

# Consejo Editorial

## Revista Eídos

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS  
Universidad Tecnológica Equinoccial

### Dirección General

Carlos Trueba Piedrahita

### Consejo Editorial

- Carlos Trueba Piedrahita
- Santiago Valencia Stacey
- Fausto Freire Carrera
- Patricia Auz Quelal
- Paquita Vásquez Torres

### Colaboraron con este número:

- Diego Vaca Sotelo
- Fausto Freire Carrera
- Francisco Pacheco Sempértgui
- Freddy Enriquez Jaramillo
- Galo Acosta Palomeque
- Guillermo Terán Acosta
- John Romo Loyola
- Leonardo Jácome Gómez
- Lorena Medina Rivera
- Luis Barros Vaca
- Patricio Rivadeneira Vallejo
- Rodrigo Gallegos Riofrío

### Corrección de textos

Mónica Urigüen Jaramillo

### Diseño y Diagramación

Lucas Ramos Peñaherrera

ISSN: 1390-499X

Derechos Reservados 2009

*Prohibida su reproducción total o parcial*

REVISTA **EÍDOS**

# Editorial

# Contenido

**3 Retardo en la Transmisión de Información en la Red Internet**  
*Fausto Freire Carrera*

---

**8 TICs en la Educación Superior: Retos e Interrogantes**  
*Guillermo Terán Rojas*

---

**13 Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo**  
*César A. Chávez Orozco*

---

**18 Evaluación y Simulación de Algoritmos de Enrutamiento en Redes Ad-Hoc**  
*Darwin Alulema Flores*

---

**24 A Case Study of a Complex System with the Decimas Framework**  
*Marina V. Sokolova*

---

**32 Manejo del Agua de Riego en Zonas de Ladera**  
*Marcelo Calvache Ulloa*

---

**40 Es Cuestión del Corazón**  
*Mercedes Serrade Peláez*

---

**44 Tele-control de robots móviles desde Internet**  
*Fausto Freire Carrera*

---

**47 The Technical Process Properties Monitoring Based on the Data Normalization Method**  
*Tatiana I. Lapina*

---

**52 Efecto del Fosfato di Amónico Tratado con un Polímero, como fuente de lenta liberación de fósforo para evitar la fijación de este elemento en el suelo**  
*Washington Padilla G.*

---

**57 On Informative ness of Variation Coefficients While Analysis Signals Structural Properties**  
*Tatiana I. Lapina*

---

**61 La Universíntesis “Una comunidad que Invita al Diálogo”**  
*Mónica I. Urigüren*

---

**65 Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua**  
*Alberto Medina León*

---

**73 Agrocombustibles vs. Producción**  
*Manuel B. Suquilanda Valdivieso*

---

# Retardo en la Transmisión de Información en la Red Internet

Fausto Freire Carrera<sup>1</sup>



**Resumen**— El presente artículo trata sobre un experimento realizado para medir los retardos que sufre la información al pasar a través de la red internet desde un punto hasta otro, determinar las características de estos retardos es importante al momento de desarrollar controladores de robots controlados desde internet.

**Palabras clave**— Internet, control, retardo, robot móvil

El gran desarrollo tecnológico que en los últimos años ha sufrido la red Internet ha permitido ampliar su horizonte de aplicaciones, lo que ha dado lugar a la aparición de nuevas tendencias como Tele-robótica, Tele-producción, Tele-educación, Tele-cirugía, extendiéndose incluso al espacio exterior al utilizarse en los sistemas orbitales espaciales, etc.

El término "Tele-robótica" une las áreas de telemática, robótica y automatización, permitiendo al operador controlar la ejecución y control de procesos distantes, lo que conlleva con la disminución sustancial de gastos de recursos humanos y físicos.

Existen aun una serie de problemas por resolver en este campo, lo que ocupa gran parte de los recursos de investigadores por todo el mundo, porque la aplicación de la Tele-robótica es excepcionalmente importante.

Uno de estos problemas con los que nos encontramos al momento de controlar específicamente un robot móvil, cuando utilizamos la red Internet como el canal de enlace es el retardo que sufren las señales. Los protocolos TCP/IP utilizados en Internet, no garantizan que este retardo que sufren las señales durante el paso por la red sea un parámetro constante. Esto significa que el sistema de control automático del robot debe estar preparado para disminuir al mínimo los problemas que surjan por este efecto.

El valor de este parámetro de retardo de las señales en la red Internet está ligada a muchos factores, tales como:

- La velocidad de conmutación de los nodos
- La carga de los nodos
- La capacidad de tráfico de las redes
- La cantidad de transferencia de datos
- La velocidad de la entrega, etc.

Pero los factores dominantes que determinan la magnitud del retardo principalmente son: la velocidad de la red y la carga de los nodos, por eso esta razón, esta magnitud es un valor imprevisible.

Existen varios métodos para realizar el Tele-control de los robots móviles a través de la red Internet [1], uno de estos métodos es el denominado control directo y continuo [2] y consiste en que el robot sigue las órdenes enviadas por el operador, figura 1.

<sup>1</sup> Fausto Freire Carrera, Subdirector de la Dirección General de Posgrados, 095800212, ffreire@ute.edu.ec

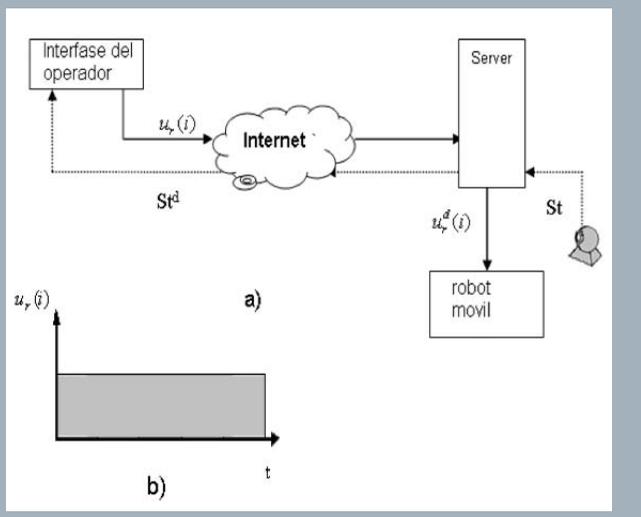


Figura 1. Análisis del Extracto Celular de la Planta (ECP) de cada uno de los tratamientos

Donde:

$u_r^d(i)$	i-mo comando que atraviesa la red Internet
$u_r(i)$	i-mo comando
$St^d$	flujo de la señal de video que atraviesa la red Internet
$St$	flujo de la señal de video

Este método de control es de fácil aplicación ya que toda la responsabilidad del control recae directamente sobre el operador, que es el encargado de guiar al robot, el cual controla con comandos a través de una aplicación cliente-servidor y mediante una cámara que permite obtener la información necesaria sobre la ubicación del robot.

### El comando Ping

Ping es el principal comando de TCP/IP que se utiliza para solucionar problemas de conectividad, accesibilidad y resolución de nombres.

Comprueba la conectividad de nivel IP con otros equipos al enviar mensajes de solicitud de eco de ICMP (Protocolo de mensajes de control Internet).

Permite visualizar la recepción de los mensajes de solicitud de eco correspondiente, junto con sus tiempos de ida y vuelta.

### El protocolo ICMP

Permite a equipos de una red compartir información de estado y errores, es el protocolo obligatorio que administra en la pila de protocolos TCP/IP, informa sobre los errores y abastece los enlaces entre los nodos de las redes. El protocolo

ICMP se utiliza por el comando Ping para el descubrimiento y la eliminación de errores de TCP/IP.

### El protocolo TCP/IP

El Protocolo de control de transporte/Protocolo Internet (TCP/IP, Transport Control Protocol / Internet Protocol) es el protocolo de red más utilizado y la base de Internet que conecta ordenadores de distinta arquitectura y diferentes sistemas operativos. El protocolo TCP/IP incluye los estándares para los enlaces entre los ordenadores y el acuerdo de la unión de las redes y las reglas del enrutamiento de los mensajes.

En una red TCP/IP, tiene que proporcionar direcciones IP a los clientes. Puede que los clientes también necesiten un servicio de nombres o un método de resolución de nombres [3].

### Retardo en la red Internet

Para medir el retardo que sufre las señales durante su paso por la red Internet se ha utilizado el siguiente experimento: Desde un ordenador situado en un punto A se envió señales a otro situado en un punto B, la distancia entre estos dos puntos fue de 10.000 Km. aproximadamente, estas señales se enviaron mediante la utilización del comando ping, este experimento se realizó durante siete días, en horarios diferentes, cada día se realizó 1000 mediciones en las cuales se contabilizó el tiempo que tarda la señal en ir y volver desde la fuente hasta el destino, la longitud del paquete de datos utilizado en los experimentos fue de 32 bytes.

En la siguiente tabla tenemos la lista de nodos a través de los cuales pasó la señal, cabe recalcar que el número de nodos durante el experimento prácticamente no cambio.

Tabla 1. Lista de nodos

Número del nodo	Nombre y dirección IP del nodo
0	pcx.localhost. [10.1.0.143]
1	10.1.0.1 (KSTU)
2	runnet-gw.kursk.ru [82.179.87.137]
3	m9-2-gw.runnet.ru [194.85.37.241]
4	ru-msk-gw.tv11.msk.runnet.ru [194.85.40.26]
5	b57-2-gw.spb.runnet.ru [194.85.40.29]
6	spb-gw. RUN.Net [193.232.80.253]
7	sth-gw. RUN.Net [193.232.80.206]
8	s-b4-geth6-2.telia.net [213.248.99.165]
9	s-bb1-pos7-1-0.telia.net [213.248.66.5]
10	hbg-bb1-pos6-0-0.telia.net [213.248.64.30]
11	adm-bb1-pos7-0-0.telia.net [213.248.65.153]
12	adm-b3-pos0-0-0.telia.net [213.248.64.158]
13	if-1-1.core1.AD1-Amsterdam.teleglobe.net [80.231.80.9]
14	if-6-0.mcore3.LHX-London.teleglobe.net [80.231.80.30]
15	if-7-0.mcore4.NJY-Newark.teleglobe.net [195.219.196.22]

Número del nodo	Nombre y dirección IP del nodo
16	if-9-0.core1.AEQ-Ashburn.teleglobe.net [216.6.63.22]
17	63.243.149.122
18	ae1.p420.msr2.dcn.yahoo.com [216.115.96.185]
19	ge5-2.bas1-m.dcn.yahoo.com [216.109.120.151]
20	alton6.124.dcn.yahoo.com [216.109.124.8]
21	a1.search.vip.dcn.yahoo.com [216.155.200.155]

En la figura 2 tenemos el gráfico geográfico de la ruta de la señal desde el origen hasta el destino.



Figura 2. Ruta de la señal.

Los datos obtenidos luego de ser sometidos a análisis se presentan en forma de histograma, el mismo que permite visualizar el comportamiento de los retardos de la señal en Internet durante la semana que duró el experimento (Figura 3).

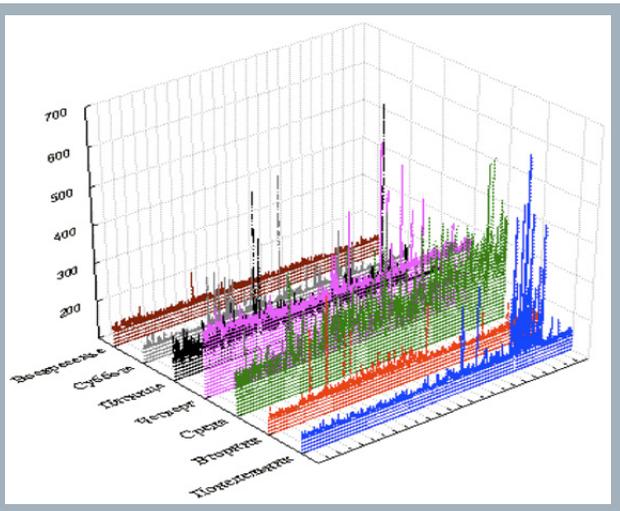


Figura 3. Histograma de los retardos de la señal en la red Internet.

En la tabla 2 se muestran los datos estadísticos obtenidos durante el experimento.

	Mean	Me-dian	Min	Max	Variance	Std. Dev.	Standard Error
Lunes	154,6990	146	142	652	1534,245	39,16944	1,238646
Martes	152,1850	148,5	142	403	251,863	15,87018	0,501859
Miércoles	241,7040	231	159	533	2515,528	50,15504	1,586042
Jueves	262,5280	260	238	602	500,874	22,38022	0,707725
Viernes	166,6310	161	142	632	850,822	29,16885	0,922400
Sábado	146,6290	141	139	472	335,423	18,31455	0,579157
Domingo	146,1450	143	141	226	36,296	6,02464	0,190516

Tabla 2. Datos estadísticos

A continuación se presenta el análisis diario de los resultados obtenidos, con la finalidad de tener una panorámica de las leyes de distribución a las cuales se asemejan los resultados randómicos obtenidos.

Esto es vital pues permitirá generar un modelo del comportamiento de la red Internet, que será aplicable a posteriores investigaciones, en las cuales se utilice el Internet como el medio de transmisión y recepción de información entre el operador y el robot.

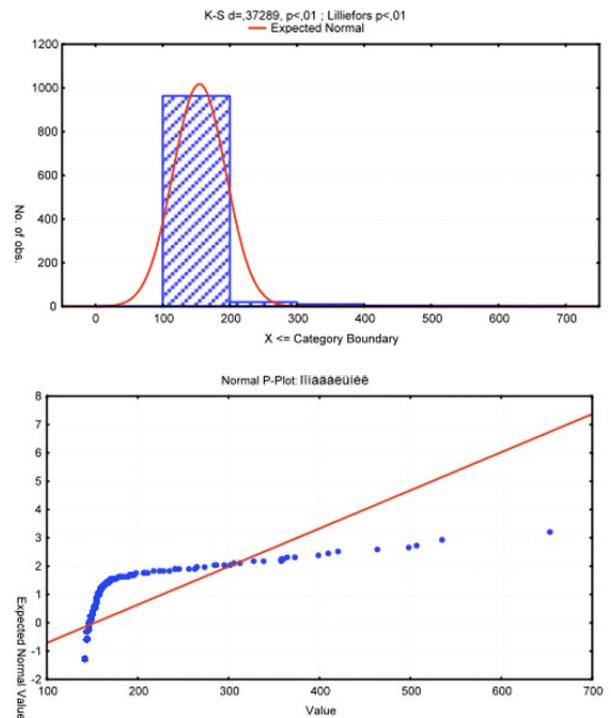
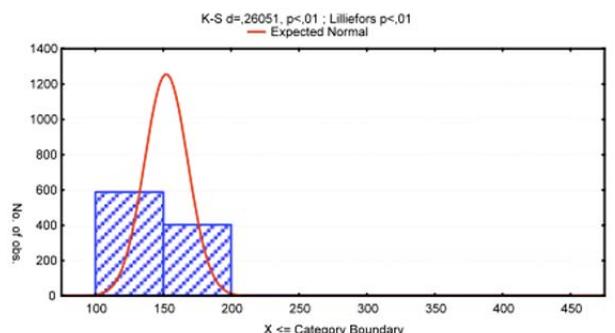


