

APORTE SANTIAGUINO

# XI SELASI

XI SEMINARIO EURO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS  
DE INGENIERÍA

## EDITORES

Félix Julca Guerrero  
Henry Garrido Angulo  
Jesús Espinola Gonzales



**UNASAM**  
HUARAZ - ANCASH

ISSN 2070-836X



VOLUMEN 8 - 2015



**UNASAM**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

*Dr. Julio Poterico Huamayalli*

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

*Dr. Esmelin Niquín Alayo*

**VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

*Dr. José Ramírez Maldonado*

ISSN: 2070-836X

UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

Vicerrectorado de Investigación

Dirección General de Investigación



XI SELASI  
XI SEMINARIO EURO LATINO AMERICANO DE SISTEMAS DE INGENIERÍA  
DEL 03 AL 06 DE NOVIEMBRE DE 2015  
HUARAZ - PERÚ

APORTE SANTIAGUINO  
Revista de Investigación

Ciencia, cultura, tecnología e innovación

Volumen 8, 2015

HUARAZ, PERÚ





**APORTE SANTIAGUINO**

*Revista de Investigación*

Ciencia, cultura, tecnología e innovación  
Vol. 8, 2015

# XI SELASI

## **COMITE ORGANIZADOR INTERNACIONAL**

Presidente: Jesús Edilberto Espinola Gonzales, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Perú

### **Presidente de Honor**

José Arzola Ruiz, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” – CUJAE, Cuba.

### **Vice-presidentes**

Obidio Rubio Mercedes, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Ángel Cobo Ortega, Universidad de Cantabria, España

Rafael Pérez García, Universidad Politécnica de Valencia, España

Lluis Miquel Plá Aragonés, Universidad de Lleida, España

### **Otros miembros**

Alfredo Enrique Candia Véjar, Universidad de Talca, Chile

Adriano da Silva Carvalho, Universidade do Porto, Portugal

Rolando Simeón Monet, Universidad de Holguín, Cuba

Joseph Zarka, École Polytechnique Palaiseau, París, Francia

Eduardo Roberto Gutiérrez Gualotuña, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador

## **COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL**

Esmelin Niquín Alayo, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Carlos Reyes Pareja, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Ángel Deciderio Mendoza López, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Alexander Pacheco Castillo, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Erick Giovanni Flores Chacón, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Alberto Martín Medina Villacorta, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Heber Luis Hinostroza Encarnación, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Alfonso Rossell Rurush Rosas, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Eugenio Macedo Guerrero, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

## **COMITE CIENTÍFICO**

### **Presidente**

Ángel Cobo Ortega, Universidad de Cantabria, España

### **Vice-presidentes**

Joaquín Izquierdo Sebastián, Universidad Politécnica de Valencia, España

Lluis Miquel Plá Aragonés, Universidad de Lleida, España

Edmundo Vergara Moreno, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Rolando Simeón Monet, Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, Cuba

José Soeiro Ferreira, Universidade do Porto, Portugal

Marcela González Araya, Universidad de Talca, Chile

### **Otros miembros**

Jaime Puig-Pey Echebeste. Universidad de Cantabria, España

Eliana Rocío Rocha Blanco. Universidad de Cantabria, España

La Revista de investigación *Aporte Santiaguino* es una publicación científica. Tiene como objetivo difundir los resultados de los trabajos de investigación desarrollados en los ámbitos regional y nacional, como una contribución a la solución de la problemática natural, social y cultural; en tal virtud, publica los artículos científicos presentados en el XI SELASI, Seminario Euro Latino Americano de Sistemas de Ingeniería, desarrollado del 03 al 06 de noviembre del 2015

La Revista de investigación *Aporte Santiaguino* está indizada en el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex)

© Copyright 2015. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Huaraz, Perú.

