

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 1 - DATOS INFORMATIVOS**

Fecha de presentación: 19/08/2019

**Título del proyecto:** Aproximación del sistema acoplado de ecuaciones del flujo en aguas someras con el transporte de contaminantes mediante formulaciones estabilizadas de elementos finitos de alto orden.

**TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Investigación básica

Investigación aplicada

**DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):**

1. Departamento de Ingeniería Mecánica

**LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):**

1. Modelización, Simulación, y Optimización de Procesos de Física Térmica.

**RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES**

Director

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Hidalgo Díaz Víctor Hugo	1715476758	4	Ingeniería Mecánica	Doctor of Science

Colaborador(es)

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Villota Cadena Ángel Patricio	1704740875	6	Departamento Formación Básica	Magíster

Colaboradores Externos

Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.
Diana Sofía Puga Gallegos	1721441820	6	Universidad Técnica del Norte	Magíster.

\* HSS = Horas Semana Semestre



**HOJA DE VIDA DEL DIRECTOR DEL PROYECTO**

Datos Personales				
Nombre Completo:	Víctor Hugo Hidalgo Díaz			
No. de Identificación:	1715476758	Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	31/08/1985	Celular:	0982491193	Ext. EPN: 3732
Correo institucional:	victor.hidalgo@epn.edu.ec			
Cargo Actual en la EPN:	Profesor Agregado III			
Facultad:	Ingeniería Mecánica			
Departamento:	Ingeniería Mecánica			

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Ingeniero Mecánico	2008	Escuela Politécnica Nacional	Ecuador	Diseño y Simulación
Master of Science in Engineering – Fluid Mechanics	2012	China University of Mining and Technology	China	Ciencias físicas
Doctor of Science in Power Engineering and Engineering Thermal Physics	2016	Tsinghua University	China	Ciencias físicas

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas
2017	PIJ 17-13: Investigación y evaluación de modelos de cavitación-erosión aplicados a la prevención de daños de turbinas hidráulicas	Director del Proyecto / Simulación en OpenFoam, Programación en Python
2016	PIS 16-20: Diseño y construcción de un prototipo de sistema aéreo no tripulado (UAV's) de alas fijas versátil para la investigación de diversas arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión; con proyección al sector agrícola.	Colaborador / Programación en Python, Procesamiento de imágenes
2015	PIMI 15-03: Investigación y evaluación de sistemas innovadores de propulsión distribuida con la ingestión de capa límite para mejorar la eficiencia propulsiva y térmica de vehículos aéreos no tripulados aplicados en los sectores: agrícola, medicina y vigilancia	Colaborador / Simulación en OpenFoam, Programación en Python
2018	CERA XII-12-2018: Desarrollo de una metodología y plataforma de información para la implementación de vehículos aéreos no tripulados (UAV's) como herramienta de monitoreo de zonas de protección hídrica	Colaborador / Programación en Python



2018	ODS-FLA-2018: desarrollo de una metodología para la implementación de vehículos aéreos no tripulados (uav's) alas fijas como herramienta de monitoreo para la medición del índice de cobertura verde de las montañas	Colaborador / Procesamiento de imágenes, construcción de ortomosaicos.
------	--	--

**Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación )**

1.	Numerical simulation of the cavitation micro-jet velocity and erosion on a plane-convex hydrofoil with semicylindrical obstacle
2.	Parametric optimization to reduce erosion in a Francis turbine runner
3.	Parametric study of aerodynamic integration issues in highly coupled Blended Wing Body configurations implemented in UAV's
4.	Discretized Miller approach to asses effects on boundary layer ingestion induced distortion
5.	Unsteady numerical análisis of the liquid-solid two-phase flow around a step using Eulerian-Lagrangian and the filter-based RANS method

**Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)**

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: PROFESOR TITULAR AGREGADO 3- FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR DEL PROYECTO**