Figura 4. Histograma y Normal P-Plot del lunes



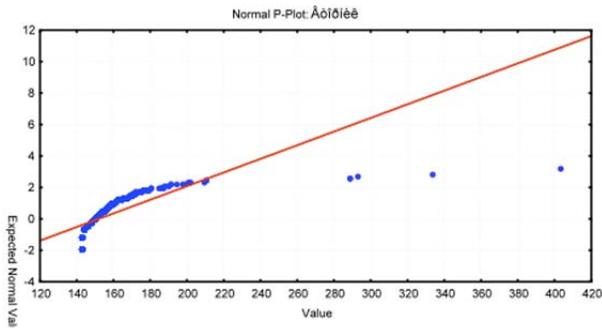


Figura 5. Histograma y Normal P-Plot del martes

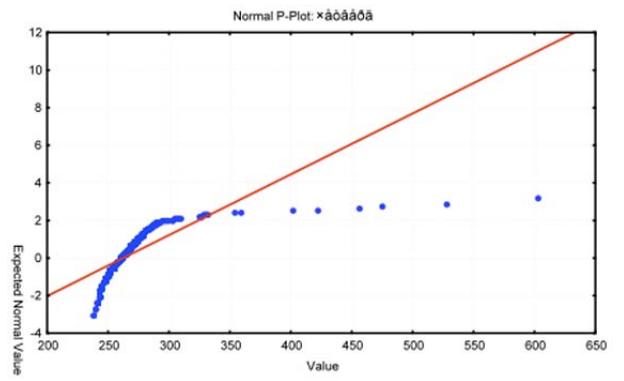


Figura 7. Histograma y Normal P-Plot del jueves

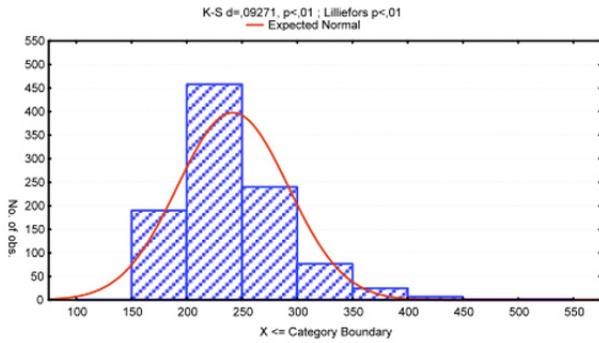


Figura 6. Histograma y Normal P-Plot del miércoles

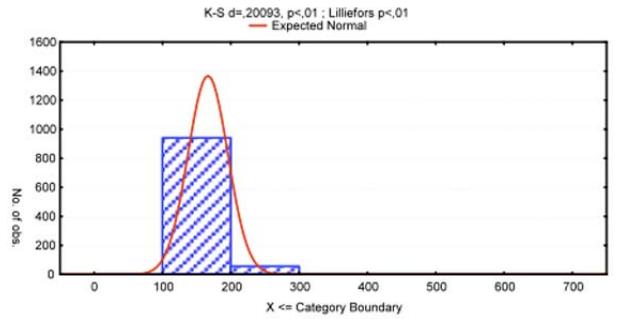
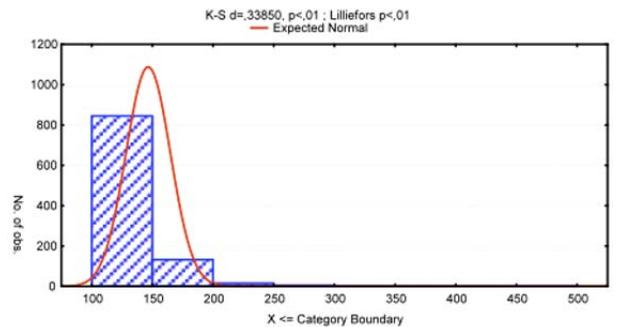
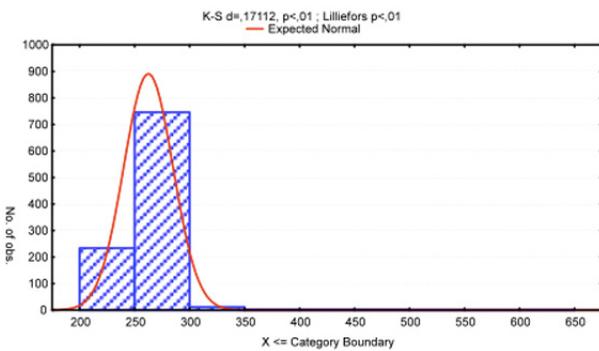
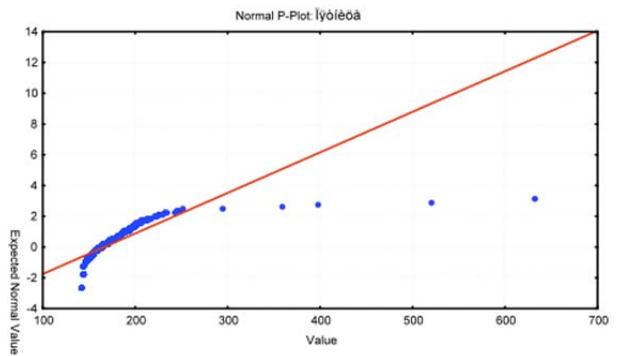
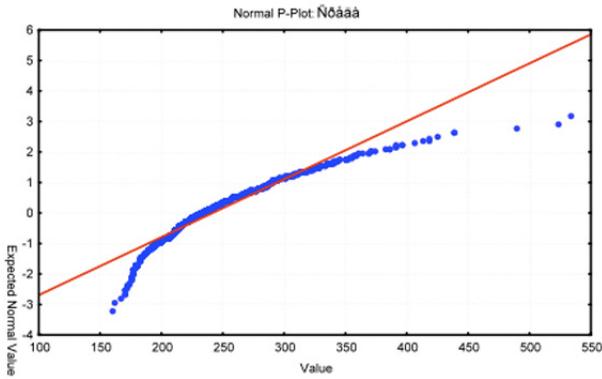


Figura 8. Histograma y Normal P-Plot del viernes



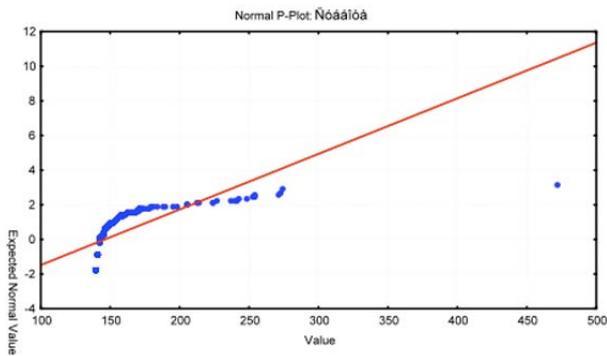


Figura 9. Histograma y Normal P-Plot del sábado

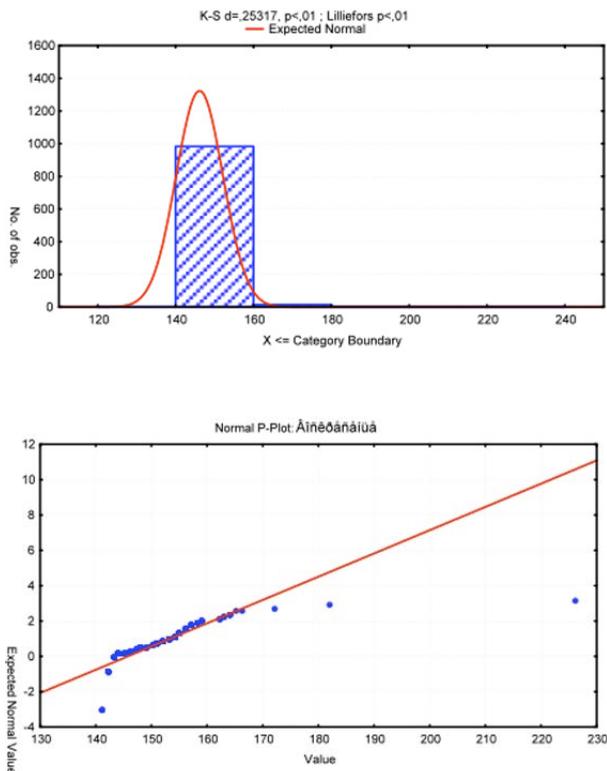


Figura 10. Histograma y Normal P-Plot del domingo

Los datos experimentales obtenidos nos llevan a la conclusión que durante la elaboración del algoritmo de control es necesario tener en cuenta todos estos retardos de la señal, ya que pueden llevar al robot a un estado de inestabilidad.

Este análisis ha permitido utilizar la ley de Distribución Normal como aceptable, para generar retardos aleatorios al momento de modelar el control del robot desde Internet.

## Bibliografía

• Freire F, y otros, Control de robots móviles desde Internet, // Telecomunicaciones, Moscú, Nº 3, 2005, Pág.18-24.

• Lynn Conway, Richard A. Volz, and Michael W. Walker. Teleautonomous systems: Projecting and coordinating intelligent action at a distance. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 6 (2): Pag. 146-158, April 1990.

• Jofer Procis, Manual de TCP/IP, PC Magazine, November 19, 1996, Pag. 223

• Piones H.C., Cálculo Diferencial e Integral, T.2, Press, 2001.



**Autor: Fausto Rodrigo Freire Carrera**

ffreire@ute.edu.ec

Título: Ingeniero en Sistemas.

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk - UTEK (Federación de Rusia).

Facultad: Ingeniería en Sistemas, Computación y Automatización.

Título: Máster en Ciencias.

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk (Federación de Rusia).

Facultad: Facultad de Ingeniería en Sistemas, Computación y Automatización.

Título: Máster en Tecnologías de la Información para la Fabricación.

Institución: Universidad Politécnica de Madrid (España).

Nombre del programa académico: Departamento de Sistemas Inteligentes Aplicados.

Título: Especialista en Robótica.

Institución: Universidad Politécnica de Madrid (España).

Nombre del programa académico: Departamento de Sistemas Inteligentes Aplicados.

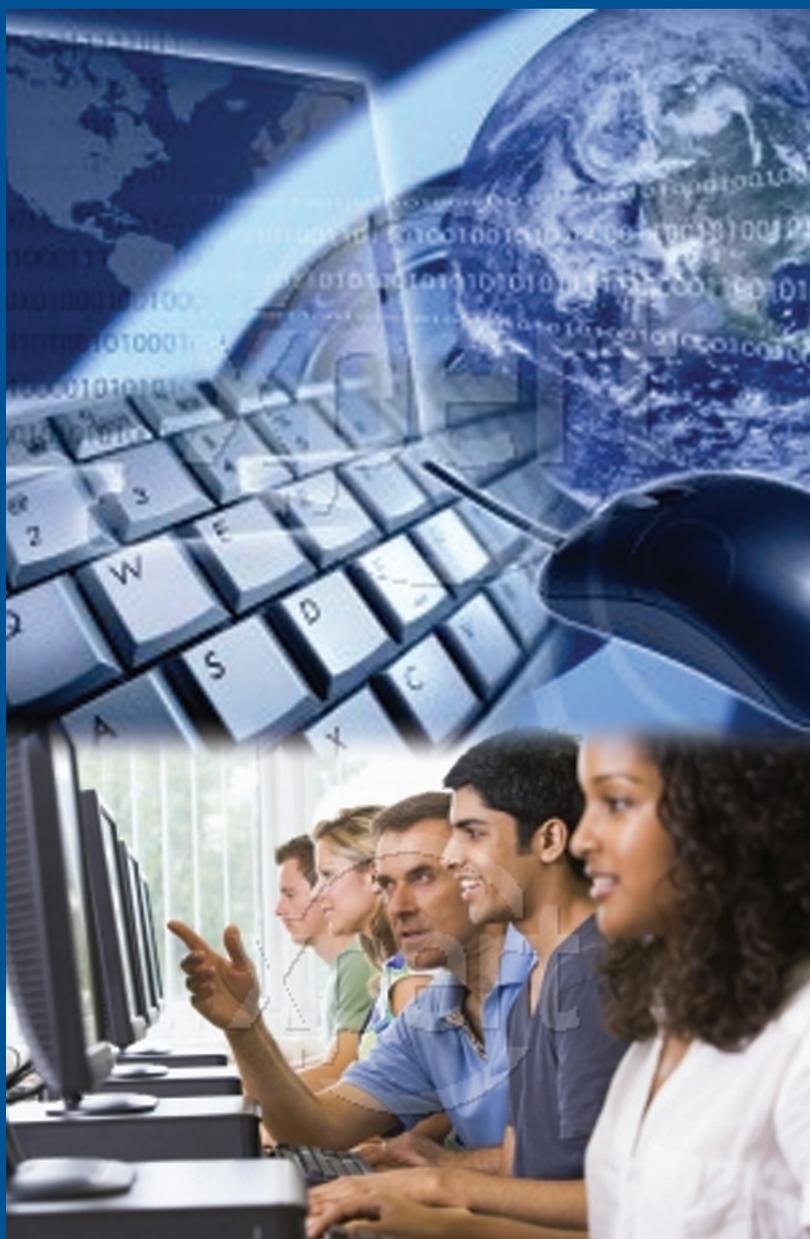
Título: Ph.D en Dinámica, Resistencia, Aparatos y Dispositivos

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk (Federación de Rusia).

Nombre del programa académico: Facultad de Mecánica Teórica y Mecatrónica.

# TICs. en la Educación Superior: Retos e Interrogantes

Guillermo Terán Acosta,<sup>1</sup>



**Resumen**— El presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación Superior y explorar alternativas –retos e interrogantes– para su uso significativo en el aula. Con la finalidad de lograr el propósito se procedió a diagnosticar, entre otros aspectos, las competencias que debe tener el docente universitario en la era de la información; así como también una muestra de lo que puede ser el currículo en las diferentes especialidades. En función de dicha información se pretende ofrecer herramientas alternativas de aprendizaje que faciliten la comunicación estudiante-docente. La metodología empleada se apoyó en una investigación cuali-cuantitativa. Los hallazgos de la investigación permitieron estructurar un conjunto de directrices orientadoras a implementar sistemas de actualización y perfeccionamiento de los docentes universitarios en la TICs.

**Palabras clave**— Tecnologías de la información y comunicación, docente universitario, currículo, actualización y perfeccionamiento.

<sup>1</sup> Guillermo Terán, Docente de Posgrados de la Universidad Tecnológica Equinoccial, 095 403415, tagrm2441@ute.edu.ec

## Introducción

Los procesos económicos y de producción en el mundo actual están en íntima correspondencia con la revolución informática y la robótica, lo que determina que el conocimiento de carácter universal pasa a convertirse en la realidad intangible de nuevos procesos de desarrollo en función de sus demandas y usos de información, por esto, la velocidad y complejidad con las que se produce el conocimiento deben estar orientadas a satisfacer las necesidades del hombre y su mundo.

Nos encontramos en una época revolucionaria, producida por la explosión de las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones -denominada Sociedad de la Información- que tienen cada vez más una importancia capital en la configuración de la sociedad de nuestros tiempos.

La sociedad de la información o sociedad red, Castell (1999), es una sociedad que está constituida en torno a redes electrónicas de información y de comunicación satelital, con lo cual se dan las condiciones para que ocurran fenómenos que van a configurar la "información", como son: el limitado espacio físico frente a la superioridad del espacio virtual y la capacidad de relacionar un enorme número de personas a través de redes (Internet, Intranet) en todo el planeta.

Esta condición "relacional" constituye el insumo de una nueva economía denominada "economía de redes" o "economía de la información". Esta nueva economía permite el intercambio de bienes inmateriales; que, en el campo didáctico-pedagógico, se expresa en los procesos de enseñanza y aprendizaje logrando una interacción entre docentes y estudiantes con una retroalimentación inmediata (chats) sin tener en cuenta el limitante del espacio geográfico o esquivando el temporal (correo, plataformas virtuales).

La utilización de las tecnologías de la información y comunicación en el contexto educativo en general y en la educación superior en particular, desempeñan un papel preponderante con la educación superior al servicio de la formación y actualización de los intelectuales y profesionales. Permite una mayor interacción entre docentes y estudiantes, un aprendizaje colaborativo entre estudiantes, un auto-aprendizaje y, fundamentalmente un cambio de actitud en los roles que deben cumplir los docentes y estudiantes.

