ANEXO 1

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

1. Título del proyecto

Simulación y modelación matemática de la dispersión del plomo en el agua

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Física- Matemáticas	Matemática Aplicada	Matemática Aplicada

3. Duración del proyecto (meses)

11 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	X
Multidisciplinario	○
Director de tesis pregrado	○

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	**Otazu Conza Adelaida**
Escuela Profesional	**Ciencias Física Matemáticas**
Celular	**917785120**
Correo Electrónico	**aotazu@unap.edu.pe**

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

Simulación y modelación matemática de la dispersión del plomo en el agua

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

La contaminación del agua por el plomo es realizada de diferentes formas, siendo uno de ellos causada por centros mineros, causando enfermedades en las personas que consumen el agua contaminada. El objetivo de este trabajo es la simulación y modelación de la dispersión del plomo en el agua, usando las ecuaciones de conservación de masa, Cantidad de movimiento, y concentración de especies químicas que son representadas por ecuaciones diferenciales parciales que serán discretizadas usando elementos finitos y estas serán resolvidas usando el método de Runge- Kutta Simplificado, esperando obtener la dispersión del contaminante plomo en el agua.

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

Plomo, contaminación, elementos finitos, modelación matemática, método de Runge- Kutta Simplificado.

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

El Perú es el primero en la producción de plomo en toda latinoamericano, en las investigaciones como por ejemplo en Quiulacocha, Pasco que tubo la explotación minera desde el año 1193, se tiene la contaminación en el aire y agua. Los niños que viven cerca de centros mineros tienen niveles altos de plomo en la sangre de $15{,}79 \pm 4{,}85$ µg/d [1], no debiendo pasar de 10 µg/d. Al tener niveles altos de plomo en el cuerpo afecta el sistema nervioso, renal, los sistemas reproductivos, afecta el crecimiento, el desarrollo, la inteligencia. Donde los niños son los mas perjudicados ya que tiene mayor absorción de plomo en comparación de los adultos [3].

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

Ebenezer B. et al. [2] en su trabajo modela matemáticamente la contaminación del agua, donde usa ecuaciones diferenciales ordinarias para la modelación y realizando un análisis numérico. La modelación matemática de la difusión del plomo en tuberías durante el periodo de estancamiento siendo descrita de manera analítica y numérica [4].

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

Dispersión del plomo en un canal de agua.

VII. Objetivo general

Simular y modelar la dispersión del plomo en e agua.

VIII. Objetivos específicos

- Modelar usando las ecuaciones gobernantes de la dinámica de fluidos.
- Simular la dispersión del plomo en el agua.
- Discretizar las ecuaciones diferenciales parciales usando el método de elementos finitos.

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

En este trabajo para modelar se usará las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y concentración de especies químicas dadas por las siguiente ecuaciones:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re}\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right], \tag{2}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{Re}\left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right], \tag{3}$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} = 2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial x}\right). \tag{4}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{1}{Pe_x}\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{1}{Pe_y}\frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + S, \tag{5}$$

donde u y v son las velocidades transversal y vertical del agua, p es la presión. Las ecuaciones están representada adimensionalmente siendo Re el número de Reynolds y Pe es el número de Peclet. Estas serán discretizadas usando elementos finitos y luego resolvidas usando Runge Kutta Simplificado

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

1. Astete Jhon, Cáceres Walter , Gastañaga María del Carmen, Lucero Martha , Sabastizagal Iselle, Oblitas Tania , Pari Jessie, y félix Rodríguez. Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros, Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2009; 26(1): 15-19.
2. Bonyah, Ebenezer and Agbekpornu, Paul and Unlu, Canan, Mathematical modeling of transmission of water pollution,
Journal of Prime Research in Mathematics,07: 15-20 (2021)
3. Choudhari R, Sathwara NG, Shivgotra VK, et al. Study of lead exposure to children residing near a lead-zinc mine. *Indian J Occup Environ Med*. 2010;14(2):58-62. doi:10.4103/0019-5278.72243.
4. Van Der Leer D, Weatherill N.P., Sharp R.J. y C.R. Hayes, Modelling the diffusion of lead into drinking water, Applied Mathematical Modelling, 26(6): 681-699, 2002.

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

La modelación y simulación de la difusión de plomo en el agua, como principal contribución el uso del método de elementos finitos para la discretización de las ecuaciones diferenciales parciales, así como también podría usarse como se dispersa el agua en tuberías y también en ríos.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Utilización de elementos finitos en este tipo de modelos

ii. Impactos económicos

iii. Impactos sociales

iv. Impactos ambientales

Tener mas responsabilidad con la contaminación por el plomo, especialmente por los centros mineros.

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

- Computadora
- Compra de artículos y libros para la investigación

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

EL proyecto se realizará en la ciudad de Puno.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Elaboración del proyecto	x											
Revisión bibliográfica		x	x	x								
Implementación del código			x	x	x	x						
Simulaciones de la implementación del modelo						x	x	x	x			
Obtención de resultados									x	x	x	
Escrita del informe final											x	x

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Laptop		8000	1	8000
Artículos		135	20	2700
Libros		200	5	1000