Datos Personales				
Nombre Completo:	Ángel Patricio Villota Cadena			
No. de Identificación:	1704740875	Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	31/01/1957	Celular:	0992907259	Ext. EPN: N.A.
Correo institucional:	angel.villota@epn.edu.ec			
Cargo Actual en la EPN:	Profesor Principal a tiempo completo			
Facultad:				
Departamento:	Departamento Formación Básica			

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Ingeniero Civil	1982	Universidad Central del Ecuador.	Ecuador	Análisis Estructural
Magister en Docencia Matemática	2006	Universidad Central del Ecuador.	Ecuador	Docencia Matemática

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación)	
1.	Approximation of the scalar convection-diffusion-reaction equation with stabilized finite element formulations of high order.
2.	Approximation of the shallow water equations with higher order finite elements and variational multiscale methods.

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)	
Colaborador en el grupo científico de investigación del Dr. Ramon Codina Profesor del Departamento de Resistencia de Materiales de la Universidad Politécnica de Catalunya.	



**HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR EXTERNO**

Datos Personales					
Nombre Completo:	Diana Sofia Puga Gallegos				
No. de Identificación:	1721441820	Nacionalidad:	Ecuatoriana		
Fecha de nacimiento:	03/11/1990	Celular:	0984411416	Ext. EPN:	N.A.
Correo institucional:	diana_sofiapuga@hotmail.com				
Cargo Actual en la EPN:	N/A				
Facultad:	N/A				
Departamento:	N/A				

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Ingeniera Mecánica	2015	Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE	Ecuador	Mecánica de Materiales
Magíster en Diseño y Simulación	2019	Escuela Politécnica Nacional	Ecuador	Modelización y Física Térmica

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas
2018	CEPRA XII- 12- 2018: Desarrollo de una metodología y plataforma de información para la implementación de vehículos aéreos no tripulados (UAV's) de ala fija como herramienta de monitoreo de zonas de protección hídrica.	Asistente de Investigación
2018	ODS-FLA-2018: Desarrollo de una metodología para la implementación de vehículos aéreos no tripulados (UAV's) de alas fijas como herramienta de monitoreo para la medición del índice de cobertura verde de las montañas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.	Asistente de Investigación

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación )	
1.	Study of frequency of bubble collapse in cavitating flow based on an empirical mode of decomposition of signal.

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)	
Capacitadora en Soldadura en el Colegio Nacional Técnico "Jacinto Jijón y Caamaño" para segundo y tercero de Bachillerato, desde el 17 de septiembre del 2012 al 26 de enero del 2013.	
Dibujante del Departamento de Ingeniería de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 01 de enero de 2017 hasta el 30 de abril de 2017.	
Asistente Técnico del Departamento de Control de Calidad de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 01 de mayo de 2017 hasta el 15 de julio de 2017	



Asistente Técnico del Departamento de I+D de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 16 de julio de 2017 hasta el 24 de octubre de 2017.

Asistente Técnico del Departamento de Control de Calidad de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 24 de octubre de 2017 hasta el 12 de enero del 2018

Asistente Técnico del Departamento de Ingeniería de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 12 de enero de 2018 hasta el 14 de marzo de 2018.

Analista Técnico del Departamento de Ingeniería de SEDEMI SERVICIOS DE MECÁNICA INDUSTRIAL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE S.C.C, desde el 14 de marzo de 2018 hasta 31 de diciembre de 2018.

Asistente de Investigación del Proyecto CEPRA “Desarrollo de una metodología y plataforma de información para la implementación de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) de ala fija como herramienta de monitoreo de zonas de protección hídrica”, desde el 1 de enero de 2019 hasta la presente fecha.

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 2 – DETALLES DE LA PROPUESTA**

Investigación Básica <input type="checkbox"/>	Investigación Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>
<b>DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):</b>	
1. Departamento de Ingeniería Mecánica	
<b>LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:</b>	
1. Modelización, Simulación, y Optimización de Procesos de Física Térmica.	