De acuerdo con esta perspectiva, el interés central de éste artículo es el de estructurar un cuerpo de reflexiones que permita generar cambios sustantivos en el quehacer académico de la Educación Superior frente a las TICs. Se inicia esta investigación realizando un estudio diagnóstico real, científico y técnico. Dichos resultados, orientaron a estructurar un conjunto de políticas plasmadas en un sistema de actualización y perfeccionamiento en tecnologías de la información y

comunicación dirigido a los docentes universitarios y en una revisión de los currículos insertando las TICs., como herramienta didáctica, en la formación integral de los futuros profesionales.

## Caracterización de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación Superior

Las nuevas tecnologías hacen innecesario que la instrucción sólo ocurra en un recinto determinado (salón de clases o campus) y permiten que un estudiante, usando los medios tecnocomunicacionales, pueda individualizar su aprendizaje, lograr un alto grado de interacción y superar las dimensiones y rigideces de tiempo y espacio, todo lo cual representa una "realidad virtual", que está transformando de raíz la educación universitaria.

El proceso de enseñanza y aprendizaje universitaria, puede manejarse en diferentes modalidades esto es: presencial, semipresencial y a distancia combinados con la escogencia de aula virtual, multimedia e información escrita.

En lo que concierne a la disponibilidad de las TICs. para la educación superior, "la configuración, los ritmos y las proyecciones de la educación superior están cambiando rápidamente, particularmente las tecnologías de red. Se estima que en los Estados Unidos más de 3 mil instituciones ofrecen cursos en línea, 33 de los estados poseen, al menos, una universidad virtual. Más de un 50% de los cursos emplea el correo electrónico como medio de comunicación y al menos un tercio usa la Red para distribuir materiales y recursos de apoyo". Tunnermann, C. (2002).

En este sentido, la educación superior debe hacerse cargo de la transformación que experimenta el contexto cultural en que ella se desenvuelve; es decir, del contexto de sentidos y significados que le permite funcionar establemente en relación a sus propios participantes -alumnos y docentes- la familia y la comunidad.

Esto lleva a examinar el papel que juegan las tecnologías de la comunicación e información, aplicadas a la Educación Superior; considerando ciertos aspectos que puede tener programas de formación con el apoyo de las nuevas tecnologías, a saber: Los objetivos y propósitos del curso; la descripción del curso; publicaciones y artículos y referencias bibliográficas; los formatos de examen; acceso a bibliotecas virtuales; vinculación con otros materiales de interés en la Web y los chat, lista de discusión, teleconferencia, entre otros.

La educación superior virtual representa una transformación profunda de la educación superior y del mundo actual en el que vivimos y ello requiere nuevas competencias en las personas para habérselas de forma competente con esa realidad. La potenciación de la adquisición y desarrollo

de esas competencias plantea la necesidad de refundar los procesos básicos de toda educación pero en formas y concreciones radicalmente nuevas en las que las tecnologías de la telecomunicación y la información puedan jugar un papel de primera magnitud. También en esto, los profesionales de la educación superior, así como las organizaciones en las que se presta este servicio, han de procurar ser contemporáneos y actualizar permanentemente sus competencias con el fin de que el servicio educativo sea competente y eficaz, procurando alta calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior, que como expresara Cabero, J. (2000) va a depender de la interacción que se establezca entre el alumno y otros alumnos, o el alumno y el tutor, sea este personal o mediático de una interacción permanente.

Los planteamientos anteriores indican algunas pautas para determinar cuál sería el papel de la educación superior, dado que las tecnologías de la información y la comunicación están incursionando en todas las áreas del conocimiento y de la educación. En tal sentido, es necesario que los profesionales de la educación superior de diferentes áreas del saber, tengan una formación básica en esta línea, no solamente en la utilización de estas tecnologías, sino en la aplicabilidad de estas herramientas que le permita lograr cambios en las estrategias organizativas e intenciones y valores inmersos en las prácticas didáctico-pedagógicas.

En este contexto se plantean diferentes alternativas de actualización y perfeccionamiento de los docentes, a saber: a) Lograr en los docentes competencias básicas –cultura digital– en las tecnologías de información y comunicación que le permitan incorporarlas en las prácticas pedagógicas; b) fomentar procesos de actualización y perfeccionamiento continuo en el uso de las nuevas tecnologías, como herramienta didáctica; c) lograr el fortalecimiento de las infraestructuras existentes de equipos y programas informáticos que permitan mayor eficacia en el quehacer educativo; d) proporcionar a los estudiantes una cultura digital acorde con el avance tecnológico, mediante una revisión del currículo centrada en la realidad de las instituciones educativas y del entorno social; e) estructurar redes virtuales de enseñanza - aprendizaje que permitan una conexión interinstitucional e intrainstitucional, logrando una mayor interacción entre profesores y estudiantes; f) procurar que los centros de formación educativa se conviertan en ejes rectores de producción de conocimientos con apoyo en las nuevas tecnologías.

### **Educación Superior Apoyada en Tecnologías de Información y Comunicación. Retos e Interrogantes**

En la actualidad uno de los principales retos que enfrenta la Educación Superior, es la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación TICs., tanto en modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia.

Utilizadas adecuadamente las TICs. pueden contribuir a mejorar la calidad de la docencia, la investigación y la extensión en las instituciones educativas.

¿Qué entendemos por el uso adecuado de las TICs. en la educación superior? Se entiende que su uso debe partir del conocimiento de sus implicaciones en la educación, de su aplicación basada en criterios didáctico-pedagógicos más que en aspectos técnicos, y de la investigación sobre esas tecnologías en el ámbito educativo. Además, reconocer que es una necesidad la actualización y perfeccionamiento de los docentes universitarios, cuyo trabajo en equipo es indispensable para el desarrollo de procesos académicos basados en las TICs.

En este sentido, el presente artículo proporciona ciertos elementos directrices de actualización en las tecnologías de información y comunicación: Comenzaremos el análisis partiendo de grandes interrogantes generadoras ¿Cómo atender las necesidades de los profesionales de la docencia en ejercicio para su actualización en las tecnologías de la información y comunicación?; ¿Qué deberían hacer los responsables de la gestión educativa para cumplir sus roles en la sociedad del conocimiento?; ¿Cómo debería ser el currículo que responda a las necesidades de los nuevos tiempos?. Para dar respuesta a las interrogantes y tomando como base la información recabada se plantean los siguientes objetivos: a) plantear un diseño curricular alternativo insertando la TICs.; b) proponer un sistema de actualización y perfeccionamiento en la TICs. dirigido a profesionales de la docencia universitaria en ejercicio.

La propuesta de diseño curricular, insertando las TICs., se considera deberá estar estructurada por 4 componentes y 5 ejes transversales; los ejes que se proponen son: Valores, Trabajo, Ética y Docencia, Tecnología de la Información y Comunicación y Ambiente, que buscan abordar los problemas e inquietudes de la sociedad actual, para que se tome conciencia de la realidad y además se adquieran las competencias necesarias para cambiarla. Los ejes transversales propuestos actúan como organizadores de las diferentes disciplinas para hacerlas cada vez más funcionales y con un significado real y funcional de las áreas del saber.

Los componentes propuestos son: socio-educativo, tecnológico, investigación y especializado, siempre buscando la integración e interacción entre los contenidos de las diferentes áreas que los estudiantes deben cursar.

El componente tecnológico estará conformado por los siguientes cursos: a) las tecnologías de la información y comunicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje; b) diseño y evaluación de medios y recursos; c) ética y tecnologías de la información y comunicación.

El sistema de actualización y perfeccionamiento de los profesionales de la docencia en ejercicio en las TICs., permitirá familiarizar a los docentes con los últimos progresos de la información y la comunicación y su aplicación en el quehacer didáctico-pedagógico. Los objetivos de formación, deben estar enmarcados en una serie de procesos y competencias, que sirvan de apoyo al ejercicio profesional de los docentes universitarios, que se exponen a continuación:

- a) Atender a necesidades plenamente identificadas en la práctica docente, cuya satisfacción redunde en mejoramiento educativo verificable.
- b) Considerar al aprendizaje como un proceso abierto y flexible que dé respuesta a las limitaciones geográficas y de tiempo del participante, permitiendo el acceso a experiencias de aprendizaje a cualquier hora y desde el lugar de su preferencia.
- c) Reconocer la importancia de estimular el aprendizaje autónomo en la organización de su itinerario formativo y en la definición del tiempo y la dedicación que requiere para aprender y compartir saberes.
- d) Impulsar la presencia de interacciones entre facilitador-participante y entre participantes, tomando en cuenta que la comunicación por este tipo de medios puede verse aumentada por la influencia de la distancia espacio-temporal y por el papel activo y autónomo del participante en su proceso.
- e) Combinar el uso de una gran variedad de nuevas tecnologías a través de medios electrónicos, que incluyen: correo electrónico, foros de discusión, herramientas de internet2 (wikis, blogs), herramientas de comunicación sincrónica (chats, videoconferencia, radioweb) además de recursos ya presentes en la World Wide Web que faciliten la mediación del proceso de aprendizaje.
- f) Favorecer la creación de comunidades de aprendizaje, entendidas éstas como un grupo de personas que aprenden en común, utilizando herramientas comunes en un mismo entorno. La misma se sustenta en una concepción comunicativa al sostener que el aprendizaje depende principalmente de las interacciones entre personas a partir de las cuales surge la construcción conjunta de significados que responden a un entorno sociocultural específico.
- g) Propiciar el desarrollo de recursos educativos para aprender en línea, etiquetados y organizados de manera que puedan ser reusables, con fines andragógicos, por parte de la comunidad universitaria.

Bajo estas premisas, se considera que la incorporación de las TICs. como sustento de los programas de Educación Superior va a permitir pasar de las aulas en donde se supone tiene lugar el aprendizaje formal, a otros escenarios adaptados a los modelos andragógicos que promueven el auto-aprendizaje, la autonomía, sin dejar de lado la importancia del aprendizaje comunitario, cuyo marco de emergencia es la interacción y el diálogo.

Los módulos que conforman el sistema de actualización y perfeccionamiento de los docentes universitarios son los siguientes:

- a) Inmersión de plataformas virtuales apoyadas en las TICs.
- b) Educación Superior en la era de la información y comunicación.
- c) Entornos virtuales para la formación y fortalecimiento de comunidades de aprendizaje.
- d) Principios básicos de diseño de autoaprendizaje para el desarrollo de comunidades de aprendizaje.
- e) Creación de recursos didácticos digitales para la educación superior apoyadas en las TICs.
- f) Estrategias, metodologías, técnicas y actividades para el aprendizaje en la red.
- g) Evaluación de los aprendizajes apoyados en las TICs.

Las diferentes estrategias, que se desarrollen a lo largo de este proceso de actualización y perfeccionamiento, están orientadas a crear en la educación universitaria un ambiente de cultura tecnológica necesario que facilite a todos sus miembros el empoderamiento y uso, con sentido y criticidad, de las tecnologías de información y comunicación, para luego dar pasos como organización creadora y desarrolladora de tecnología, y por ende, proveedora de soberanía.

Las estrategias para la formación, pueden ser presenciales o a distancia (on-line) apoyados en: a) La tele-educación, la administración de cursos en directo y de forma interactiva con participación en tiempo real de estudiantes; b) la utilización de materiales multimedia para el estudio o auto-aprendizaje; c) seminarios, talleres especializados, vía Intra e Internet; d) formación on-line, e-learning.

Los sistemas de interconexión permitirán la interacción profesor-participante, y de esta manera lograr procesos de auto y co-evaluaciones, correcciones interactivas de tareas y, realizar un seguimiento personalizado de los participantes y mantener actualizado el contenido del curso.

### **Cuerpo de Ideas Conclusivas**

Los principales hallazgos del trabajo realizado permiten concluir que:

1. El docente universitario no se ha apropiado suficientemente de las tecnologías de la información y comunicación para aprovecharlas en su quehacer académico.
2. Algunos de los programas de actualización y formación en las TICs. se encuentran descontextualizados en cuanto a su diseño y particularmente en la articulación directa y útil con la gestión áulica.
3. La formación de los docentes en TICs. y su vinculación en educación superior, deben ir de la mano y precedidos de políticas institucionales orientadas a su fortalecimiento, desde

el punto de vista legal y de financiamiento.

4. El profesorado en general se halla altamente interesado en todo lo relativo a la integración de las TICs. en el currículo.
5. El empleo de las TICs. en los procesos de enseñanza - aprendizaje es inadecuado según el profesorado consultado, pues no se ha generado una formación centrada en esta problemática.
6. La incorporación de estas tecnologías, mejora la creatividad, la adquisición de procesos cognitivos, y permite el desarrollo de las habilidades y destrezas.
7. La implementación de las nuevas tecnologías resalta el papel de animador, gestor y mediador del profesorado universitario en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

## Bibliografía

- Castells, M. (1996). Los Estados ya no pueden gobernar; solo negociar. Entrevista publicada a la revista Ajoblanco.
- Cabero, J. (2000). La formación Virtual. Revista electrónica de Tecnología Educativa. <http://www.tecnologiaedu.us.es/>
- \_\_\_\_\_ (2001). El impacto de las NTIC sobre el proceso educativo. Venezuela: Editorial Candidus. Año 3 (16) 22-23.
- \_\_\_\_\_ (2002). V Reunión Nacional de Currículo "Escenarios para la Universidad del Siglo XXI". La Implantación de las Nuevas Tecnologías en las Universidades. UCV.
- Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas. Comunicación de la Comisión e-Learning – Concebir la educación del futuro.
- Darias V., (2001). La Tecnología en la escuela Venezolana. Venezuela: Editorial: Candidus. Año 3 (16) 19-20.
- Draegert, M., (2002). El uso de correo electrónico como recurso comunicacional del docente. Agenda Académica (6) 2 9-17.
- Galvis, A. (1998). Ambientes virtuales para participar en la sociedad del conocimiento. Revista Informática Educativa. UNIANDES-LIDIE. Bogotá.
- Gimeno S., (1999). Políticas y Prácticas Culturales en las Escuelas: los Abismos de la Etapa Postmoderna. Heuresis. 2(3). Revista electrónica de Investigación Curricular y educativa. Disponible en <http://www2.uca.es/HEURESIS/heuresis99/v2n1.html>.
- Gerstner, L., (1996). Reinventando la Educación: Nuevas formas de gestión educativa. Barcelona: Paidós.
- González, C., (2000). Competencias y Proyecciones de la Formación Docente en Preescolar. Ponencia presentada en el Congreso internacional de Pedagogía Alternativa. Barquisimeto Venezuela.
- Hernández, N. (1999). La Educación Superior Virtual. <http://www.hernanay.camelot.rect.ucv.ve>.
- Kustcher N., y StPierre A., (2001). Pedagogía e Internet Aprovechamiento de las Nuevas Tecnologías. Editorial: Trillas México Df.
- Laborde, C., (2001). El impacto de las NTIC sobre el proceso educativo. Editorial: Candidus Año 3 (16) 26-29. Venezuela.
- Peiró, J., (sf). Las competencias en la sociedad de la información: nuevos modelos formativos. Universidad de Valencia disponible

en: [http://cvc.cervantes.es/obref/formacion\\_virtual/formacion\\_continua/](http://cvc.cervantes.es/obref/formacion_virtual/formacion_continua/)

- Poleo, G., (1996). La Tecnología de la Información y la Formación Docente una Asociación Necesaria Laurus 4 (2) p 32-37.
- Tunnermann, C. (1996). La educación superior en el umbral del siglo XXI. Caracas: CRESAL-UNESCO.
- \_\_\_\_\_ (1999). Realidad y perspectiva de la universidad en el contexto Latinoamericano. Revista Prospectiva. Publicación Semestral del Núcleo de Directores de Planificación de las Universidades. Venezuela.
- \_\_\_\_\_ (2002). Tendencias en la transformación de la educación superior. V Reunión Nacional de Currículo: Escenarios para la Universidad del Siglo XXI. Caracas: CNU. UCV. NVA. CCN. Caracas. Venezuela.
- Tunnermann, C. (2002). V Reunión Nacional de Currículo "Escenarios para la Universidad del Siglo XXI". Tendencias Contemporáneas en la Transformación de la Educación Superior. UCV.
- UNESCO, (1989). Estudios superiores. Barcelona. España.
- \_\_\_\_\_ (1998). Plan de acción para la transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Caracas, Venezuela: CRESALC.



