro de la rueda y el diámetro del chorro, por tanto es necesario realizar un análisis de la cinemática del fluido a fin de determinar el diseño del rodete.	Cinemática del fluido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal.</li> <li>• Diámetro del chorro.</li> <li>• Velocidad de chorro.</li> <li>• Velocidad de la turbina.</li> <li>• Velocidad tangencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m<sup>3</sup>/s</li> <li>• mm</li> <li>• m/s</li> <li>• m/s</li> <li>• m/s</li> </ul>	Analítico Sintético	Documental
			Diseño del rodete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamiento del rodete.</li> <li>• Fuerza del chorro.</li> <li>• Análisis estructural del rodete.</li> <li>• Análisis de fluido dinámico del inyector.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mm</li> <li>• Kgf</li> <li>• Análisis por elementos finitos</li> </ul>		
<b>Variable Dependiente</b>  Rendimiento	De acuerdo a Zamora y Viedma (2016) el rendimiento en las turbinas es la cantidad total de energía mecánica que se le entrega al eje a partir de la energía hidráulica.	De acuerdo al Manual de GUNT HM 450.01 (2019) el rendimiento de una turbina está en función de la potencia mecánica y la potencia hidráulica	Potencia Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torque</li> <li>• Velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nm</li> <li>• rpm</li> </ul>		
			Potencia Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal.</li> <li>• Salto neto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Watt</li> <li>• %</li> </ul>		

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1. Diseño metodológico**

#### **4.1.1 Tipo de investigación: Aplicada**

La presente investigación es del tipo aplicada debido a que aplica los conocimientos teóricos y técnicas de ingeniería para realizar las variaciones del rodete, a fin de variar el número de cangilones en un rodete de turbina Pelton.

#### **4.1.2 Diseño de investigación:**

El presente trabajo tiene un diseño de investigación experimental ya que se realiza la recopilación realizará una manipulación deliberada de la variable independiente.

### **4.2. Diseño muestral**

El diseño muestral de esta investigación se basa en un estudio de caso y utiliza una muestra que coincide con la población, compuesta por cinco rodetes de turbina Pelton, cada uno con un número diferente de cangilones. Estos rodetes se seleccionarán para representar las variaciones posibles en el diseño de cangilones y analizar su impacto en el rendimiento de la turbina, incluyendo la potencia mecánica y el torque.

Según Valderrama (2013), la población representa un grupo de elementos, individuos u objetos, ya sea de forma finita o infinita, que comparten atributos o características comunes que pueden ser objeto de observación. Por lo tanto, la población en esta investigación está constituida por todos los rodetes de turbina Pelton que se utilizarán en el módulo de ensayos de la turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao. La muestra, al ser un estudio de caso, incluye los cinco rodetes seleccionados, lo que permite una representación precisa de las cualidades de la población y facilita un análisis detallado y exhaustivo del efecto del número de cangilones en el rendimiento de la turbina Pelton.

### **4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Para esta investigación sobre el efecto del número de cangilones en el rendimiento de una turbina Pelton, se empleará la técnica de observación, ya que se observará el comportamiento de la turbina durante cada prueba y se anotará cualquier variación o anomalía que pueda surgir, por otra parte el instrumento de recolección de la información será la ficha de recolección de datos con la cual se registraran los datos cuantitativos sobre el funcionamiento de la turbina y las condiciones de prueba. A continuación, se detalla el procedimiento de recolección:

- **Preparación del Experimento:**
  - Instalar el rodete correspondiente y calibrar todos los instrumentos de medición.
  - Asegurar condiciones constantes de flujo y presión de agua.
  
- **Ejecución de la Prueba:**
  - Realizar la prueba y registrar las mediciones de velocidad de rotación, torque, presión de agua y flujo de agua en la matriz de recolección de datos.
  - Calcular la potencia mecánica utilizando los datos registrados.
  
- **Documentación de Observaciones:**
  - Anotar cualquier observación relevante durante la prueba en la columna de observaciones de la matriz.
  
- **Repetición de Pruebas:**
  - Realizar al menos tres pruebas para cada configuración de cangilones para asegurar la fiabilidad y repetibilidad de los datos.