<b>DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)</b>	
Ciencias Naturales y Exactas;	
Ingeniería y Tecnologías;	X
Ciencias Médicas;	
Ciencias Agrícolas;	
Ciencias Sociales;	
Humanidades	

<b>OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)</b>	
Exploración y explotación del medio terrestre;	
Ambiente;	X
Exploración y Explotación del espacio;	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras;	
Energía;	
Producción y tecnología industrial;	
Salud;	
Agricultura;	
Educación;	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación;	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos;	
Defensa;	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU);	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes.	



<b>1 Proyecto de Investigación</b>
<b>Título:</b> Aproximación del sistema acoplado de ecuaciones del flujo en aguas someras con el transporte de contaminantes mediante formulaciones estabilizadas de elementos finitos de alto orden.
<b>Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)</b>
<p>Aproximación del modelo acoplado de las ecuaciones del movimiento de un fluido en aguas poco profundas con la ecuación convección-difusión del transporte de contaminantes mediante elementos finitos de alto orden, usando métodos variacionales estabilizados de subescalas.</p> <p>El sistema acoplado de ecuaciones, previamente discretizado en el tiempo y linealizado se escribe como una ecuación vectorial transitoria de convección-difusión-reacción (CDR). Los métodos estabilizados de elementos finitos utilizados, son los conocidos métodos de subescalas Algebraic Sub-Grid Scale (ASGS) y Ortogonal Subscale Stabilization (OSS), los mismos que permiten usar igual interpolación para todas las incógnitas, así como tratar con flujos de convección dominante. Con el fin de examinar la precisión y robustez de los métodos ASGS Y OSS, se experimentará con estos métodos en tres casos de prueba: convergencia en malla, transporte de un contaminante en una cavidad cuadrada y transporte de un contaminante en la desembocadura del río Guadalquivir y en el golfo de Creus.</p> <p>Este proyecto servirá de base para el desarrollo de nuevos proyectos aplicados a la realidad ecuatoriana como es el caso de predecir la contaminación en ríos, lagos y lagunas. Por ejemplo, predecir la contaminación por arsénico en la Laguna de Papallacta, así como también otras aplicaciones como es el caso del flujo en la rotura de presas, flujos atmosféricos, tsunamis y el arrastre de sedimentos como los que se producen en el río Pastaza el cual alimenta a la central Hidroeléctrica de Agoyán.</p>
<b>Palabras clave (4-6):</b> Aguas poco profundas, elementos finitos, estabilización, sistemas acoplados de alto orden, transporte de contaminantes.





## 2 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo General

- Aproximar numéricamente el sistema acoplado de ecuaciones del flujo en aguas someras con el transporte de contaminantes mediante formulaciones estabilizadas de elementos finitos de alto orden.

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Acoplar el modelo de las ecuaciones de shallow water y la ecuación del transporte de contaminantes como un sistema de ecuaciones diferenciales parciales.
- b. Discretizar en el tiempo y linealizar con el método de Picard el sistema acoplado de las ecuaciones de shallow waters y del transporte de contaminantes.
- c. Aproximar espacialmente y estabilizar numéricamente mediante los métodos variacionales multiescala de elementos finitos.
- d. Experimentar numéricamente con los métodos variacionales multiescala ASGS y OSS en pruebas de convergencia en malla.
- e. Experimentar numéricamente el transporte de un contaminante en una cavidad cuadrada.
- f. Experimentar numéricamente el transporte de un contaminante en la desembocadura del río Guadalquivir en la costa del sur de España y en el golfo de Creus en la costa catalana.

### 2.2 Detalle de los resultados esperados

- a. Obtención del sistema acoplado de ecuaciones diferenciales parciales que gobiernan el transporte de contaminantes en aguas someras.
- b. Obtención de la forma vectorial transitoria discretizada en el tiempo y linealizada del sistema acoplado de ecuaciones.
- c. Descripción de los métodos variacionales multiescala ASGS y OSS aplicados a la ecuación vectorial transitoria.
- d. Obtención de la convergencia en malla de la velocidad, la elevación de la superficie libre del agua y de la concentración de un contaminante.
- e. Obtención de los contornos y distribución del contaminante a lo largo de la cavidad cuadrada.
- f. Obtención de los contornos de la velocidad, la elevación de la superficie libre del agua y de la concentración de un contaminante en la desembocadura del río Guadalquivir, y el golfo de Creus.
- g. Artículo para publicación: "Aproximación con elementos finitos de alto orden del transporte de contaminantes en aguas someras".