Hecho el depósito legal en la  
Biblioteca Nacional del Perú N° 2008 - 13057  
ISSN: 2070-836X  
Tiraje 1000 ejemplares

Comunicaciones:  
Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”  
Oficina General de Investigación y Cooperación Técnica.  
Avenida Centenario N° 200, Huaraz, Perú.  
Teléfono: (51) 043-421563.  
Apartado Postal 70.  
Correo electrónico: [dgi@unasam.edu.pe](mailto:dgi@unasam.edu.pe)

El contenido de cada artículo es de responsabilidad exclusiva de los autores y no expresa, necesariamente, la opinión de la revista.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de los artículos publicados en esta revista sin la autorización escrita del titular del copyright.

La revista está disponible a texto completo en:  
<http://investiga.unasam.edu.pe>

# ÍNDICE

<b>Revista</b>	<b>Aporte Santiaguino</b>
<b>Aporte Santiaguino</b>	<b>Journal</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>CONTENT</b>
<b>Edición Especial 2015</b>	
<b>Prólogo .....</b>	<b>13</b>
<b>Presentación .....</b>	<b>15</b>
<b>ARTÍCULOS ORIGINALES</b>	
<b>I. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LOS SISTEMAS DE INGENIERÍA</b>	<b>19</b>
1. Modelado del recubrimiento refractario y aislante óptimo de instalaciones de alta temperatura, casos de estudio y esquema general de solución. <i>Modeling of the optimal refractory and insulating recovering of high temperature installations, cases of study and general solution outline.</i> José Arzola Ruiz, Osmel Martínez Valdés y Marta Pinder De Figueredo	<b>21</b>
2. Análisis y aprovechamiento de la energía térmica por fricción en película semisólida rotatoria de aleación cu-sn, bajo los efectos de alta presión. José Guasumba, Isidoro Lillo, Lenin Abatta y Román Buñay	<b>41</b>
3. Analysis of the performance of polarized quadrilateral distance element. Clever Pereira y Gustavo Reis	<b>53</b>
4. Optimización de la utilización de semiproductos de la industria	

siderúrgica. Denis Zambrano Ortiz, Donier Jiménez Sánchez, José Arzola Ruiz, Leandro López Rubira y José Vargas Agüero	77
5. Uso de vehículos eléctricos y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) <i>Use of electric vehicles and reduction of greenhouse gases emissions.</i> Guillermo Robles Morales y Claudia Sheinbaum Pardo	91
6. Distance protection in parallel half wavelength transmission lines Marcos Roberto De Araújo	103
7. Ingeniería conceptual, básica, de detalle y simulación para el sistema de aprovechamiento del alquitrán en el proceso de gasificación <i>up-</i> <i>draft</i> con capacidad de 50 kg/h utilizando los RSU para el iner. Eduardo Gutiérrez Gualotuña, Gabriela Torres Rodríguez, Raúl Baldeon López y Daniel Rivadeneira Rivera	131
8. Enfoque sistémico para la optimización multiobjetivo del diseño de viviendas de interés social. <i>Systemic approach to multi-objective optimization of social housing design.</i> Jesús Rafael Hechavarría Hernández, Boris A. Forero Fuentes y José Arzola Ruiz	157
<b>II. DISEÑO, FABRICACIÓN Y MECATRÓNICA</b>	<b>171</b>
9. Generación de math apps en sistemas dinámicos para ingeniería con maplesoft. <i>Generation of math apps in dynamic systems engineering with maplesoft.</i> Lenin Araujo Castillo	173
<b>III. TOMA DE DECISIONES, MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN, METAHEURÍSTICAS APLICADAS A LA INGENIERÍA</b>	<b>181</b>
10. Caracterización de las empresas de alta tecnología a partir de indicadores de actividad de i+d. Ángel Cobo Ortega, Rocío Rocha Blanco y Marco Villamizar Araque	183