Este diseño estructurado y el uso del instrumento de recolección de datos facilitarán la organización y el análisis de la información recolectada, permitiendo una evaluación precisa del efecto del número de cangilones en el rendimiento de la turbina Pelton.

#### **4.4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información**

Para el procesamiento de la información recolectada en la investigación sobre el efecto del número de cangilones en el rendimiento de una turbina Pelton, se emplearán diversas técnicas estadísticas. Esto incluye el análisis descriptivo para resumir las características de los datos, pruebas de normalidad para verificar la distribución de los mismos, análisis de varianza (ANOVA) para comparar el rendimiento entre grupos de cangilones, regresión lineal para evaluar la relación entre el número de cangilones y el rendimiento, y visualización de datos mediante gráficos. Estas técnicas se aplicarán utilizando software estadístico como SPSS o R, permitiendo una evaluación completa del impacto del número de cangilones en la turbina Pelton.

#### **4.5. Aspectos éticos en investigación**

Durante la preparación del informe de investigación, se realizarán prácticas éticas y principios morales, prestando especial atención al manejo adecuado de información privada y al cumplimiento de normativas y leyes en la divulgación.

## V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES			
	01	02	03	04
Compilación de Información documental	X			
Recolección de información empírica	X			
Elaboración del marco teórico		X		
Toma de datos y Procesamiento de la información			X	
Materiales y Métodos			X	
Resultados			X	
Discusión				X
Referenciales, apéndices y anexos				X
Redacción del Informe Final				X
Presentación del Informe Final				X

## VI. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presupuesto estimado para la realización de esta investigación sobre el efecto del número de cangilones en el rendimiento de una turbina Pelton será asumido por los investigadores sin financiamiento de la universidad.

**Tabla 5.1: Materiales de consumo**

<b>BIENES DE CONSUMO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PU (SOLES)</b>	<b>IMPORTE (SOLES)</b>
Bibliografía (libros)	1	600.00	600.00
Materiales de escritorio	1	890.00	890.00
Fotocopias	1	200.00	200.00
Impresiones y anillados	1	300.00	300.00
Servicios informáticos	1	500.00	500.00
Servicio de tipeo y dibujos	1	350.00	350.00
Diseño y construcción de rodetes	5	300	1500.00
		Total	4340.00

**Tabla 5.3: Gastos de transporte**

<b>GASTO DE TRANSPORTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PU (SOLES)</b>	<b>IMPORTE (SOLES)</b>
Pasaje por diversas formas de transporte	1	2130.00	2130.00

**Tabla 5.4: RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

<b>Rubros</b>	<b>Importe (Soles)</b>
Materiales de consumo	4340.00
Gastos de transporte	2130.00
<b>TOTAL SOLES</b>	<b>6470.00</b>

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Energía y Minas. 2022. Revista estadística "en cifras" [en línea]. Lima: MINEM [fecha de consulta: 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3837424/Estad%C3%ADstica%20SubSector%20Electricidad%20agosto%202022.pdf>
- Mohedano M; López B; Salinas H; Díaz C y Posadas A. 2023. Análisis de la influencia del número de álabes en la hidrodinámica y potencia mecánica de un tornillo de Arquímedes empleando CFD. Revista ideas en ciencias de la ingeniería [en línea]. Junio 1 (1), 32-52 [fecha de consulta: 9 de enero de 2024]. ISSN: 2992-7447. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/371038210\\_Analisis\\_de\\_la\\_influencia\\_del\\_numero\\_de\\_alabes\\_en\\_la\\_hidrodinamica\\_y\\_potencia\\_mecanica\\_de\\_un\\_tornillo\\_de\\_Arquimedes\\_empleando\\_CFD\\_Influence\\_analysis\\_of\\_blades\\_number\\_on\\_the\\_hydrodynamics\\_and\\_mechanica](https://www.researchgate.net/publication/371038210_Analisis_de_la_influencia_del_numero_de_alabes_en_la_hidrodinamica_y_potencia_mecanica_de_un_tornillo_de_Arquimedes_empleando_CFD_Influence_analysis_of_blades_number_on_the_hydrodynamics_and_mechanica)
- Tobon N; Henao K; Burbano A; Sierra J y Hincapié D. 2020. Influencia de la solidez y el número de alabes en una turbina de eje vertical tipo H-. Revista politécnica [en línea]. Diciembre 16 (32), 9-18 [fecha de consulta: 10 de enero de 2024]. DOI: 10.33571. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6078/607867804001/html/>
- SIMBAÑA CAIZA, Victor Hugo. 2022. *Estudio numérico del comportamiento dinámico del flujo en los cangilones de una turbina Pelton mediante OPEN FOAM* [en línea]. Tesis [Maestría en diseño y simulación]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. [fecha de consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22842>
- Florián Quiroz, Edsgardo y Paredes Vargas, Victor. 2019. *Influencia del espesor y número de álabes sobre el rendimiento total de una turbina Michell Banki* [en línea]. Tesis [Ingeniero mecánico electricista]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. [fecha de consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51446/Flori%  
%c3%a1n\\_QEA-Paredes\\_VVA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51446/Flori%c3%a1n_QEA-Paredes_VVA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rentería Alvarado Renato Abel. 2021. *Análisis y simulación de la influencia del número de alabes en el rendimiento de un aerogenerador de eje horizontal con perfil NACA 4415* [en línea]. Tesis [Ingeniero mecánico eléctrico]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. [fecha de consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8636>