**Autor. Guillermo Terán**

Nació en Ibarra, el 5 de septiembre de 1957. Se graduó en la Universidad Central del Ecuador en Física y Matemática 1980; Universidad Técnica de Ambato Doctor en Planificación e Investigación 1998; estudió en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL de Caracas-Venezuela, se graduó de Magister en Educación Superior: mención gerencia. Obtuvo el Título de doctor Ph.D en Educación e Investigación en UPEL Caracas-Venezuela.

Ejerció profesionalmente en las áreas de investigación, matemática e investigación en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador y en el Instituto Universitario Tecnológico de Caracas-Venezuela. Fue supervisor académico e investigador en la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro. Actualmente es docente de la Universidad Central del Ecuador en Física, Sistemas de Información e Investigación; docente de posgrado en la Universidad Tecnológica Equinoccial. Ha publicado diferentes obras: Hacia una educación de calidad. El proyecto de investigación: Cómo elaborar análisis cualitativo de información apoyado con software ATLAS.ti. Entre sus campos de interés se encuentra: Investigación cualitativa, análisis de la información, gerencia.

# Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

César A. Chávez Orozco<sup>1</sup>



**Resumen**— El presente trabajo tiene como propósito realizar un breve análisis de la presencia de los riesgos en los lugares de trabajo, su relación con la salud y la importancia de su control para garantizar la protección de la salud de los trabajadores y por ende de los bienes y recursos de la organización. Las exigencias legales cada día más estrictas, los requerimientos de competitividad y las exigencias de los trabajadores, hacen que día a día se incremente la necesidad de que las empresas gestionen sus riesgos.

La prevención no trata solamente de defender al trabajador frente a la amenaza del riesgo laboral, sino que trata de procurarle un resultado positivo de promoción de su salud e integridad, en definitiva, de su desarrollo personal.

El avance de la prevención que se manifiesta en los tiempos actuales como un salto hacia nuevas fronteras, ha promovido la integración de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en toda la gestión integral de la organización. Para conseguir esta integración, se han establecido varias herramientas que permiten realizar las actividades de prevención orientando siempre a la mejora continua.

Los sistemas de gestión de seguridad y salud laboral más difundidos en el Ecuador son: el sistema de administración de la seguridad y salud en el trabajo, promovido por la entidad aseguradora del país (IESS) y el estándar internacional OHSAS 18001:2007, promovido por el creciente interés de las empresas de disponer sistemas certificados.

1 César A. Chávez Orozco, 097488427, coca2550@ute.edu.ec

Para la aplicación de estos modelos de gestión, es importante que la organización se vea como un sistema integral, en donde los procesos preventivos formen parte integrante de todos los procesos de la organización.

**Palabras clave**— Gestión de riesgos, Gestión de seguridad y salud, Prevención de riesgos.

## Introducción

El trabajo constituye para el ser humano, por una parte, un medio para garantizar su supervivencia, desarrollar sus potencialidades físicas, intelectuales y sociales; y conseguir un mejor estilo de vida; por otra parte, constituye un derecho y un deber de todo ciudadano.

Pero, para poder desempeñar las exigencias de este trabajo, el ser humano hace uso de todas sus capacidades, poniendo en juego su bien más preciado, su salud; entendiéndose como Salud, el estado de bienestar físico, psíquico y social del individuo y no únicamente la ausencia de enfermedad.

Podría decirse, que el trabajo y la salud se encuentran íntimamente relacionados, puesto que el trabajador necesita estar sano para poder realizar el trabajo; y por otra parte el trabajo, con todos sus componentes y variables, se transforma en una fuente de riesgo para su salud.

En una primera aproximación, se puede decir que en el binomio trabajo-salud, se produce una relación en ambas direcciones, sea dando lugar a efectos positivos o negativos. De una manera simplificada se podría dividir

ambos fenómenos en dos categorías, de buena y mala salud, frente a buenas y malas condiciones de trabajo. En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos de esta realidad multidimensional.

	Salud Positiva	
Trabajo Positivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud y bienestar</li> <li>• Productividad y calidad</li> </ul>	Incapacidad
Trabajo Negativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insatisfacción</li> </ul>	

Tabla 1. Relación multidimensional entre el trabajo y la salud

### Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

La Seguridad y Salud Laboral, se puede definir como “las condiciones y factores que inciden en el bienestar de los trabajadores, contratistas, visitantes y otras personas en el sitio de trabajo”.

La seguridad y salud laboral, más allá de ser una estrategia enfocada simplemente a la prevención de lesiones y enfermedades, es un concepto que ayuda a la competitividad de las empresas; fundamentado al considerar que los accidentes y enfermedades como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos, de quienes los ejecutan y de las tecnologías que se utilizan al interior de la empresa, que a su vez depende de su estructura y capacidad económica. En la medida en que se actúen sobre las causas que ocasionan dichas ineficiencias, mediante la aplicación de medidas preventivas, se generarán ahorros en materia prima, insumos, energía, impactos al medio ambiente, y; lo más importante, se evitará el sufrimiento y dolor que provoca un accidente o una enfermedad laboral. De esta forma se contribuirá a mejorar la capacidad competitiva de la empresa y también su desempeño laboral.

Los procesos de globalización están cambiando rápidamente el contexto de las empresas, con relación a su gestión, siendo muy importante, la Gestión de la Seguridad y Salud laboral. Se incrementan nuevas exigencias de los mercados relacionados con el cumplimiento de estándares de seguridad, haciendo prever que en un futuro muy cercano, se convertirá en un aspecto de supervivencia empresarial.

El sistema de Gestión de SSO es parte del sistema de gestión total de la organización, que facilita la administración de los riesgos laborales asociados con sus procesos.

La característica principal de los sistemas de gestión, es que basan su acción en el ciclo de mejoramiento continuo P-H-V-A (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar), presentado por Deming a partir del año 1950.

Los resultados de la implementación de este

ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa.

“Planificar”: Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos de las partes interesadas y las políticas de la organización;

“Hacer”: Implementar los procesos, planes, programas;

“Verificar”: Realizar el seguimiento y la medición de los procesos, planes, programas respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos de las partes interesadas, e informar sobre los resultados.

“Actuar”: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos y del sistema.

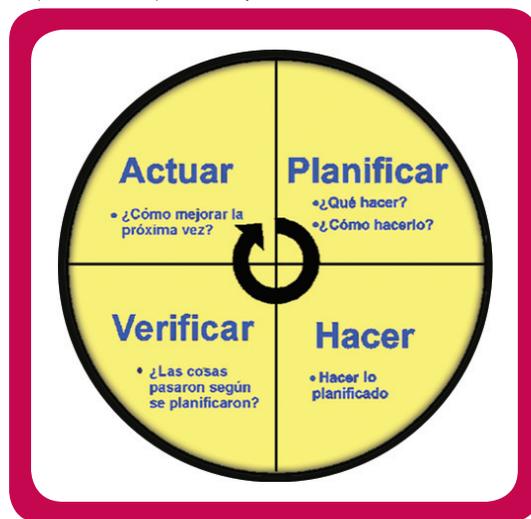


Figura 1. Ciclo de mejora continua o de Deming

Para comprender la generación de valor proporcionado por la gestión de la seguridad y salud, es necesario comprender como funciona una empresa, no desde el punto de vista clásico, sino desde los actuales planteamientos empresariales.

La empresa debe ser entendida como un sistema (es decir, una entidad con sentido completo, compuesta por una serie de unidades relacionadas entre sí, cuyo resultado es mayor que la suma de las partes y en el que cada unidad tiene sentido en sí misma), formando un conjunto de procesos encaminados a generar valor y, en conjunto, a entregar el producto o servicio más adecuado a las necesidades de los clientes. Dentro de los procesos que integran la empresa, algunos estarán al servicio del cliente interno: el trabajador. Un fallo en alguno de los

procesos va a incidir en el resultado del sistema, lo que en mayor o menor medida incidirá en el resultado de la empresa. Por esta razón, el fallo en un proceso preventivo no sólo va a significar, un riesgo para la salud del trabajador, sino que a su vez genera un riesgo para el resultado final de la empresa, afectando su rentabilidad.

La empresa vista como un todo, como un sistema adaptativo en el que aparecen unas entradas (inputs) se transforman en salidas (outputs), incorpora el elemento clave que justifica la razón de ser de la organización: la existencia de un cliente final y de clientes intermedios que se relacionan por los procesos que soportan sus actividades y que están alineados para satisfacer sus necesidades.

La integración de la prevención como un conjunto de procesos internos dirigidos a la mejora de las condiciones de trabajo, no sólo redundará en una mejor seguridad y salud, sino también en mejores resultados empresariales; por lo tanto, es importante que los empresarios inviertan en los procesos preventivos de igual forma como invierten en los procesos productivos.

El sistema de gestión de seguridad y salud es la forma en que la empresa lleva a cabo sus actividades preventivas, definiendo la organización, las funciones y responsabilidades dentro de los miembros de la empresa, las actividades que se deben llevar a cabo y la documentación que soporta todo ello.

Se han desarrollado algunos modelos para la Gestión de los Riesgos Laborales, siendo los más conocidos y aplicables en el Ecuador el Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo, diseñado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, establecido como una exigencia legal; y el estándar OHSAS 18001:2007, como un sistema voluntario.

## **Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo**

El Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo, es un modelo de gestión establecido por la Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) el mismo que centra su objetivo en la prevención de riesgos laborales. Involucra la gestión técnica, la gestión administrativa y la gestión del talento humano, que deben formar parte de la política y el compromiso de la gerencia en beneficio de la salud y la seguridad de los trabajadores, el desarrollo y productividad de las empresas y de toda la sociedad.

### ***Gestión Administrativa***

En este módulo se integra todo el conjunto de políticas, estrategias y acciones que determinan la estructura organizacional, asignación de responsabilidades y el uso de recursos, en los procesos de planificación, implementación y evaluación de la seguridad y salud; este requisito está compuesto por capítulos:

- Política
- Organización
- Planificación de la SST
- Implementación del Plan
- Evaluación y seguimiento.

### ***Gestión del Talento Humano***

Aquí, se busca descubrir, desarrollar, aplicar y evaluar los conocimientos, habilidades, destrezas y comportamientos del trabajador; orientados a generar y potenciar el capital humano, que agregue valor a las actividades organizacionales y minimice los riesgos del trabajo; contempla los siguientes aspectos:

- Selección
- Información
- Formación y capacitación
- Comunicación

### ***Gestión Técnica***

Considera los sistemas normativos, herramientas y métodos que permiten identificar, conocer, medir y evaluar los riesgos del trabajo; y, establecer las medidas correctivas para prevenir y minimizar las pérdidas organizacionales por un deficiente desempeño, está compuesto por los siguientes capítulos:

- Identificación objetivo.
- Identificación subjetiva
- Medición
- Evaluación ambiental, biológica y psicológica
- Principios de acción preventiva
- Vigilancia de la salud de los trabajadores.
- Seguimiento.
- Actividades proactivas y reactivas básicas
  - Investigación de accidentes e incidentes
  - Programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
  - Programa de inspecciones planeadas.
  - Planes de emergencia y contingencia.
  - Equipos de protección personal.
  - Registros del Sistema de Administración de SST.
  - Auditorías
- Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo.

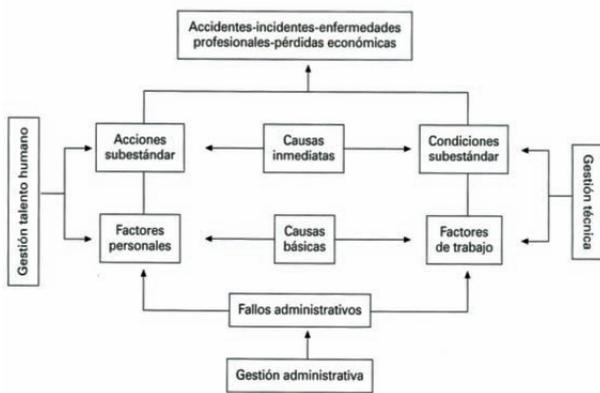


Figura 2. Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo

### Norma OHSAS 18001:2007

Este estándar proporciona los elementos de un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, que puede ser integrado con otros requisitos de gestión, para ayudar a las organizaciones a lograr los objetivos de Seguridad y Salud en el Trabajo y económicos.

La implementación de este estándar permitirá a una organización, desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. A través de éste, se hace énfasis en las prácticas proactivas preventivas, mediante la identificación de peligros y la evaluación y control de los riesgos en el sitio de trabajo.



Figura 3. Modelo de sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para el estándar OHSAS 18001.

### Política de Seguridad y Salud Ocupacional

Una política de Seguridad y Salud Ocupacional es un conjunto de principios e intenciones formales y documentadas en relación con la seguridad y salud de los trabajadores.

La política es el punto inicial y crucial para la implementación del sistema de gestión. Contiene un sentido general de dirección y se fijan los principios de acción para la organización. Determina los objetivos respecto a la responsabilidad y desempeño de Seguridad y Salud Ocupacional requeridos en toda la organización y demuestra el compromiso formal de la organización, particularmente el de su alta gerencia, con la buena gestión del sistema.

### Planificación

Este aspecto tiene que ver con la estrategia para el desarrollo del sistema, incluye la identificación de peligros, así como la evaluación y control de riesgos, de sus actividades, productos y servicios. También contempla la identificación de los requisitos legales y normativos que son aplicables para la organización, en materia de seguridad y salud ocupacional y el establecimiento de objetivos medibles, para poder cumplir con lo especificado en la política.

### Implementación y Operación

Contempla la estructura administrativa que permita la implantación del sistema, además del suministro de los recursos necesarios para el mismo. Incluye requisitos para el entrenamiento, concientización y competencia de los empleados y contratistas, la participación, consulta y comunicación con las diferentes partes interesadas; la documentación que soporta el sistema y su control, así como el control operativo y la preparación y respuesta ante emergencias.

### Verificación y acción correctiva y preventiva

Este capítulo permite monitorear el desempeño del sistema de gestión de SSO para determinar su cumplimiento; el establecimiento de procedimientos para el reporte y la evaluación/investigación de incidentes y no conformidades para prevenir la ocurrencia de sucesos similares y detectar causas potenciales de no conformidades; la conservación de registros para demostrar que el sistema de gestión opera de manera efectiva y que los procesos se han llevado a cabo bajo condiciones seguras; así mismo se contempla la auditoría como herramienta de revisión y evaluación continua de la efectividad del sistema de gestión.

### Revisión por la Gerencia

La revisión de sistema es el proceso mediante el cual

la dirección de la empresa, basándose en los resultados de la auditoría, la información recibida a través de los controles y el análisis del cumplimiento y resultado de los objetivos, analiza si el sistema es adecuado para el cumplimiento de la política de seguridad y salud, decidiendo las modificaciones y mejoras que requiera, asegurando de esta forma la mejora continua.



**Figura 3.** Modelo de sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para el estándar OHSAS 18001

Finalmente, la gestión de la seguridad y salud, como cualquier otra actividad empresarial, debe analizarse dentro de una cuenta de resultados. Es preciso demostrar que los beneficios de la inversión en prevención no sólo son morales, sino que, además, mejoran la cuenta de resultados de la empresa. Se podría decir que no hay gestión eficaz si no es eficiente, es decir, si no tiene en cuenta, además del resultado, el costo para llegar a él.

### Bibliografía

- A. Beltrán, M. Bernal, y S. A. García, "La norma OHSAS 18001 y su implementación," ICONTEC, pp.9-11, 2007.
- AENOR, "Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos," AENOR, 2007.
- G. Gómez, "Manual para la formación en prevención de riesgos laborales," Ecoiuris, pp. 25-57.
- C. Ruiz, A. M. García, J. Delclós y F. G. Benavides, "Salud Laboral," cap. 3, 14, 18, Mason, 2007.
- J. M. Cortéz Díaz, "Seguridad e Higiene del Trabajo, Cap. 1, Tébar, 2007.
- C. Ramírez Cavassa, "Seguridad Industrial", pp 13 – 20, Limusa, 2008.
- IESS, "Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo", pp. 21-42, Quito, 2007.