<b>11.</b>	Reconocimiento automático del habla basados en lógica difusa y algoritmos genéticos. <i>Automatic speech recognition based on logic fuzzy and genetic algorithms.</i>	<b>203</b>
	Maximiliano Asís López y Esmelin Niquin Alayo	
<b>12.</b>	Optimizar el diagnóstico médico en un hospital mediante un sistema experto usando una base de conocimientos.	<b>217</b>
	Edward Alexander Ríos Chávez y Hugo Froilán Vega Huerta	
<b>13.</b>	Reconocimiento del síndrome metabólico mediante una red neuronal.	<b>229</b>
	Luis Guerra Grados, Hugo Vega Huerta, Juan Landeo Jacinto Y Pablo Romero Naupari	
<b>14.</b>	Un modelo de optimización difuso para el problema de atraque de barcos.	<b>241</b>
	Flabio Gutiérrez, Mario Rodríguez, Federico Barber y Edmundo Vergara	
<b>15.</b>	Estrategias de optimización para el desarrollo energético sostenible en Angola. <i>Optimization strategies for sustainable energy development in Angola.</i>	<b>259</b>
	Jone Heitor, Artur. Barreiros y João Barradas Cardoso	
<b>IV.</b>	<b>OPERATIONAL RESEARCH IN AGRICULTURAL AND FOREST MANAGEMENT</b>	<b>275</b>
<b>16.</b>	Empirical analysis of a pig supply chain by a two-stage stochastic program.	<b>277</b>
	Lluís Miquel Plà Aragonés And Esteve Nadal Roig	
<b>17.</b>	Optimization of basic technical characteristics of tractive combines for the agricultural crop transport. Study case: sugar cane production.	<b>291</b>
	José Arzola Ruiz y Vladimir Alvares Sánchez	

<b>V. MANEJO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ENERGÉTICOS</b>	<b>307</b>
18. Ampliación de la capacidad de la red como parte de la transición de suministro de agua intermitente a suministro continuo. Amilkar Ernesto Ilaya-ayza, Joaquín Izquierdo, Rafael Pérez-garcía y Enrique Campbell	<b>309</b>
19. Estrategias para la modelación de una red de abastecimiento de agua a partir de información limitada. Laura Pastor Jabaloyes, Bruno Melo Brentan, Enrique Campbell, Mario Alejandro Nudelman, Rafael Pérez-garcía y Joaquín Izquierdo	<b>327</b>
20. Analisis de fourier aplicado al flujo de los vientos en la zona ecuatorial. <i>Fourier analysis applied to stream winds in the equatorial zone</i> Elmer Lluen Cumpa	<b>347</b>
21. Evaluación del uso de polímeros en la concentración de la biomasa en un reactor de lodos activados. <i>Evaluation of the use of polymers in biomass concentration in an activated sludge reactor</i> Ximena Del Rocío Borja Vela, Cristina Elizabeth Almeida Naranjo, Marcelo Isaías Muñoz Rodríguez	<b>357</b>
22. Un marco multiagente para transitorios hidráulicos en abastecimientos de agua. Joaquín Izquierdo, Idel Montalvo, Amilkar Ernesto Ilaya-ayza y Rafael Pérez-garcía	<b>369</b>
23. Modelo para la simulación dinámica de la demanda local de agua, como herramienta de toma de decisiones sostenibles frente al desafío del cambio climático. <i>Dynamic simulation model for local water demand as a tool for sustainable decision-making against climate change challenge</i> Mario Alejandro Nudelman, Rafael Pérez-garcía y Antonio Caselles Moncho	<b>389</b>