Chullo Llave, Neptali. 2020. *influencia del número de álabes en los parámetros aerodinámicos de un ventilador axial* [en línea]. Tesis [Maestría en ciencias con mención en turbomáquinas]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. [fecha de consulta: 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1a6d578f-7d5e-4d8e-b352-b304b4f91556/content#:~:text=La%20variaci%C3%B3n%20del%20n%C3%BAmero%20de%20%C3%A1labes%20en%20un,produce%20increme nto%20en%20la%20presi%C3%B3n.>

Zamora B y Viedma A. 2016. *Máquinas Hidráulicas Teoría y Problemas* [en línea]. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena [fecha de consulta: 12 de enero de 2024]. ISBN 978-84-16325-19-1. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60435172.pdf>

Mataix C. 1982. *Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas* [en línea]. Madrid: Ediciones del Castillo [fecha de consulta: 12 de enero de 2024]. ISBN 84-219-0175-3. Disponible en: <https://conver2.files.wordpress.com/2012/11/ingenieria-claudio-mataix-mecanica-de-fluidos-y-maquinas-hidraulicas1.pdf>

Encinas P. 1975. *Turbomáquinas hidráulicas* [en línea]. México: Editorial Limusa

[fecha de consulta: 13 de enero de 2024]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/35128578/Manuel\\_polo\\_encinas\\_turbomaquinas\\_hidraulicas](https://www.academia.edu/35128578/Manuel_polo_encinas_turbomaquinas_hidraulicas)

Brown T y Wyatt J (2010). Design Thinking for Social Innovation. Revista Stanford social innovation [en línea]. Disponible en:  
[https://myweb.uiowa.edu/dlgould/plugin/documents/Design\\_Thinking\\_for\\_Social\\_Innovation.pdf](https://myweb.uiowa.edu/dlgould/plugin/documents/Design_Thinking_for_Social_Innovation.pdf)

Valderrama S .2013. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica [en línea]. Lima: Editorial San Marcos [fecha de consulta: 13 de enero de 2024]. ISBN 978-612-302-878-7. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/409029434/Pasos-para-elaborar-proyectos-de-investigacion-cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza-pdf>

Ciro M .2010. Metodología de investigación tecnológica [en línea]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del peru [fecha de consulta: 15 de enero de 2024]. ISBN 978-612-00-0222-3. Disponible en:  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1148/mit2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Anexo N° 01 – Matriz de consistencia