**Autor.** César A. Chávez Orozco

Nació en Riobamba, el 2 de Septiembre de 1966. Se graduó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ingeniería Mecánica; Universidad Central del Ecuador, Magister en Seguridad, Salud y Ambiente. Posee conocimientos adicionales como Auditor Líder OHSAS 18001, Auditor Interno en ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. Tiene certificaciones como: Oficial Certificado en Protección CPO (Certified Protection Officer) y Certificación en Gerencia y Supervisión de Protección CSSM (Certification in Supervision & Security Management). Ha realizado trabajos como diseño e implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, elaboración y aprobación de Reglamentos Internos de Seguridad y Salud en el Trabajo; Análisis de Riesgos.

Ejerce profesionalmente en las áreas de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente en el Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Es docente de posgrado en la Universidad Tecnológica Equinoccial, Universidad Central del Ecuador, Universidad Nacional de Chimborazo.

# Evaluación y Simulación de Algoritmos de Enrutamiento en Redes Ad-Hoc

Darwin Alulema Flores<sup>1</sup>

**Resumen**— Este artículo trata sobre la evaluación de la eficiencia de los algoritmos de enrutamiento reactivos y proactivos en redes inalámbricas Ad-Hoc, mediante la simulación de tres de los más reconocidos, como son AODV, DSDV y DSR. Para lo cual se ha desarrollado una herramienta específica de simulación en Java, con lo que se determinó de manera práctica que los algoritmos reactivos presentan mejores resultados que los algoritmos proactivos en redes dinámicas y con gran número de nodos.

**Palabras clave**— Algoritmos de Enrutamiento, Java, Redes Ad-Hoc, Simulación.



## Introducción

El objetivo de este artículo se centra en el estudio de los algoritmos de enrutamiento de redes inalámbricas Ad-Hoc, y la simulación de los algoritmos más reconocidos, para lo cual se realiza una introducción de las redes inalámbricas y los diferentes tipos de algoritmos de enrutamiento y sus clasificaciones. Finalmente se realiza la simulación de redes Ad-Hoc implementando AODV, DSDV y DSR, para establecer una comparativa entre la eficiencia de los algoritmos reactivos y proactivos.

## Redes Inalámbricas

En los últimos años se ha presenciado el rápido crecimiento de las redes inalámbricas, las cuales se las puede encontrar en universidades, aeropuertos, centros comerciales,

etc. Estas se pueden clasificar en redes de Infraestructura, redes Ad-Hoc, redes Malladas y redes Híbridas.

### Redes de Infraestructura.-

Este tipo de redes se distinguen por hacer uso de un punto de acceso, que se encarga de proporcionar conexión entre nodos móviles dentro de la red inalámbrica o hacia Internet. De esta manera, siempre se requieren de al menos dos saltos para establecer comunicación entre dos nodos.

La ventaja de este tipo de redes radica en que reduce la complejidad de los nodos móviles, dado que las estaciones no necesitan mantener información de los nodos vecinos. Por otro lado, la principal desventaja de este tipo de redes es que se requiere que todos los nodos estén dentro del área de cobertura del punto de acceso (Figura 1).

<sup>1</sup> Darwin Alulema Flores, Magister en Teleinformática y Redes de Computadoras, 098622881, afd035223@ute.edu.ec



Figura 1. Red inalámbrica de infraestructura

### Redes AD-HOC

Este tipo de redes se compone de un conjunto de nodos móviles donde no existe un punto de coordinación central, por lo tanto no se necesita de ningún tipo de infraestructura previamente desplegada; este tipo de redes puede surgir de forma espontánea.

Las comunicaciones inalámbricas dentro de la red ad-hoc pueden realizarse de forma directa o a través de varios saltos, esto dependerá del alcance de transmisión en el que el receptor es capaz de recibir e interpretar correctamente la señal que envió el emisor. Si el receptor se encuentra fuera del alcance de transmisión (cobertura de la señal de radio) del nodo fuente, no podrá interpretar adecuadamente los paquetes destinados a él; pero debido a que en las redes ad-hoc todos los nodos pueden colaborar en el envío de paquetes, el destino puede ser alcanzado salto a salto a través de los nodos vecinos (Figura 2).

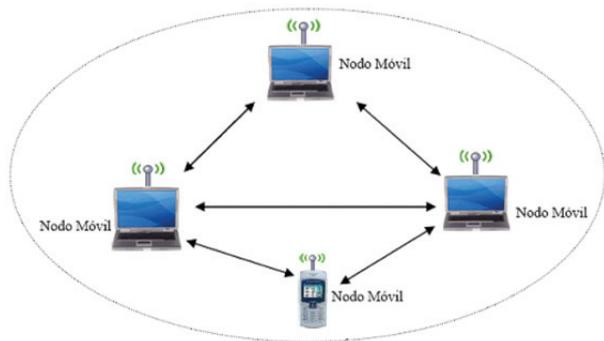


Figura 2. Red inalámbrica Ad-Hoc

### Redes Malladas

Este tipo de redes son una extensión de las redes Ad-Hoc, éstas se componen de nodos malla, estaciones móviles y portales de acceso hacia la red cableada. Los nodos malla forman el backbone de la red inalámbrica, generalmente tienen poca o nula movilidad. Por otro lado, las estaciones pueden ser móviles o estáticas. Este tipo de redes se organizan y se

configuran de manera autónoma.

Uno de los principales objetivos de este tipo de redes es extender el área de cobertura, sin sacrificar la capacidad de canal, por esta razón los nodos malla están normalmente equipados con interfaces múltiples, las cuales pueden ser incluso de diferentes tecnologías de acceso inalámbrico (Figura 3).

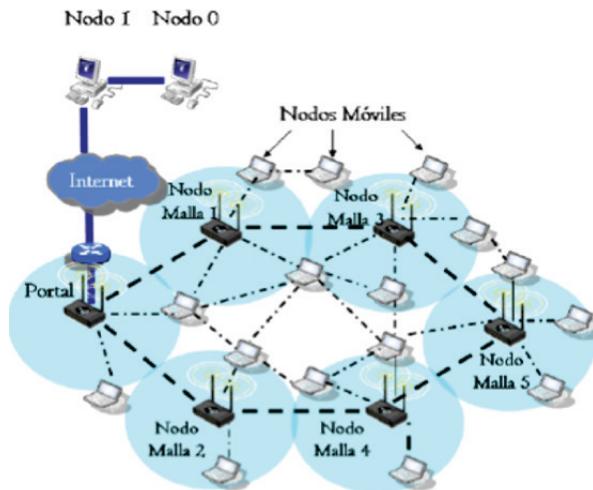


Figura 3. Red Inalámbrica Mallada

### Redes Híbridas

Este tipo de redes son la combinación de las redes de infraestructura y las redes Ad-Hoc. Estas redes solucionan el problema de las limitaciones de cobertura de las redes inalámbricas de infraestructura y proveen conexión de Internet a redes Ad-Hoc, de esta manera se puede ampliar el uso de las redes inalámbricas, ya que las trayectorias multisaltos entre nodos móviles y enrutadores de acceso pueden extender el área de cobertura de una red, además los usuarios pueden tomar ventaja de las conexiones Ad-Hoc para enviar datos locales y por lo tanto disminuir la carga de tráfico a través del enrutador de acceso e incrementar la capacidad de la red (Figura 4).

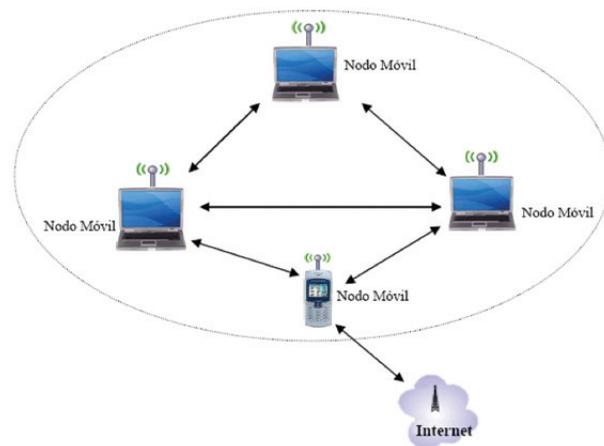


Figura 4. Red Inalámbrica Híbrida

## Redes AD-HOC

Ad-Hoc es una expresión latina que significa literalmente “para esto”. En sentido amplio, podría traducirse Ad-Hoc como específico o específicamente. En el caso que atañe al presente documento, una red Ad-Hoc, es una red específica cuya infraestructura solo tiene sentido en ese instante o situación, es decir, su topología es variante en el tiempo.

### Características de las Redes AD-HOC

A continuación se enlistan las características particulares de una Red Ad-Hoc:

- **Nodos Autónomos:** Los nodos pueden realizar tareas de enrutamiento, y se ven involucrados tanto en procesamiento de datos, así como de descubrimiento y mantenimiento de rutas.
- **Topología Dinámica de la red:** Estas redes por sí solas agregan dispositivos en medida en que los usuarios entran a la red, así como también los elimina de la misma, todo esto de manera dinámica, por lo tanto las rutas de estas cambian sin previo aviso y por tanto su topología.
- **Funcionamiento no centralizado:** El control y la administración de la red no se encuentran en un nodo central, en este caso se encuentra distribuido en cada uno de los nodos, cada nodo actúa de manera que se acople a las necesidades de la red.
- **Nodos con capacidades limitadas:** Los nodos en este tipo de redes son dispositivos con limitaciones de energía y capacidad de procesamiento, debido a esto se debe hacer uso de algoritmos que permitan a estos nodos optimizar los recursos.
- **Enrutamiento multi-salto:** Los paquetes que son mandados de un nodo fuente pueden alcanzar el nodo destino mediante múltiples saltos entre varios nodos intermedios.

### Algoritmos de Enrutamiento

El enrutamiento en Redes Ad-Hoc debe satisfacer ciertos objetivos:

- **Minimización de costos inherentes:** Debido a la escasez de recursos energéticos y ancho de banda, se debe reducir la cantidad de mensajes de control intercambiados, así como la carga computacional de las operaciones.
- **Capacidad multisalto:** Debe asegurarse el reenvío de paquetes a través de los nodos de la red dado que habitualmente el destino no se encuentra dentro del alcance de la fuente.
- **Mantenimiento dinámico de topología:** Debido a las características cambiantes de la red, las rutas establecidas

deberán ser actualizadas constantemente.

- **Eliminación de bucles:** Evitar la posibilidad de que un nodo sea visitado más de una vez por un paquete en su trayecto hacia el destino, ya que esto implica un costo inaceptable de ancho de banda y recursos de procesamiento y transmisión.

De acuerdo a la forma que realizan el descubrimiento de la ruta a establecer y su mantenimiento, la clasificación más habitual de los algoritmos de enrutamiento es:

- **Proactivos:** Este tipo de algoritmos basa su funcionamiento en tablas, creadas a partir de una fase original de descubrimiento de ruta, que alberga la información referente a los caminos en la red con base a distintos criterios. Esta información es de ámbito global y por tanto, todos los nodos conservan caminos posibles hacia el resto. Para la diseminación de la misma, los nodos intercambian estos datos periódicamente.
- **Reactivos:** En este tipo de algoritmos las rutas se construyen únicamente en el momento en que un nodo necesita establecer una comunicación. Es en ese preciso instante cuando se desencadena una fase de descubrimiento de ruta que concluye una vez que la fuente recibe la respuesta del destino que incluye el camino elegido para el envío de datos.
- **Híbridos:** Este tipo de algoritmos incluye los dos procedimientos anteriores en distintos niveles del enrutamiento. Así, se consigue reducir la sobrecarga de la red con mensajes de control presentada por los algoritmos proactivos, mientras que se disminuye la latencia de las operaciones de búsqueda mostrada entre los reactivos.

Los algoritmos seleccionados para realizar las evaluaciones se describen brevemente a continuación.

**AD HOC On-Demand Distance Vector (AODV).**- En AODV los nodos mantienen una tabla de enrutamiento para los destinos conocidos, empleando el algoritmo vector de distancia. Inicialmente esta tabla está formada por los nodos vecinos. Solamente se agregan destinos nuevos cuando es necesario, es decir, cuando un nodo necesita comunicarse con otro que no está en su tabla. En ese momento inicia un proceso de descubrimiento de ruta hacia el destino, para ello se emiten mensajes de descubrimiento de ruta RREQ que se van propagando entre todos los nodos. En cambio, los nodos generan una tabla de encaminamiento inversa para que puedan regresar las contestaciones RREP a las solicitudes de ruta al nodo que la originó.

**Destination Sequenced Distance Vector (DSDV).**- DSDV es esencialmente una modificación del algoritmo de Bellman-Ford, bien conocido por su utilidad en redes fijas. En este algoritmo, los nodos vecinos intercambian periódicamente

sus tablas de encaminamiento enteras para estimar la distancia a la que se encuentran los demás nodos no vecinos. Las modificaciones introducidas por DSDV proporcionan básicamente la obtención de rutas sin bucles mediante la introducción de números de secuencia para la determinación de las rutas más nuevas. Aunque DSDV sólo proporciona un camino para cada destino, siempre elige el camino más corto basándose en el número de saltos hacia este destino. DSDV utiliza dos tipos de mensajes de actualización, uno más grande (full-dump) y otro mucho más pequeño (incremental).

**Dynamic Source Routing (DSR).**- DSR se fundamenta en el encaminamiento desde el origen, es decir, los paquetes de datos incluyen una cabecera de información acerca de los nodos exactos que deben atravesar. No requiere ningún tipo de mensajes periódicos, disminuyendo así la sobrecarga de mensajes de control. Además ofrece la posibilidad de obtener, con la solicitud de una ruta, múltiples caminos posibles hacia el destino. Para poder realizar el encaminamiento en el origen, a cada paquete de datos se le inserta una cabecera DSR de opciones que se colocará entre la cabecera de transporte y la IP. Entre dichas opciones se incluirá la ruta que debe seguir el paquete nodo a nodo. En los procesos de descubrimiento de rutas se generan mensajes de solicitud, respuesta y error siendo estos mensajes ROUTE REQUEST, REPLY y ERROR respectivamente.

## Simulaciones

El simulador desarrollado ha sido trabajado en el lenguaje de programación Java (Figura 5), utilizando Netbeans como herramienta de desarrollo; utiliza el programa NS-2 para realizar los cálculos de los ambientes a simular y NAM para presentar de manera visual el escenario; además se utilizan las librerías TraceGraph desarrolladas para Matlab para evaluar los resultados.

**Análisis del Throughput.**- El objetivo del primer escenario es determinar cómo es afectado el Throughput de una red con los diferentes tipos de algoritmos. Para la simulación se plantea dos nodos (A, B), el nodo A envía información B, a través de una red formada por varios nodos más.

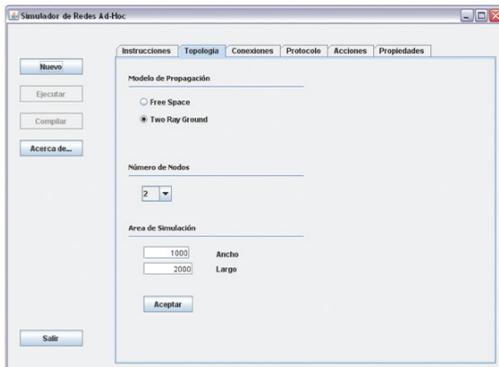


Figura 5. Simulador

Para el caso del algoritmo AODV el desempeño es alto hasta el cuarto nodo, a partir del cual el throughput cae casi en forma lineal hasta el noveno nodo donde el comportamiento tiende a estabilizarse. Para el caso de DSR, el desempeño decae de forma más rápida que en el caso anterior, pero tiende a estabilizarse un poco antes. Por último el desempeño de DSDV es el peor ya que su rendimiento cae de manera rápida por lo que para el noveno nodo la comunicación es nula. Esta degradación se produce por el incremento del número de colisiones y pérdida de paquetes (Figura 6).

