



ANEXO 1

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

1. Título del proyecto

**Simulación Numérica y Modelación Matemática de la propagación del COVID-19: caso región Puno**

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Matemáticas	Matemática Aplicada	Matemáticas Aplicadas

3. Duración del proyecto (meses)

**11 meses**

4. Tipo de proyecto

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

4. Datos de los integrantes del proyecto

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Mollinedo Chura Richar Marlón</b>
<b>Escuela Profesional</b>	<b>Ciencias Físico Matemáticas</b>
<b>Celular</b>	<b>982375584</b>
<b>Correo Electrónico</b>	<b>rmollinedo@unap.edu.pe</b>

- 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 Numérica y Modelación Matemática de la propagación del COVID-19: caso región Puno

- 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)

En el presente trabajo de investigación, realizaremos un análisis cualitativo del modelo matemático epidemiológico SIR, considerando el flujo de las personas entre tres estados epidemiológicos, Susceptibles (S), Infectados (I) y Removidos (R), que explica la dinámica de transmisión de la epidemia de coronavirus 2019 (COVID-19) asumiendo que los individuos se infectan uno al otro directamente, adquiriendo en esta última etapa la inmunidad total a la enfermedad. Se estudiará su aplicación utilizando datos de la sala



situacional COVID-19-MINSA y la sensibilidad del modelo con respecto a su estabilidad local para el punto libre de Infección complementando mediante simulaciones con el software MATLAB. Los resultados serán relevantes para generar políticas de control y toma de decisiones en el área de salud de la Región de Puno.

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

Modelos epidemiológicos, Simulación Numérica, Covi-19

**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 modelo SIR (Susceptibles, Infectados, Recuperados) es ampliamente utilizado en diversas variantes y reconocido por su simplicidad y capacidad de predicción. Este modelo requiere de un ajuste a los datos reales que se tienen de la epidemia y permite simular el comportamiento del número de infestados, susceptibles y recuperados a través del tiempo (Kermack y McKendrick 1991)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasificó la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) como una pandemia debido a su alta tasa de contagio y su infectividad generalizada el 11 de marzo de 2020 (Alilio et al. 2020), la COVID-19 es una enfermedad causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2). En particular esta enfermedad ha provocado el colapso de los sistemas de salud de nuestro país, de ahí que, tanto para los gobernantes de las regiones afectados como para sus autoridades locales, enfrentar la epidemia se ha convertido en un reto, pues la efectividad o no de sus políticas, se expresa en las cifras de contagios, víctimas fatales y la cantidad de recuperados.

**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)**

Se toma como base los trabajos de investigación sean artículos, tesis y textos que están relacionados con el tema de estudio donde en cada una de estas se estudia:

Los modelos matemáticos se usan primordialmente como instrumento para describir, explicar y predecir el posible comportamiento de la enfermedad en cualquiera de las instancias de una región, puede contribuir en la pronta toma de decisiones que conlleve al cumplimiento de políticas de control (Brauer, Castillo-Chavez, y Feng 2019). Para predecir el comportamiento de la epidemia de la COVID-19 en diferentes países del mundo se han utilizado numerosos modelos de predicción. Estas predicciones han incluido, entre otros, la determinación de la fecha claves y envergadura del pico de la epidemia. Los modelos matemáticos empleados han mostrado gran variabilidad (Roda et al. 2020)

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

El modelo matemático SIR nos permitirá presentar los diversos escenarios que podría suceder ante esta pandemia de COVID-19 en la Región de Puno; pronosticar el pico de la epidemia en cuanto a fecha y envergadura, así como la dinámica de infestados, recuperados y fallecidos, con una anticipación.

**VII. Objetivo general**



Analizar y Simular el comportamiento de la propagación del Covid-19 en la región de Puno mediante la construcción del modelo matemático SIR

### VIII. Objetivos específicos

- Analizar cualitativamente el proceso de transmisión del Covid-19 en la región de Puno mediante la construcción del modelo matemático SIR
- Simular la población susceptibles, infectados y recuperados por Covid-19 en la región de Puno, usando herramientas y funciones de Matlab.

**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)**

La investigación está enmarcada dentro la investigación cualitativa tal como refiere (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.358), "El enfoque cualitativo se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados" Además recomienda que el enfoque cualitativo se usa cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico

La investigación es de Diseños de teoría fundamentada, porque se estudiará la teoría y conceptos de modelos matemáticos epidemiológico, desarrollando así una mayor comprensión teórica sobre dicho estudio. Además con la investigación se aporta en la pronosticar el pico de la epidemia en cuanto a fecha y envergadura, así como la dinámica de infestados, recuperados y fallecidos, por tanto, utilizamos el método deductivo.