24. Determinación de las características energéticas de la tusa de maíz con variación de la densidad y relación aire-combustible. <i>Determination of energy characteristics of corncob, with change of density and air-fuel ratio</i> Rafael Espinoza Almache, Gabriela Torres Rodríguez y Reinaldo Delgado García	421
25. Hourly water demand forecasting using nonlinear auto-regressive with exogenous artificial neural networks - narx. Bruno Melo Brentan, Bernardo Novarini, Edevar Luvizotto Júnior, Manuel Herrera, Joaquín Izquierdo y Rafael Pérez-garcía	433
26. Calibración conjunta de presiones y fugas en redes de abastecimiento de agua potable. Bruno Brentan, Enrique Campbell, Joaquín Izquierdo y Rafael Pérez-garcía	453
<b>VI. CADENAS DE SUMINISTRO</b>	<b>471</b>
27. Optimización del envío de cerdos cebados al matadero. Lluís Miquel Plà Aragonés	473
28. Comparación de dos modelos de evaluación del nivel de integración de las cadenas de suministro. <i>Comparison of two models to evaluate the level of supply chains integration</i> Neyfe Sablón Cossío, Horacio Bautista Santos, José Luis Martínez Flores, Fabiola Sánchez Galván Y Manuel Pérez Quintana	489
<b>VII. OPERACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS</b>	<b>509</b>
29. Optimizar el control de operaciones para la empresa de geotecnia geopersis jwj s.r.l. mediante la implementación de un sistema web y móvil. Mónica Valois Campos Y Hugo Vega Huerta	511
<b>VIII. ANÁLISIS Y CONTROL DE GESTIÓN</b>	<b>523</b>

- 30. Uso académico de las TIC por los docentes de la facultad de ingeniería de la Universidad de los Andes, Mérida – Venezuela.**  
Marianela Luzardo Briceño, Alba Soraya Aguilar Jiménez y  
Ludym Jaimes Carrillo **525**
- 31. Encuesta anual manufacturera de Colombia, 2013. Una mirada desde el Sector Confecciones.**  
Ludym Jaimes Carrillo, Marianela Luzardo Briceño y Miguel David Rojas López **541**
- 32. Concepción curricular de la componente de ingeniería para mejorar la vida útil de activos zona IV.**  
*Engineering curricular conception to improve the time of life of the zone IV asset*  
Joel Alejandro Guillén García y Francisco Martínez Pérez **557**
- 33. Sistema directriz de las tecnologías de información para la UNASAM: Modelo propuesto**  
Erick Giovanni Flores Chacón **569**

## PRÓLOGO

El presente número especial de Aporte Santiaguino recoge los trabajos presentados en el XI Seminario Euro-Latinoamericano de Sistemas de Ingeniería (SELASI) y el *International Meeting of Operations Research in Agricultural Forest Management* (IM-ORAFM) celebrado en la UNASAM entre el 3 y el 6 de noviembre de 2015. Esta iniciativa viene a cubrir la necesidad de favorecer la creación de foros de intercambio de experiencias en el campo de la modelización y el uso de metodologías y herramientas para la toma de decisiones en el contexto de las diferentes áreas de la ingeniería. El SELASI surgió como una iniciativa promovida por un grupo de universidades latinoamericanas y europeas que, con el tiempo, ha buscado la apertura hacia otras instituciones de ambas regiones para facilitar sinergias de colaboración entre grupos con intereses comunes vinculados con los sistemas de ingeniería y afianzar las líneas de investigación conjunta ya abiertas entre los grupos participantes. Buscando esa apertura y ampliación de los campos de aplicación, en esta ocasión se desarrolló conjuntamente con el SELASI un encuentro internacional sobre investigación operativa en la gestión de actividades agrícolas promovido por un grupo europeo y cuyos trabajos igualmente se incluyen en este número de la revista.

En esta ocasión, en el evento científico se presentaron más de 30 trabajos con autores de 10 nacionalidades diferentes. El encuentro ha buscado la integración de trabajos con enfoques y visiones complementarias sobre la modelización matemática de diferentes problemas prácticos, análisis de sistemas de ingeniería, técnicas de optimización y simulación. Los trabajos presentados ponen de manifiesto cómo la modelización matemática resulta esencial para desarrollar sistemas de ingeniería eficientes y que respondan a las necesidades de diferentes tipos de organizaciones. Además, el análisis de los problemas desde una perspectiva cuantitativa y el uso de las metodologías adecuadas facilita la toma de decisiones en problemas complejos. Los campos de aplicación de todas estas técnicas son amplios y variados; en este encuentro

se ha podido presentar aplicaciones a campos como la gestión de plantas agropecuarias, termodinámica, siderúrgica, hidráulica, logística y transporte, cálculo de estructuras, análisis de variables climáticas, recursos energéticos, tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otros.