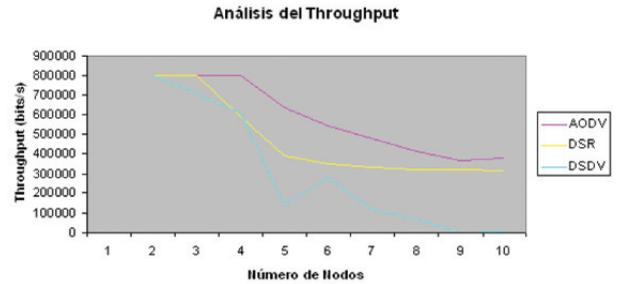


Figura 6. Análisis del Throughput

**Análisis del Tiempo de Establecimiento.**- El objetivo de esta simulación es determinar el tiempo que requiere cada algoritmo para establecer la comunicación entre dos nodos. El escenario consiste de dos nodos sin cobertura directa que intentan comunicarse sin éxito, para posteriormente establecer la comunicación por medio de un dispositivo intermedio.

Como se puede apreciar AODV es el algoritmo que de manera más rápida establece la comunicación con el nodo destino, alrededor de los 6 segundos, luego el algoritmo DSR, a los 11 segundos y por último DSDV que lo hace por encima de los 28 segundos (Figura 7).

**Análisis del Tiempo de Reestablecimiento.**- El objetivo de esta simulación es de determinar el tiempo que requiere cada algoritmo para reestablecer la comunicación entre dos nodos. El escenario consiste de dos nodos con conexión directa, que luego de un tiempo de dado pierden y deben reestablecerla a través de un nodo intermedio.

Análisis del tiempo de establecimiento de conexión (Primer escenario)

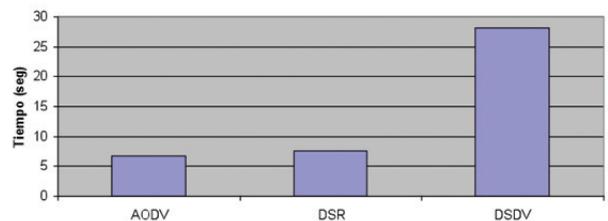


Figura 7. Análisis del tiempo de establecimiento de conexión

De la gráfica se puede ver cómo en un lapso de tiempo determinado para la transmisión, el algoritmo que mejores resultados presenta es DSR con 0,82 seg, para reestablecer la

conexión, mientras que AODV, demora 1,14 seg, por último está DSDV el cual una vez que pierde la comunicación logra reestablecerla al los 63,5 seg. (Figura 8).

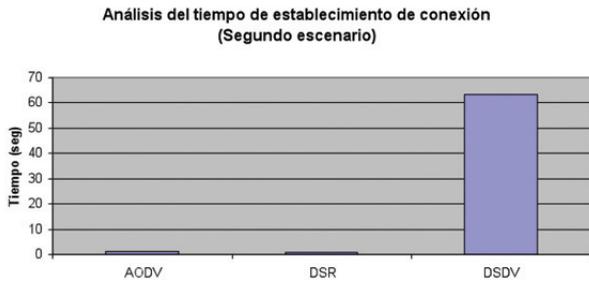


Figura 8. Análisis del tiempo de establecimiento de conexión

#### Análisis del Porcentaje de Pérdida de Paquetes.-

El objetivo de este escenario es determinar el porcentaje de paquetes perdidos en una red con los diferentes tipos de algoritmos. El escenario que se plantea para la simulación es el mismo que para el caso del análisis del Throughput.

Como se puede apreciar en la gráfica el algoritmo AODV es el que tiene un menor porcentaje de paquetes perdido, a medida que se incrementa el número de nodos. Para el caso de DSR se ve que a partir del tercer nodo empieza a incrementarse el porcentaje de pérdida de paquetes llegando un 70%. Para el último caso, DSDV, el porcentaje de pérdida de paquetes empieza a incrementarse antes que en los dos casos anteriores, llegando al 100% a partir del noveno nodo (Figura 9).

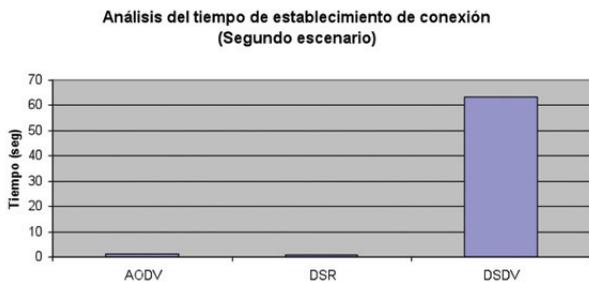


Figura 9. Análisis del Porcentaje de Pérdida de Paquetes

## Conclusiones

Las redes Ad-Hoc no están limitadas a un grupo homogéneo de computadores, sino a cualquier dispositivo capaz de transmitir por un medio inalámbrico.

El desempeño de un algoritmo de enrutamiento está dado por el uso de paquetes de control, lo cual tiene relación directa con el uso del ancho de banda disponible, el cual es limitado en las redes Ad-Hoc.

En redes Ad-Hoc con alta movilidad de los nodos, los algoritmos proactivos no presentan buenos resultados, ya que la actualización de sus tablas es en determinados períodos de tiempo lo que hace a la red vulnerable a la latencia.

Un algoritmo proactivo necesita mayor cantidad de paquetes de control para el mantenimiento de las tablas, pero la obtención de una ruta se realiza más rápido que un algoritmo reactivo, en el cual toma más tiempo el descubrimiento de una ruta pero no requiere de tantos paquetes de control para el mantenimiento de rutas.

El incremento del número de nodos en una red Ad-Hoc, provoca incremento en la carga ya que se agregan paquetes de control intercambiados entre los nodos, para mantener la ruta, esto consume el ancho de banda de la red por lo que desciende el Throughput.

El algoritmo DSDV es un algoritmo proactivo, que lo hace más lento para adaptarse a cambios en las rutas, mientras que AODV y DSR crean rutas nuevas de una manera más rápida, por lo que responden mejor ante variaciones en la red.

Aunque los algoritmos de enrutamiento de redes Ad-Hoc son valiosas herramientas no están habilitados para implementar el soporte de movilidad hacia redes externas.

Dada la topología dinámica y el ancho de banda limitado en las redes Ad-Hoc, las aplicaciones en tiempo real que puede soportar la red son aquellas que permiten flexibilidad en cuanto a sus requerimientos de ancho de banda y latencia.

Es recomendable tener presente que para la aplicación de un algoritmo de enrutamiento, es importante considerar el tamaño de la red y los recursos disponibles.

Es recomendable en caso de que se desee plantear un nuevo algoritmo de enrutamiento que este incorpore características reactivas, definiciones de clusters y pasarelas, de tal manera que a más de la posibilidad de comunicación interna en la red permita la interconexión con redes externas.

Las aplicaciones de este tipo de redes inalámbricas es muy variado, va desde entornos militares, para la comunicación de las unidades en batalla; aplicaciones de monitoreo, como en redes de sensores; redes vehiculares, para la coordinación del tráfico; domótica, para coordinación de los dispositivos del hogar, entre otras.

## Bibliografía

- S. Basagni, M. Copnti, S. Giordano, y Stojmenovic, "Mobile Ad-Hoc Networking". 2004.
- G. Casado, "Evaluación de criterios de elección de pasarelas en Manets Híbridas". España, Universidad de Málaga, 2007
- E. Costa, "Planificación y Compartición de Recursos en Redes Inalámbricas Malladas". España. Universidad de Vigo.
- C. Flores, "Mecanismos de enrutamiento para redes inalámbricas de área local de tipo malla". México. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 2007
- E. Morales, "Soporte de Calidad de Servicios (QoS) para Redes Móviles Ad-Hoc (Manets) con enrutamiento proactivo, utilizando el protocolo HOLSR". México. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 2004



### Autor. Darwin Omar Alulema Flores

Nació en Quito, Ecuador, el 28 de Septiembre de 1982. Recibió el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador en 2006, y el título de Magister en Teleinformática y Redes de Computadoras de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador en 2009, además realiza estudios de Jurisprudencia en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Actualmente ejerce como docente de las cátedras de Tecnologías Software para Electrónica I, Tecnologías Software para Electrónica II y Métodos Numéricos, en el Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.

# A Case Study of a Complex System with the Decimas Framework

Marina V. Sokolova<sup>1,2</sup>;  
Antonio Fernández-Caballero<sup>1</sup>; Francisco J. Gómez<sup>1</sup>



**Abstract**— This paper presents the DeciMaS framework, which supports the vital stages of information system creation. The case study for the DeciMaS framework is also presented. For this reason an agent-based decision support system (ADSS) is created and described in detail. We discuss the structure and the data mining methods of the designed ADSS. The intelligent ADSS described here provides a platform for integration of related knowledge coming from external heterogeneous sources, and supports its transformation into an understandable set of models and analytical dependencies, with the global aim of assisting a manager with a set of decision support tools.

**Keywords**— multi agent systems, data mining, decision making.

<sup>1</sup> Universidad de Castilla - La Mancha, Departamento de Sistemas Informáticos & Instituto de Investigación en Informática de Albacete, Campus Universitario s/n, 02071-Albacete, Spain  
marina@dsi.uclm.es, caballer@dsi.uclm.es  
<sup>2</sup> Kursk State Technical University, ul.50 let Oktiabrya, 94, Kursk, 305040, Russia

## Introduction

The principal objective of complex systems (CS) study and analysis is to give a possibility not only to understand and estimate it, but fundamentally to be able to forecast, control and manage it. It is clear that in case of CS we can not intend to embody ideas of rigid “command - execution” style management. On the contrary, we can only rely on flexible preemptive/anticipated correction, which would be harmonized with the nature and dynamics of the respective CS. The degree of control over different components of a CS vary. Indeed, we can control the technical or managerial subsystems, but the independent components of the CS generate their own uncontrolled decisions. Here, the classical decision making process converts in shared and constant collaboration between specialists, and in a supporting tool.

In the last years, some proposals for intelligent and agent-based decision support systems (e.g. Liu, Qian & Song, 2006; Ossowski et al., 2004; Petrov & Stoyen, 2000; Urbani & Delhom, 2005) have been described. New approaches of researching intelligent decision support systems (IDSS) appear following the rapid progress of agent systems and network technologies. Thus, a large range of works dedicated to environment and human health have been implemented as multi-agent systems (MAS), which are in the center of active research for more than ten years and resulted in many

successful applications. On the other hand, the use of data mining techniques for environmental monitoring, medicine, and social issues is also a rather common hot topic.

Moreover, using intelligent agents in IDSS enables creating distributed and decentralized systems and localizing control and decision making, as agents by their proper nature themselves continuously make decisions. In an IDSS, control and decision making can be viewed simultaneously, as the internal process, when the system (considered as a community of intelligent entities) solves problems and takes responsibilities for the chosen actions, and, at the same time, as an instrument, which prepares the necessary recommendation information for the human decision maker. Such diligence of responsibilities is essential for the IDSS, dedicated to work with complex systems, such as social, economical, environmental ones.

In this article, the framework that facilitates creation of decision support systems for complex domains is offered. We are going to present its main stages and describe them in more detail.

### The Decimas Framework

The framework for decision support system creation denominated "Agent Based Framework for DECision MAKing in Complex Systems" (DeciMaS), supports the vital stages of information system creation.

The purpose of the DeciMaS framework is to provide and to facilitate complex systems analysis, simulation, and, hence, their understanding and managing.

The overall approach used in the DeciMaS framework is straightforward. The system is decomposed into subsystems, and we use intelligent agents to study them. Then we pool together the obtained fragments of knowledge and we model general patterns of the system behavioral tendencies.

The framework consists of the following three principal phases:

**Preliminary domain and system analysis:** This is the initial and preparatory phase when an analyst, in collaboration with experts, studies the domain of interest, extracts entities and discovers its properties and relations. Then, he/she states the main and additional goals of the research, and the possible scenarios and functions of the system. During this exploration analysis, the analyst searches answers to the next questions: what has the system to do and how it has to do it. As a result of this collaboration the meta-ontology and the knowledge base appear. This phase is supported by the Protégé Knowledge Editor, which implements the meta-ontology, and by the Prometheus Design Kit, which is used to design the multi-agent

system and to generate the skeleton code for posterior implementation of the agent-based decision support system (ADSS).

**System design and coding:** The active "element" of this phase is a developer, who implements the agent-based system and prepares it for further usage. As a support at this phase, the Jack Intelligent Agents and JACK Development Environment software tools are used. Once the coding has finished and the system has been tested, the second phase of the DeciMaS concludes.

**Simulation and Decision Making:** This is the last phase of the DeciMaS framework and it has a very special mission. During this phase the final user - a decision maker - can interact with the system, constructing solutions and policies, and estimating consequences of possible actions on the basis of simulation models.

### The Case Study for the Decimas Framework

To exemplify the usage of the DeciMaS framework and have designed an ADSS and have applied it to environmental issues in the sense that the system calculates the impacts imposed by the pollutants on the morbidity, creates models and makes forecasts, permitting to try different variants of situation change.

The DeciMaS framework consists from three phases, that is reflected in the architecture of the ADSS. The proposed system is logically and functionally divided into three layers; the first is dedicated to meta-data creation (information fusion), the second is aimed to knowledge discovery (data mining), and the third layer provides real-time generation of alternative scenarios for decision making. Within the logical levels act agents.

The levels do not have strongly fixed boundaries, because the agents construct a community, in which agent spheres of competence can overlap, and the boundaries smooth.

The goals of the ADSS repeat the main points of a traditional decision making process, which includes the following steps: (1) problem definition, (2) information gathering, (3) alternative actions identification, (4) alternatives evaluation, (5) best alternative selection, and, (6) alternative implementation.

The first and the second stages are performed during the initial step, when the expert information and initial retrospective data is gathered, the stages 3, 4 and 5 are solved by means of the MAS, and the 6th stage is supposed to be realized by the decision maker.

Though the goals of the ADSS are determined and keep being constant for various domains, the goals of the case study are not visible and clear at the first sight, that is why the domain of interest has been studied with creation of a goal tree. Prometheus Design Tool (PDK) offers graphical tools to construct it.

The every level of the proposed system is oriented to solve a global goal. The first layer is dedicated to data retrieval, fusion and pre-processing, the second one discovers knowledge from the data and the third deals with making decisions and generating the output information. Let us observe in more details the tasks solved at each level.

In first place, data search, fusion and pre-processing is being delivered by two agents, which perform a number of tasks, following the next workflow:

*Information Search -> Data Source Classification -> Data Fusion -> Data Pre-processing ->Believes Creation.*

The second logical level is completely based on autonomous agents, which decide how to analyze data and use their abilities to do it. The principal tasks to be solved at this stage are:

- to state the environmental pollutants that impact on every age and gender group and determine if they are associated with previously examined diseases groups;
- to create the models that explain dependencies between diseases, pollutants and groups of pollutants.

Thus, the aim is to discover the knowledge in form of models, dependencies and associations from the pre-processed information, which comes from the previous logical layer. The workflow of this level includes the following tasks:

*State Input and Output Information Flows -> Create Models ->Assess Impact -> Evaluate Models -> Select Models -> Display the Results*

The third level of the system is dedicated to decision generation. So, both the decision making mechanisms and the human-computer interaction are important here. The system works in a cooperative mode, and it allows decision maker to modify, refine or complete the decision suggestions, providing them to the system and validating them.