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

Alilio, Prisca M., Natalie E. Ebeling-Koning, Kevin R. Roth, y Tasha Desai. (2020). Lung point-of-care (POCUS) ultrasound in a pediatric COVID-19 case». *Radiology Case Reports* 15(11):2314-18. doi: 10.1016/j.radcr.2020.09.007.

Anón. s. f. Covid 19 en el Perú - Ministerio del Salud». Recuperado 30 de septiembre de 2020 ([https://covid19.minsa.gob.pe/sala\\_situacional.asp](https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp)).

Brauer, Fred, Carlos Castillo-Chavez, y Zhilan Feng. (2019). *Mathematical Models in Epidemiology*. Vol. 69. New York, NY: Springer New York.

Kermack, W. O., y A. G. McKendrick. (1991). Contributions to the mathematical theory of epidemics-I. *Bulletin of Mathematical Biology* 53(1-2):33-55. doi: 10.1007/BF02464423.

Roda, Weston C., Marie B. Varughese, Donglin Han, y Michael Y. Li. (2020). Why is it difficult to accurately predict the COVID-19 epidemic? *Infectious Disease Modelling* 5:271-81. doi: 10.1016/j.idm.2020.03.001.

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



El modelo matemático SIR nos permitirá presentar los diversos escenarios que podría suceder ante esta pandemia de COVID-19 en la Región de Puno; pronosticar el pico de la epidemia en cuanto a fecha y envergadura, así como la dinámica de infectados, recuperados y fallecidos, con una anticipación y una precisión razonable para la toma de decisiones efectivas en torno a la disponibilidad de recursos y medidas de mitigación.

## XII. Impactos esperados

### i. Impactos en Ciencia y Tecnología

La investigación aporta aportes científicos-tecnológicos que han brindado los modelos matemáticos al desarrollo de la biomatemática, desde la generación de nuevos conocimientos y patrones en el área de sistemas dinámicos.

### ii. Impactos económicos

La matemática es una herramienta fundamental, en específico los modelos geométricos destacan un papel importante en los procesos de diseño en el que inciden sistemas informáticos, estos hacen que el impacto económico sea cada vez mayor.

### iii. Impactos sociales

El desarrollo de la ciencia y la tecnología, ha provocado un gran impulso al desarrollo de ciertas ramas de las matemáticas y ha generado nuevas áreas de investigación matemática y al mismo tiempo sin las matemáticas no serían posibles los avances científicos y tecnológicos que sustentan la sociedad de la información lo que contribuyen al bienestar de sus ciudadanos.

### iv. Impactos ambientales

La matemática aporta en las evaluaciones de impacto ambiental mediante el uso de resultados matemáticos.

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

- Asesor externo.
- Páginas Web.
- Revistas, artículos y tesis.
- USB.
- Libros Físicos y Virtuales.
- Millares de papel.
- Tablet.
- Laptop.
- Computadora.
- Internet.
- Lápices.
- Borrador.
- Lapiceros.



- Resaltadores.
- Cuaderno.

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

Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.  
Facultad de ingeniería civil y arquitectura.  
Escuela profesional de Ciencias Físico Matemáticas.

**XV. Cronograma de actividades**

Actividad	Trimestres												
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	D	
Revisión de literatura	X	X											
Formulación del título		X	X										
Planteamiento del problema			X	X									
Formulación de la hipótesis					X	X							
Formulación de objetivos						X	X						
Marco teórico (antecedentes)							X	X	X				
Metodología de la investigación									X				
Borrador de la investigación										X	X		
Informe final de la investigación											X	X	

**XVI. Presupuesto**

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Textos virtuales	soles	40-50	10	500.00
Uso de internet	soles			150.00
USB	soles	30	1	30.00
Libros físicos	soles	50-60	8	360.00
Laptop	soles	1900	1	1900.00
Cuadernos	soles	5	4	20.00
Lapiceros	soles	0.50	3	1.50
Borrador	soles	0.50	1	0.50
Resaltador	soles	1.50	2	3.00
Paquetes de papel	soles	13.50	2	27.00
Impresión de ejemplares	soles	40.00	4	160.00
<b>Total</b>	soles			<b>3122.00</b>