## 3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación

La presente propuesta de investigación es relevante ya que permite el desarrollo de métodos numéricos robustos y eficientes para implementar modelos más reales del transporte y difusión de contaminantes, así como el cálculo de las velocidades de un fluido en flujo turbulento en aguas poco profundas. De esta manera se podrá predecir la distribución de contaminantes en ríos, lagos y lagunas, así como también el transporte de sedimentos que afecta a instalaciones en Hidroeléctricas del país.

Esta propuesta se relaciona con la línea de investigación denominada: Modelización, Simulación, y Optimización de Procesos de Física Térmica ya que se enfoca en la simulación del transporte de contaminantes utilizando elementos finitos de alto orden.



**4 Productos esperados (marcar con una "X" al menos uno de los productos no señalados)**

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Disertación a la Comunidad Politécnica (obligatorio);	X
b. Presentación de un artículo en formato de la Revista Politécnica (obligatorio)	X
c. Proyecto de Titulación;	
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	
g. Publicaciones científicas indexada en SCIMAGO-SCOPUS/WoS/SCIELO/Latindex Catálogo o un artículo en congreso indexado en SCOPUS.	X

**5 Descripción y metodología y diseño del proyecto**

**5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto**

El proyecto se enmarca en aproximar numéricamente la ecuación vectorial transitoria convección-difusión-reacción en 2D, con condiciones de Dirichlet, Neumann y condiciones iniciales conocidas, y su aplicación al sistema acoplado de las ecuaciones del transporte de contaminantes en aguas someras [1,2,3,4]. Es conocido que el método estándar de elementos finitos de Galerkin aplicado a la ecuación convección-difusión reacción, presenta inestabilidades en la solución cuando el término convectivo es dominante frente al término difusivo, motivo por el cual distintos autores han desarrollado formulaciones estabilizadas como: Streamline-upwind/Petrov-Galerkin (SUPG) [5], el método de Galerkin-mínimos cuadrados (GLS) [6], el método de las características Galerkin (CG) [7], y el método de Taylor-Galerkin (TG) [8] entre otros. En el proyecto se usarán los métodos Variational MultiScale (VMS) introducidos por Huges y otros [9,10]. En particular, el estudio se centrará en los métodos: el método OSS (Orthogonal Sbscale Stabilitation) [11,12,13,14,15,16] y el ASGS (Algebraic Sub-Grid Scale) [17,18,19,20].

- [1] S. Li and C. J. Duffy. 2012. Fully-coupled modeling of shallow water flow and pollutant transport on unstructured grids. *Procedia Environmental Sciences*, 13:2098–2121.
- [2] L. Cea, M. Vázquez-Cedón. 2012. Unstructured finite volume discretisation of bed friction and convective flux in solute transport models linked to the shallow water equations. *Journal of Computational Physics*. 231(8):3317-3330.
- [3] Li Cai, Wen-Xian Xie, Jian-Hu Feng, and Jun Zhou. 2007. Computations of transport of pollutant in shallow water. *Applied Mathematical Modelling*. 31:490–498.
- [4] L. Postma, J.-M. Hervouet, Compatibility between finite volumes and finite elements using solutions of shallow water equations for substance transport, *Int. J. Numer. Methods Fluids*. 53(9):1495–1507, 2007.
- [5] F. Behzadi and J. C. Newman III. 2016. A Semi-Discrete SUPG Method for Contaminant Transport in Shallow Water Models. *Procedia Computer Science*, 80:1313-1323.
- [6] V. Caleffi, A. Valiani. 2013. A 2D local discontinuous Galerkin method for contaminant transport in channel bends. *Computers & Fluids*. 88:629-642.
- [7] J. Douglas and T. Russel. 1992. Numerical methods for convection dominated problems based on combining the method of characteristics with finite elements or finite difference procedures. Volume 9. *SIAM Journal on Numerical Analysis* 871-885.
- [8] J. Donea. 1984. A Taylor-Galerkin method por convection transport problems. Volume 20. *International journal for Numerical Methods in Engineering* 101-119.