En este número especial se incluye los trabajos presentados en el evento, que pueden servir para poner de manifiesto líneas emergentes de aplicación de diversas técnicas cuantitativas para la optimización de procesos industriales y análisis de sistemas de ingeniería.

Huaraz (Perú), noviembre de 2015

Ángel Cobo Ortega  
Presidente del Comité Científico del XI SELASI

## PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

Los artículos se clasifican por los siguientes temas:

1. Análisis y Síntesis de los Sistemas de Ingeniería
2. Diseño, Fabricación y Mecatrónica
3. Toma de Decisiones, Métodos de Optimización, Metaheurísticas Aplicadas a la Ingeniería
4. Operational Research in Agricultural and Forest Management
5. Manejo de los Recursos Hídricos y Energéticos
6. Cadenas de Suministro
7. Operación y Control de Procesos
8. Análisis y Control de Gestión

Entre los trabajos relevantes en el tema 1 se destacan:

Modelado del recubrimiento refractario y aislante óptimo de instalaciones de alta temperatura, en el que se hace un análisis sistémico del problema, los objetivos y restricciones comunes a todas las instalaciones y las que se introducen por las particularidades de cada instalación, se expone esquema algorítmico general de solución.

Análisis del desempeño de un elemento para diferentes tipos de fallas en ciertos puntos de la línea de transmisión con distancia relé digital cuadrilátero polarizado con diversas formas de polarización. Se verifica su desplazamiento dinámico bajo la influencia de las condiciones de fallo y los voltajes de polarización usados.

Distance protection in parallel half wavelength transmission lines, en el que se propone el uso de protección no convencional de distancia incrementada por un enfoque de protección el que ha sido probado satisfactoriamente. Se presenta la evaluación de la influencia del acoplamiento mutuo de líneas paralelas de transmisión algo mayor que la mitad de la longitud de onda.

Se presentaron, además, los trabajos:

- Optimización de la utilización de semi-productos de la industria siderúrgica
- Uso de vehículos eléctricos y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

- Enfoque sistémico para la optimización multiobjetivo del diseño de viviendas de interés social
- Análisis y aprovechamiento de la energía térmica por fricción en película semisólida rotatoria de aleación Cu-Sn, bajo los efectos de alta presión
- Ingeniería conceptual, básica, de detalle y simulación para el sistema de aprovechamiento del alquitrán en el proceso de gasificación up-draft con capacidad de 50 kg/h utilizando los rsu para el iner

En el tema 2 se destaca:

Generación de MATH APPS en sistemas dinámicos para ingeniería con MAPLESOFT, en el que la simulación de sistemas dinámicos para ingeniería ha sido implementada con algoritmos gráficos usando el software maple y maplesim

Entre los trabajos relevantes en el tema 3 se destacan:

Caracterización de las empresas de alta tecnología a partir de indicadores de actividad de I+D para la identificación de aquellos rasgos característicos se diferencian las empresas de sectores de alta o media-alta tecnología de aquellas que pertenecen a otros sectores con un menor componente tecnológico.

Un modelo de optimización difuso para el problema de atraque barcos en el que se desarrolla un modelo de optimización difusa continuo y dinámico para la operación del atraque de barcos, el que se soluciona con ayudadel método de  $\alpha$  – cortes.