This process of decision improvement is repeated indefinitely until the consolidated solution is generated. The workflow is represented below:

*State Factors for Simulation -> State the Values of Factors ->Simulate -> Evaluate Results -> Check Possible Risk -> Display the*

*Results -> Receive Decision Maker Response -> Simulate ->Evaluate Results -> Check Possible Risk -> Display the Results*

Agents communicate to each other and are triggered by events and sent messages, and share common data. A preliminary system specification was realized by means of the Prometheus Development Kit (PDT), which was chosen due to its possibilities to determine the system structure, the functionalities, the agents' communications and their internals. The other advantage is that PDT incorporates a graphical interface and the possibility to generate the primary code for the JACK Intelligent Agents™ software agent tool. We used Jack to code and test the ADSS.

## **Data Mining Tools within the ADSS**

### **Agents for Data Search, Fusion and Pre-processing**

Our system is an intelligent agent-based decision support system, and as such it provides a platform for integration of related knowledge from external heterogeneous sources, it supports their transformation into an understandable set of models and analytical dependencies, assisting a manager with a set of decision support tools. The ADSS has an open agent-based architecture, which would allow an easy incorporation of additional modules and tools, increasing the number of functions of the system.

Information Search obliges agents to search for data storages that might contain the necessary information, and then classify the found sources in accordance with their type, the presence of ontology concepts and the file structure organization.

After these tasks have been solved, the next work to do is to search the necessary values and their characteristics in agreement with the domain ontology. The crucial task here is to provide the semantic and syntactic identity of the retrieved values, saying they have to be pre-processed before being placed into the ontology and the agent's beliefs set. The properties for the "pollutant" concept include scale, period of measurement, region, value, and pollutant class, whereas "disease" properties include age, gender, scale, measurement period, region, value, and disease class.

Thus, the **Data Aggregation** agent (DAA) firstly searches for information sources and reviews them trying to find if there was a key ontological concept there. If the file contains the concept, the **Data Aggregation** agent sends an internal event to start data retrieval, and passes the identifier of the concept. The plan responsible for execution with the identified concept starts reading the information file and searching for terms of interest.

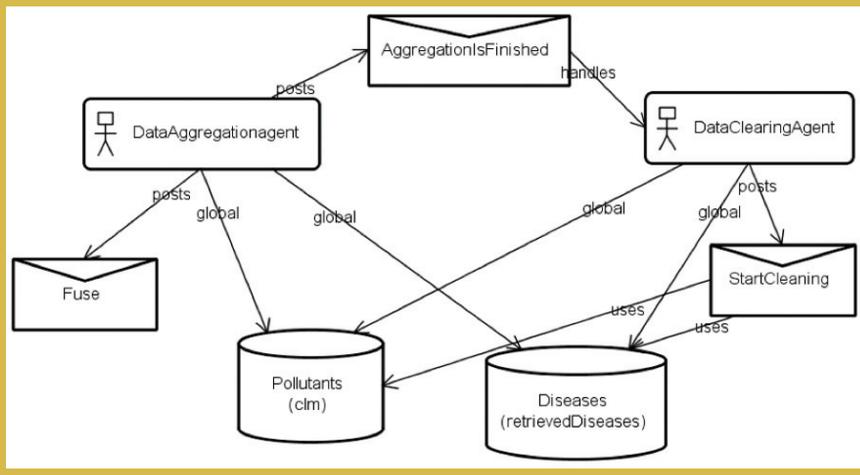


Figure 1. Interaction between the Data Aggregation and Data Clearing agents.

After having checked the information sources presented, and having called plans to recover data, the DAA forms two belief types: “pollutants” and “diseases”. Then, the **Data Aggregation** agent sends a message about fusion termination to the **Data Clearing** agent (DCA). The **Data Clearing** agent searches for gaps and outliers. The DCA uses event StartCleaning, capability Cleaning and plans Smooth, FillGaps and Outliers, which respectively do outliers identification and elimination, gaps filling and smoothing, and the believes the agent possess.

There are two types of believes for the DCA: “Pollutants” and “Diseases”. The “Pollutants” type currently stores information about pollutants in Castilla-La Mancha (a Spanish region), and contains the following key fields: identity number, region, pollutant name, and value fields, which store yearly records for pollutants. The “Diseases” type determines the beliefs structure for diseases, and includes the same fields as the “Pollutants” type plus the key fields: age and gender. Figure 1 offers a view on the DAA and the DCA and their interactions.

There are two global named data believes created, which can be later used by all the other agents. There is a global believe “Diseases”, used in internal plans (and later for data visualization), and the private belief PollutantsN, which belongs to “Pollutants” type and is used in some plans of the DCA for internal calculations.

Also, double data are filtered during data fusion. Before pasting a value into its place in the MAS believes, the **Data Aggregation** agent checks if a record with the same properties has already been pasted. This procedure appeared to be very effective, as the sources of information for sequential years contain data about previous years, and, while searching for the values, on the first stage, DAA copies them all. Every record has its identification, which codes its properties. So, the DAA analyzes identifications of retrieved values and eliminates

the similar ones.

If the recovered values satisfy all the requirements imposed or have been adjusted properly, they are placed in the ontology. DCA then is triggered by the AggregationIsFinished message and starts executing plans to pre-process the newly created data sets (they are checked for anomalies, double and missing values, then normalized and smoothed) and creates a global belief, prepared for further calculations.

### Agents for Data Mining

Our system is an intelligent agent-based decision support system, and as such it provides a platform for integration of related knowledge from external heterogeneous sources, it supports their transformation into an understandable set of models and analytical dependencies, assisting a manager with a set of decision support tools. The ADSS has an open agent-based architecture, which would allow an easy incorporation of additional modules and tools, increasing the number of functions of the system.

Data fusing and further cleaning compose the preparation phase for data mining. We check the consistency of the obtained data series, and, first of all, outliers have to be detected.

The most well known method of outliers identification is the Z-score standardization, which sets a value as an outlier if it is out of  $[-3\sigma, 3\sigma]$  intervals of the standard deviation. The only disadvantage of this method, which makes it not suited to apply here, is that it is too sensitive to the presence of the outliers in our input data. That is why we decided to try more robust statistical methods of outlier detection, based on using the interquartile range.

It states, that a data value is an outlier if:

- it is lower than  $(Q1 - 1.5(IQR))$ ,
- it is higher than  $(Q3 + 1.5(IQR))$ ,

where Q1 is a 25th percentile, Q3 is a 75th percentile, and  $IQR = Q3 - Q1$ .

Data normalization is required in order to proceed with further modeling, for example for neural networks creation. DCA can execute Z-score standardization as follows:

$$X^* = \frac{X - \text{mean}(X)}{SD(X)} \quad (1)$$

Where  $\text{mean}(X)$  is the mean and  $SD(X)$  is the standard deviation, or the Min-Max deviation:

$$X^* = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2)$$

These types of normalization are used in different plans by **Function Approximation** (FAA) and **Impact Assessment** agents (IAA). There is a number of ways to replace values for missing data. For instance, we replace values with the mean of the k neighboring values, and the number of values depends on the position of the gap, whether in the middle of the time series or in the edge. The fields with missing values cannot be omitted, as we analyze time series, and as they are usually short, every value in the series is valuable. DCA uses the exponential smoothing, where recent observations are given relatively more weight in forecasting than older observations.

Before starting the modeling itself, we state the inputs (the pollutants) and the outputs (the diseases) for every model. The principal errors to be avoided here are to include input variables which are highly correlated to each other and to include the variables which correlate with the dependent output variables in the model. In this case, we would not receive independent components and the model would not be adequate. These difficulties are anticipated and warned by correlation analysis and factor dimension decomposition, which is based on a neural-network approach.

The **Impact Assessment** agent establishes the groups of factors that can be used to model the dependent variable using the non-parametrical correlation analysis. More precisely, the Mann-Whitney test is used. Those variables, which demonstrated correlation with a given pollutant, are excluded from the set of factors for that concrete pollutant.

To select the most influencing pollutants for every disease, we create neural networks with pollutants as inputs and the variable of interest as output. After training, we make sensitivity analysis for the network and mark the variables that have greater weights as the most influencing ones for that variable (or pollutant).

To be able to make decisions in the system, we need to have adequate functional models of the type  $Y=f(X)$ . This way, it is possible to simulate disease tendencies and to calculate their values depending on the studied factors, on the one hand. Besides, we require autoregressive models to calculate factor dynamics caused by them. So, the **Function Approximation** agent (FAA) has to be able to execute many data mining strategies. It executes a set of plans, which create statistical regression models (linear and non-linear), the models based on feed-forward neural networks (FFNN), GMDH-models and their hybrids, represented in form of committee machines.

Committee machines provide universal approximation, as the responses of several predictors (experts) are combined by means of a mechanism that does not involve the input signal, and the ensemble average value is received. As predictors we use regression and neural network based models.

The set of created models is wide and contains linear and non-linear regression, neural-networks based models, inductive models based on the group method of data handling approach (GMDH) and their hybrids (Madala and Ivakhnenko, 1994).

After their creation, the models are validated. The selection of the best models for every disease is realized by statistical estimators, which validate the approximation abilities of the models. **Function Approximation** agent uses a set of data mining techniques, including regression linear and non-linear models, autoregression models, and neural networks based on multilayer perceptron.

As we deal with short data sets, we create data models, using GMDH, which is based in sorting-out of gradually complicated models and selecting the best solution by the minimum of external criterion characteristic. Also it is supposed that the object can be modeled by a certain subset of components of the base function. The main advantage derived from such a procedure is that the identified model has an optimal complexity adequate to the level of noise in the input data (noise resistant modeling).

### Agents for Simulation

Simulation, together with the previous information about impact assessment and modeling, forms a foundation knowledge, which facilitates the process of making a decision to the user. The final model for every process is a hybrid committee machine of cascading type, which includes the best models received during the data mining procedure.

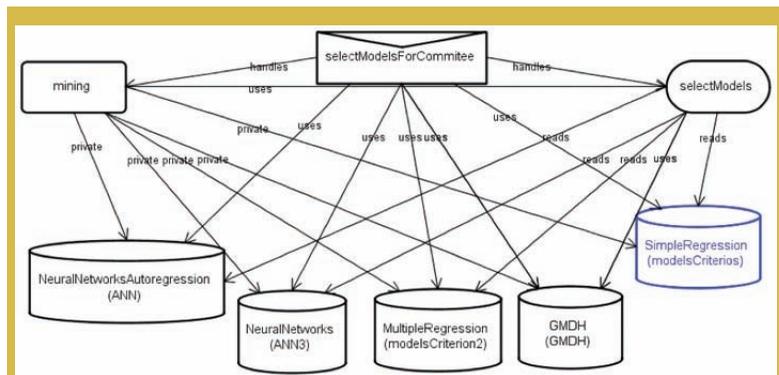


Figure 2. JACK diagram of committee machine creation.

The committee machine (see Figure 2) incorporates the FFNNs of autoregression models of factors, the best of the created regression, neural networks and GMDH models of dependent variables, and the block, which calculates the weighted final value. This way of combining models enables increasing the quality of the prediction by incorporating different models of the process and proposing their weights.

FFNN are trained by the backpropagation algorithm, with momentum term (Haykin, 1999). The training process stops when the error reaches the minimal value and then stays at this level. Experiments have shown that the error function curve for the studies processed has the “classical” view. In other words, the error value decreases quickly during the first epochs of training, and then continues decreasing more slowly.

## Results

The ADSS has an open agent-based architecture, which would allow us an easy incorporation of additional modules and tools, enlarging a number of functions of the system. The system belongs to the organizational type, where every agent obtains a class of tools and knows how and when to use them. Actually, such types of systems have a planning agent, which plans the orders of the agents’ executions. In our case, the main module of the Jack program carries out these functions. In Figure 3 a part of the code is shown. There, the **Data Aggregation** agent is constructed with a constructor:

```
“DataAggregationAgent    DAA1    =    new
DataAggregationAgent (“DAA”)”,
```

And then some of its methods are called, for example, DAA1.fuseData(). The DataClearingAgent is constructed as

```
“DataClearingAgent      DCA      =    new
DataClearingAgent      (“DCA”,    “x.dat”,
“y.dat”)”
```

Where “x.dat” and “y.dat” are agents believes of “global” type. This means that they are open and can be used by the other agents within the system. Finally, the ViewAgent, which displays the outputs of the system functionality and realize interaction with the system user, is called.

As the system is autonomous and all the calculations are executed by it, the user has only access to the result outputs and the simulation window. He/she can review the results of impact assessment, modeling and forecasting and try to

simulate tendencies by changing the values of the pollutants.

To evaluate the impact of environmental parameters upon human health in Castilla-La Mancha, in general, and in the city of Albacete in particular, we have collected retrospective data since year 1989, using open information resources offered by the Spanish Institute of Statistics and by the Institute of Statistics of Castilla-La Mancha. As indicators of human health and the influencing factors of environment, which can cause negative effect upon the noted above indicators of human health, the factors described in Table 1 were taken.

```
public class Program{
    public static void main(String args[]){
        DAA DAA1 = new DAA ("DAA");
        DAA1.fuseData();
        System.out.println("MAIN program: have fused");
        DAA1.checkDoubleRecords();
        DAA1.addData();
        DAA1.writeBels();

        DataClearingAgent DCA = new DataClearingAgent ("DCA", "x.dat", "y.dat");
        DCA.fillGaps();
        DCA.outliers();
        DCA.writeNewX();
        DCA.formNewDataX();
        DCA.doRangs();
        DCA.groupsForModels();
        DCA.writeRangs();
        DCA.writeForModels();
        DCA.razmnozaemsa();

        ImpAssessment IA = new ImpAssessment ("IA", "xNew.dat", "yNew.dat", "forMode
        IA.createDataArrays();
    }
}
```

Figure 3. The main program window in JACK.

The ADSS has recovered data from plain files, which contained the information about the factors of interest and pollutants, and fused in agreement with the ontology of the problem area. It has supposed some necessary changes of data properties (scalability, etc.) and their pre-processing. After these procedures, the number of pollutants valid for further processing has decreased from 65 to 52. This significant change was caused by many blanks related to several time series, as some factors have started to be registered recently. After considering this as an important drawback, it was not possible to include them into the analysis. The human health indicators, being more homogeneous, have been fused and cleared successfully.

The impact assessment has shown the dependencies between water characteristics and neoplasm, complications of pregnancy, childbirth and congenital malformations, deformations and chromosomal abnormalities. Part of Table 2 shows that within the most important factors apart from water pollutants, there are indicators of petroleum usage, mines outcome products and some types of wastes.

The ADSS has a wide range of methods and tools for modeling, including regression, neural networks, GMDH, and hybrid models. The function approximation agent selected the best models, which were: simple regression – 4381 models; multiple regression – 24 models; neural networks – 1329 models; GMDH – 2435 models. The selected models were included into the committee machines.

We have forecasted diseases and pollutants values for the period of four years, with a six month step, and visualized their tendencies, which, in common, and in agreement with the created models, are going to overcome the critical levels. Control under the “significant” factors, which cause impact upon health indicators, could lead to decrease of some types of diseases.

On Figure 4 there is a picture of the “View Results” window, where the user can choose the region, disease and age category, and get information about impact assessment and forecast for the factor of interest.

### Conclusions

The agent-based decision making problem is a complicated one, especially for a general issue as environmental impact upon human health. We should note some essential advantages we have reached, and some directions for future research.

First, the ADSS supports decision makers in choosing the behavior line (set of actions) in such a general case, which is potentially difficult to analyze and foresee. As for any complex system, ADSS allows pattern predictions, and the human choice is to be decisive.