- [9] T. J. R. Hughes. 1995. Multiscale phenomena: Green's functions, the Dirichlet-to-Neumann formulation, sub-grid scale models, bubbles and the origins of stabilized methods. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 127, No. 1-4, pp. 387-401.
- [10] T. J. R Hughes, G. O. Feijóo, L. Mazzei, and J. B. Quincy. 1998. The variational multiscale method-a paradigm for computational mechanics. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 166:3-24.
- [11] R. Codina. 2001. A stabilized finite element method for generalized stationary incompressible flows, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 190:2681-2706.
- [12] R. Codina, J. Blasco. 2002. Analysis of a stabilized finite element approximation of the transient convection-diffusion-reaction equation using orthogonal subscales. *Computing and Visualization in Science* 4.167-174.
- [13] R. Codina, J. Principe, O. Guash, and S. Badia. 2007. Time dependent subscales in the stabilized finite element approximation of incompressible flow problems. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 196:2413-2430.
- [14] R. Codina, J. Principe and J. Baiges. 2009. Subscales on the element boundaries in the variational two-scale finite element method, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 198:838-852.
- [15] J. Principe and R. Codina. 2010. On the stabilization parameter in the subgrid scale approximation of scalar convection-diffusion-reaction equations on distorted meshes. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 199:1386-1402.
- [16] R. Codina. 2011. Finite Element Approximation of the Convection-Diffusion Equation: Subgrid-Scale Spaces. Local Instabilities and Anisotropic Space-Time Discretizations, in *Bail 2010 - Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods, Lecture Notes in Computational Science and Engineering*, Eds. C. Clavero, J.L. Gracia and F.J. Lisbona, volume 81, pages 85-97. Springer.
- [17] R. Codina. September 2001. Finite element approximation of the shallow water equations using sub-grid scale stabilization. *ECCOMAS Computational Fluid Dynamics Conference 2001*, Swansea, Wales UK, 4-7.
- [18] R. Codina. 2000. On stabilized finite element methods for linear systems of convection-diffusion-reaction equations, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 188:61-82.
- [19] A. Villota and R. Codina. 2018. Approximation of the shallow water equations with higher order finite elements and variational multiscale methods, *Rev. int. métodos numér. cálc. diseño ing.* Vol. 34, 1, 28.
- [20] A. Villota and R. Codina. 2019. Approximation of the scalar convection-diffusion-reaction equation with stabilized finite element formulations of high order, *Rev. int. métodos numér. cálc. diseño ing.* (2019). Vol. 35, (1).

## 6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 6.1 Infraestructura y equipos

Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Laboratorio de Mecánica- Informática	WORKSTATION DELL	Laboratorio de Mecánica- Informática M- 212.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 4 - DECLARACIÓN**

**TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Investigación básica

Investigación aplicada

**TÍTULO DEL PROYECTO**

Aproximación del sistema acoplado de ecuaciones del flujo en aguas someras con el transporte de contaminantes mediante formulaciones estabilizadas de elementos finitos de alto orden

**DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO**

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que todos los bienes adquiridos en proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto durante la ejecución del mismo.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.



Firma del Director del Proyecto  
Nombre: Victor Hugo Hidalgo  
C.I.: 1715476758



**DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO**

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de Ingeniería Mecánica del día 23/09/2019, mediante resolución No. 001-23-09-2019

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

-----  
Firma del Jefe del Departamento  
Nombre: Oscar Iván Zambrano  
C.I.: 1704099371