Se presentaron, además, los trabajos:

- Estrategias de optimización para el desarrollo energético sostenible en Angola.
- Reconocimiento del Síndrome Metabólico mediante una Red Neuronal
- Reconocimiento automático del habla basadas en lógica difusa y algoritmos genéticos
- Optimizar el diagnóstico médico en un hospital mediante un sistema experto usando una base de conocimientos

Entre los trabajos relevantes en el tema 4 se destacan:

Empirical analysis of a pig supply chain by a two-stage stochastic program en el que se ofrece la formulación y el análisis empírico de un modelo estocástico de dos subsistemas con el objetivo de optimizarel sistema completo, de acuerdo a una estructura de cadena de suministros desarrollada en os últimos años.

Optimization of basic technical characteristics of tractive combines for the agricultural crop transport. Study case: sugar cane production, en el que se ofrece un sistema interrelacionado de modelos matemáticos para describir el proceso de determinación de los parámetros constructivos básicos de los remolques para transferir a los centros industriales de procesamiento de la cosecha, en el ejemplo de producción de caña de azúcar.

Entre los trabajos relevantes en el tema 5 se destacan:

Ampliación de la capacidad de la red como parte de la transición de suministro de

agua intermitente a suministro continuo en el que se propone la cuantificación de la capacidad de una red de suministro de agua a través del caudal máximo teórico, para evaluar los sistemas con suministro intermitente y analizar la factibilidad de realizar la transición a suministro continuo, utilizando técnicas de minería de datos.

Calibración conjunta de presiones y fugas en redes de abastecimiento de agua potable en el que se propone el abordaje conjunto de la calibración de las fugas y de las rugosidades, mediante algoritmos genéticos en redes de grandes extensiones, para lo cual también se aborda la subdivisión de las tuberías y nodos en clases, mediante clustering sobre Mapas Auto-Organizados (MAO)

Previsión de demanda de agua por horas utilizando redes neuronales artificiales no lineales auto regresivas realiza un análisis de los patrones de consumo de agua en el caso de estudio de una zona residencial en Brasil, teniendo en cuenta variables físicas y sociales como datos de entrada para una red neuronal artificial auto-regresiva no lineal.

En el tema 5 se presentaron además, los artículos:

- Análisis de Fourier aplicado al flujo de los vientos en la zona ecuatorial
- Estrategias para la modelación de una red de abastecimiento de agua a partir de información limitada
- Un marco multiagente para la toma de decisiones sobre transitorios hidráulicos en abastecimientos de agua
- Modelo para la simulación dinámica de la demanda local de agua, como herramienta de toma de decisiones sostenibles frente al desafío del cambio climático
- Evaluación del uso de polímeros en la concentración de la biomasa en un reactor de lodos activados
- Determinación de las características energéticas de la tusa de maíz con variación de la densidad y relación aire-combustible

En el tema 6 se presentó el artículo:

Optimización del envío de cerdos cebados al matadero, en el que se propone un modelo de optimización que indica cuándo y cuántos animales enviar a sacrificio tomando en cuenta el coste del transporte, el crecimiento de los cerdos y su composición así como las bonificaciones paracada tipo de canal.

Además, se presentó el trabajo:

- Comparación de dos modelos de evaluación del nivel de integración de las cadenas de suministro

En el tema 7 se presentó el artículo:

Optimizar el control de operaciones para la empresa de geotecnia GEOPERSIS JWJ S.R.L. mediante la implementación de un sistema web y móvil

Entre los trabajos relevantes en el tema 8 se destacan:

Sistema directriz de las tecnologías de información para la UNASAM: Modelo propuesto, en el que se elabora un diagnóstico de la situación actual de las

Tecnologías de Información así como se formulan los modelos informáticos concretos.

Se presentaron, además, los trabajos

- Concepción curricular de la componente de ingeniería para mejorar la vida útil de activos zona IV
- Encuesta anual manufacturera de Colombia, 2013. Una mirada desde el sector confecciones
- Uso académico de las tic por parte de los docentes de la facultad de ingeniería de la Universidad de los Andes-ULA, Mérida – Venezuela

**Dr. José Arzola Ruiz**

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría,  
La Habana, Cuba