Tabla 10.1: Matriz de consistencia – Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Analizar el Efecto del Número de Cangilones en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en el Rendimiento de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Numero de Cangilones</p>	<p>Cinemática del fluido</p> <hr/> <p>Diseño del rodete</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal.</li> <li>• Diámetro del chorro.</li> <li>• Velocidad de chorro.</li> <li>• Velocidad de la turbina.</li> <li>• Velocidad tangencial.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamiento del rodete.</li> <li>• Fuerza del chorro.</li> <li>• Análisis estructural del rodete.</li> <li>• Análisis de fluido dinámico del inyector.</li> </ul>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Analizar el Efecto del Número de Cangilones en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en la Potencia Mecánica de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Rendimiento</p>	<p>Potencia Mecánica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torque</li> <li>• Velocidad</li> </ul>	<p>Diseño de Investigación:</p> <p>experimental</p>
<p>¿Cuál es el Efecto del Número de Cangilones en el Torque de una de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao?</p>	<p>Analizar el Efecto del Número de Cangilones en el Torque de una de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>	<p>El Número de Cangilones tiene un efecto significativo en el Torque de una Turbina Pelton de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la universidad Nacional del callao.</p>		<p>Potencia Hidráulica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal.</li> <li>• Salto neto</li> </ul>	

### ANEXO N° 02 – Instrumento de recolección de datos

<b>Número de Cangilones</b>	<b>Prueba</b>	<b>Velocidad de Rotación (RPM)</b>	<b>Torque (Nm)</b>	<b>Presión de Agua (bar)</b>	<b>Flujo de Agua (L/s)</b>	<b>Potencia Mecánica (W)</b>	<b>Observaciones</b>
14	1						
14	2						
14	3						
16	4						
16	5						
16	6						
18	7						
18	8						
18	9						
20	10						
20	11						
20	12						
22	13						
22	14						
22	15						

**FORMATO DE DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS  
ESTIPULADOS EN LA PRESENTE DIRECTIVA FIRMADO POR EL DOCENTE  
RESPONSABLE DEL PROYECTO**

Yo Juan Carlos Huaman Alfaro, identificado con DNI N° 40607588 y código docente N° 905537, adscrito a la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

**DECLARO BAJO JURAMENTO:**

Que, los documentos presentados mi persona para la aprobación de **Nuevo Proyecto( X ) /Informe Final ( )**, de investigación han sido revisados a detalle por mi persona y declaro que estos cumplen con los requisitos estipulados en el **Reglamento General de Investigación y la Directiva de Participación de Docentes en Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional del Callao y sus modificatorias**, para continuar con el trámite correspondiente.

Asimismo, que, de comprobarse fraude o falsedad en la declaración o información presentada, me someto los procedimientos disciplinarios correspondientes.

Asimismo, afirmo y ratifico en lo expresado, en señal de lo cual firmo el presente documento.

Bellavista, 30 de junio de 2024



Firma

Mg. Juan Carlos Huaman Alfaro

DNI N°: 40607588

**Scotiabank**® 25 ene., 08:54 a.m.

## **Transferencia a otra cuenta Scotiabank**

Número de operación 784.465.550.6230

Cuenta de origen: Cuenta Sueldo  
\*\*\* \*\*3713

Monto enviado: S/ 7.00

Cuenta de destino: Universidad  
Nacional Del Calla  
Cta. Cte. Soles  
000-6345980

Descripción de la  
operación: carpeta FEDU



# Universidad Nacional del Callao

UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS

Sáenz Peña N° 1066/ Callao Perú- Ruc.: 20138705944- Telf.: 4691875

“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

## CONSTANCIA DE TRABAJO N° 001-2024-URH


LA JEFA DE LA UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL  
CALLAO, que suscribe;

### HACE CONSTAR:

Que, don(ña) JUAN FRANCISCO JUNIOR MORÁN ZUASNABAR; identificado(a) con DNI  
N° 48206424, labora bajo el Régimen Especial de Contratación Administrativa de  
Servicios (C.A.S.), regulado por el Decreto Legislativo N° 1057, sus normas  
modificatorias y reglamentarias en esta Casa Superior de Estudios, con fecha de  
ingreso 01/11/2023 a la fecha, código N° 906062, como Técnico en Laboratorio en la  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

Se expide la presente a solicitud del interesado(a), para los fines que estime  
conveniente.

Callao, 09 de enero del 2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Unidad de Recursos Humanos  
Mg. Laura Jissely Peves Soto  
JEFA

JUAN FRANCISCO JUNIOR MORAN ZUASNABAR



Calificación, Clasificación y Registro de Investigadores

Solicitar Incorporación



Conducta Responsable  
en Investigación

Fecha: 30/01/2024

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Agregar foto

Eliminar foto