Type of Disease/Pollutant	Disease class
Endogenous diseases:	Certain conditions originating in the perinatal period; Congenital malformations, deformations and chromosomal abnormalities.
Exogenous diseases:	Certain infectious and parasitic diseases; Neoplasm; Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism; Endocrine, nutritional and metabolic diseases; Mental and behavioral disorders; Diseases of the nervous system; Diseases of the eye and adnexa; Diseases of the ear and mastoid process; Diseases of the circulatory system; Diseases of the respiratory system; Diseases of the digestive system; Diseases of the skin and subcutaneous tissue; Diseases of the musculoskeletal

Type of Disease/Pollutant	Disease class
	system and connective tissue; Diseases of the genitourinary system; Pregnancy, childbirth and the puerperium; Symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, not elsewhere classified; External causes of morbidity and mortality.
Transport:	Number of Lorries, Buses, Autos, Tractors, Motorcycles, Others.
Water pollution:	Total volume of spilled water, Total volume of reutilized water, Dissolved oxygen (DOB, DBO5), Solids in suspension, Metals, Nitrites.
Industry:	Petroleum liquid gases, Car gasoline, Gasoline, Kerosene, Gasohol, Fuel-oil, Asphalts, Main mining products.
Dangerous wastes:	Urban waste products (categorized), Industrial waste products (categorized).

Table 1. Diseases and pollutants studied in research.

Second, as our work is very time consuming during the modeling, we are looking forward to both revise and improve the system and deepen our research. Third, we consider making more experiments varying the overall data structure and trying to apply the system to other but similar application fields.

Region	Castilla La Mancha
Neoplasm	Nitrites in water; Miner products; DBO5; Dangerous chemical wastes; Fuel-oil; Petroleum liquid gases; Water: solids in suspension; Asphalts; Non-dangerous chemical wastes.
Diseases of the blood and blood-forming organs, the immune mechanism	DBO5; Miner products; Fuel-oil; Nitrites in water; Dangerous wastes of paper industry; Water: solids in suspension; Dangerous metallic wastes
Pregnancy, childbirth and the puerperium	Kerosene; Petroleum; Petroleum autos; Petroleum liquid gases; Gasohol; Fuel-oil; Asphalts; Water: DQO; DBO5; Solids in suspension; Nitrites.
Certain conditions originating in the prenatal period	Non-dangerous wastes: general wastes; mineral, constriction, textile, organic, metal. Dangerous oil wastes.
Congenital malformations, deformations and chromosomal abnormalities	Gasohol; Fuel-oil; DQO in water; Producing asphalts; Petroleum; Petroleum autos; Kerosene; Petroleum liquid gases; DBO5 in water; Solids in suspension and Nitrites.

Table 2. Part of the Table with the outputs of impact assessment.

The ADSS provides all the necessary steps for standard decision making procedure by using intelligent agents. The levels of the system architecture, logically and functionally connected, have been presented. Real-time interaction with the user provides a range of possibilities in choosing one course of action from among several alternatives, which are generated by the system through guided data mining and computer simulation. The system is aimed to regular usage for adequate and effective management by responsible municipal and state government authorities.

We used as well traditional data mining techniques, as other hybrid and specific methods, with respect to data nature (incomplete data, short data sets, etc.). Combination of different tools enabled us to gain in quality and precision of the reached models, and, hence, in recommendations, which are based on these models. Received dependencies of interconnections and associations between the factors and dependent variables helps to correct recommendations and avoid errors.



Figure 4. Result viewing window of the ADSS.

## Bibliography

- Haykin, S., 1999. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice-Hall.
- Jack™ Intelligent Agents home page. <http://www.agent-software.com/shared/home/>.
- Liu, L., Qian, L. & Song, H., 2006. Intelligent group decision support system for cooperative works based on multi-agent system. In Proceedings of the 10th International Conference on CSCW in Design, CSCWD 2006, pp. 574–578.
- Madala H.R. & Ivakhnenko A.G., 1994. Inductive Learning Algorithms for Complex System Modeling, CRC Press, ISBN: 0-8493-4438-7.
- Ossowski, S., Fernandez, A., Serrano, J.M., Perez-de-la-Cruz, J.L.,

Belmonte, M.V., Hernandez, J.Z., Garcia-Serrano, A. & Maseda, J.M., 2004. Designing multiagent decision support system: The case of transportation management. In 3rd International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, AAMAS 2004, pp. 1470–1471.

- Padgham, L. & Winikoff, M., 2004. Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide. John Wiley and Sons.
- Padgham, L. & Winikoff, M., 2002. Prometheus: A pragmatic methodology for engineering intelligent agents. In Proceedings of the Workshop on Agent Oriented Methodologies (Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications), pp. 97-108.
- Petrov, P.V. & Stoyen, A.D., 2000. An intelligent-agent based decision support system for a complex command and control application. In Sixth IEEE International Conference on Complex Computer Systems, ICECCS'00, pp. 94–104.
- Prometheus Design Tool home page. <http://www.cs.rmit.edu.au/agents/pdt/>.
- Sokolova, M.V. & Fernández-Caballero, A., 2007. A multi-agent architecture for environmental impact assessment: Information fusion, data mining and decision making. In 9th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2007, vol. 2, pp. 219-224.
- Urbani, D. & Delhom, M., 2005. Water management policy selection using a decision support system based on a multi-agent system. In Lecture Notes in Computer Science, 3673, pp. 466–469.
- Weiss, G., 1999. Multi-agent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. The MIT Press.



Author. Marina V. Sokolova

Born in Russia, Kursk. In 2000 graduated from the Engineering Department and in 2004 obtained her Ph.D. in “Administration in complex systems” from the Kursk State Technical University. Now she is a associate professor of the Safety of Vital Activity Department of the Kursk State Technical University and is a visiting professor in the University of Castilla-La Mancha, Albacete, Spain. Marina V. Sokolova is interested in complex systems, systems for decision support and multi-agent systems.

# Manejo del Agua de Riego en Zonas de Ladera

Marcelo Calvache Ulloa,<sup>1</sup>



**Resumen**— La agricultura es siempre el mayor usuario de todos los recursos hídricos puesto que absorbe alrededor del 70 % del consumo mundial. La agricultura de secano se practica en un 80 % de las tierras arables y la agricultura bajo riego en 20 %, produce el 40 por ciento de los cultivos alimenticios del mundo.

La poca disponibilidad de agua, la baja productividad y la escasez de mano de obra son las principales razones que motivaron la búsqueda y adaptación de sistemas de riego más eficientes en terrenos de ladera de altas pendientes. Para pasar del riego por surcos al riego por aspersión y por goteo significa un enorme cambio tecnológico. Los sistemas de riego por aspersión y por goteo adaptados a zonas de montaña, aunque son simples en su configuración física son complicados para el manejo de los agricultores, principalmente en la programación del riego de acuerdo al ciclo del cultivo, la correcta determinación del tiempo de riego, la definición adecuada del espaciamiento entre aspersores y goteros y la adecuada manipulación de los equipos para lograr un buen manejo del agua.

En este artículo se presenta información generada en zonas de ladera del Ecuador sobre los componentes de un sistema de riego en laderas, sobre la eficiencia de conducción,

de la uniformidad de aplicación del agua de riego, la cantidad de agua efectivamente almacenada en el perfil del suelo, las pérdidas por infiltración profunda y las pérdidas adicionales por escorrentía así como datos sobre la eficiencia de uso de agua por los cultivos

**Palabras clave**— Agricultura, sistemas de riego, terrenos de ladera.

## Introducción

Las condiciones de la pequeña producción y de agricultura familiar principalmente ubicada en las zonas de laderas en las diferentes cuencas hidrográficas, dispone de fuentes hídricas aprovechables para fines productivos y han desarrollado experiencias notables en la producción de hortalizas, frutas entre otros. No obstante, requieren disponer de un sistema de riego de bajo costo que potencialice la calidad de la producción.

La aplicación del agua en forma artificial a los cultivos forma parte de un sistema de riego, en el cual se consideran tres zonas básicas: 1) Zona de captación; 2) Zona de conducción; 3) Zona de aplicación o uso del agua. Un sistema de riego bien operado y manejado produce índices económicos grandes

<sup>1</sup> Marcelo Calvache Ulloa. 099807674 / calvache@uio.satnet.net amcu10363@ute.edu.ec

para los usuarios, en cambio, lo contrario, produce pérdidas considerables a la sociedad. En el Ecuador el mal uso del agua se lo viene observando desde la captación y regulación hasta la aplicación del agua a las diferentes parcelas por medio de métodos de riego improvisados y mal planificados, lo que hace que se alcancen eficiencias de uso del agua en los sistemas, del orden de un 20 a 30%. La utilización de métodos de riego bien estructurados y planificados a nivel predial, prácticamente son muy restringidos en nuestro país ya que la mayor superficie se riega por surcos subutilizando el agua, alcanzando eficiencias de aplicación de agua desde un 15% hasta un 50 % (Calderón y Calvache, 2006; Coello y Calvache, 2006; Pacheco y Calvache, 2006)

El riego por aspersión aplica el agua en forma de lluvia en una superficie circular. En los sistemas de riego en ladera generalmente se trabaja con una ala de riego compuesta de uno o dos aspersores, cincuenta metros de manguera de polietileno calibre cuarenta y diámetro igual a 1/2 pulgada ó 3/4 de pulgada. El ala se va cambiando de lugar hasta completar el humedecimiento de todo el lote (Avidan, 1993; Calvache, 1998). El aspersor puede tener una o dos boquillas, que son los orificios a través de los cuales sale el chorro de agua a presión, que hace impacto sobre el brazo y se produce el fraccionamiento del chorro en pequeñas gotas de lluvia (Keller, 1988; Avidan 1993). En las zonas de ladera es posible instalar equipos de riego por goteo y microaspersión, ya que estas modalidades funcionan con bajas presiones y pequeños caudales.

En el riego por microaspersión, un pequeño difusor aplica el agua por debajo del follaje de los árboles frutales. Estos sistemas de riego en la ladera tienen la ventaja de no ser erosivos para los suelos, el de disponer de un mecanismo de apertura y cierre de los hidrantes, que prácticamente evita desperdicios de agua por un posible mal manejo ((Keller, 1988; Avidan 1993).

El riego por goteo es un sistema de riego que entrega el agua gota a gota, según su necesidad, humedeciendo solo una parte del suelo, donde se concentran las raíces, por ello también se le llama riego localizado o de alta frecuencia, pues se aplica el agua casi a diario o algunas veces más de una vez al día. Una de las principales ventajas es que permite la aplicación de fertilizante a través del sistema igualmente de manera localizada, siendo más eficiente (Keller, 1988).

El sistema de riego más acorde para los suelos en laderas es el riego por goteo, el cual cuenta con las ventajas comparativas de ser, por un lado de bajo costo tanto en instalación como en mantenimiento, de fácil operación, manual y muy eficiente. Utilizando solamente el desnivel del reservorio y el terreno a irrigar, se obtiene un mejor manejo del recurso agua, no utiliza bombas convencionales de combustible y/o electricidad, no contamina, no hace ruido y optimiza definitivamente el uso del agua (Calvache, 1998).

## Componentes de un Sistema de Riego en Ladera

Un sistema de riego en ladera está constituido por obras civiles y estructuras hidráulicas que permiten la captación, conducción y distribución del agua para beneficiar una zona agrícolamente explotable. (Arango, 1998; Keller, 1988).

**La Microcuenca.-** Las comunidades beneficiarias del Programa de Riego en Ladera, deben ser muy cuidadosas con la microcuenca que les surte de agua al sistema de riego. La conservación de la vegetación, evita que se presenten problemas en la microcuenca relacionados con la disminución de los caudales y la erosión, evitándose de esta forma unos mayores costos en la operación y mantenimiento del sistema.

También va a ser mayor la probabilidad de que el agua pueda ser aprovechada a lo largo del año en los períodos que realmente se requiere de ella, puesto que habrá una verdadera función reguladora de la microcuenca por estar protegida con vegetación. En definitiva la conservación de una microcuenca está determinada por el manejo adecuado que se haga de los recursos suelo, agua y vegetación (Arango, 1998)

**Obras de captación.-** Se entiende por captación, la estructura o conjunto de estructuras que es necesario construir en una fuente de abastecimiento, para asegurar la desviación de una cantidad de agua determinada. Las obras de captación deben asegurar que en todo tiempo y bajo cualquier condición se capte o derive el caudal previsto o de diseño con el menor costo posible (Arango, 1998; Keller, 1988).

**La Bocatoma.-** Es una estructura hidráulica con la cual se capta y deriva el agua de una corriente superficial permanente hacia el sistema de riego. Los componentes de la bocatoma son: muros de contención, el muro de presa, la rejilla, la cámara de derivación. El muro de presa se puede construir a lo ancho de la fuente de agua y su función es subir el nivel del agua y dirigirla hacia la rejilla para que luego llegue a la cámara de derivación. Los muros de contención se encuentran a los lados, su función es encauzar el agua y proteger las orillas de la fuente de agua. (Arango, 1998; Keller, 1988).

**Disipadores de energía.-** Cuando el agua fluye a través de estructuras de vertimiento como caídas, presas vertedoras u otro tipo de estructura de alta velocidad, el agua adquiere una alta energía cinética, capaz de erosionar el pie de la estructura vertedora y el canal aguas abajo. Por ejemplo, al pie del muro de presa, en el sitio donde golpea el agua que no entra al sistema de riego, debe existir siempre un disipador de energía, destinado a prevenir la socavación del lecho de la fuente de agua y/o de la obra (Arango, 1998). Las obras de captación una vez ejecutadas, se interponen en la corriente como un obstáculo y por consiguiente van a originar sedimentaciones y a sufrir las consecuencias de la erosión (Keller, 1988).

**El Desarenador.-** Es una estructura hidráulica, que permite retener y evacuar los sedimentos como arenas y gravas. El desarenador es un tanque que generalmente tiene tres cámaras. En la primera cámara de llegada, se encuentra el vertedero de excesos, el cual permite que el agua sobrante pueda volver a la fuente de agua (INAT, 1997).

Al pasar el agua a la segunda cámara a través de los orificios que existen en el muro deflector, pierde turbulencia y los sedimentos descienden hasta el fondo acumulándose en el depósito para lodos, desde donde pueden ser removidos mediante la operación de la válvula de lavado (Arango, 1998).

La tercera cámara equivale a un tanque de regulación, que se llena con agua limpia de sedimentos que pasa por encima del muro vertedero. Desde este tanque pasa el agua a las tuberías mediante la operación de la válvula principal (INAT, 1997).

**Red de Conducción.-** Consiste en transportar el agua desde el sitio de captación hasta el área de riego. Generalmente la disponibilidad de agua en las zonas de ladera es reducida, es necesario transportarla por ductos cerrados como: tubería de P.V.C., asbesto, cemento o canales revestidos que garanticen una buena eficiencia en la conducción (Arango, 1998).

En los sistemas de riego en ladera, la red de riego se encuentra constituida normalmente por una o dos tuberías principales, y varias tuberías secundarias o ramales, con varios hidrantes destinados a proveer de agua a las alas de riego en las cuales van los aspersores (INAT, 1997, Calvache, 1997).

Es frecuente que en los sistemas de riego en ladera, la bocatoma se encuentre más alta que la zona en donde se va aplicar el riego, de tal manera que mediante el uso de tuberías en lugar de canales o acequias, el agua puede llegar a los predios con la calidad, el caudal y la presión suficientes para operar el sistema de riego, sin desperdicios ni necesidad de motobombas (Keller, 1988).

Cada sistema de riego debe disponer del correspondiente plano de la red de conducción. En el plano debe indicar la localización, el diámetro y la presión de trabajo de las tuberías de cada tramo de la red de conducción de agua. En la línea principal y en los ramales también aparece la localización de los principales accesorios, válvulas y estructuras (Arango, 1998).

### **Distribución del agua**

El sistema de distribución a emplear es el de gravedad, para lo cual se debe considerar la diferencia de nivel entre la captación y el área de riego. Cuando esto no sea posible se emplearán los equipos de bombeo con las condiciones

requeridas para que funcionen los sistemas de aplicación de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto (INAT, 1997; Calvache, 1997).

### **El Hidrante, el regulador de presión y el ala de riego**

En cada predio se dispone de los hidrantes o tomas de riego. Cada hidrante se acciona hundiendo la llave bayoneta que está en uno de los extremos de la manguera que lleva el tubo elevador y el aspersor, éste conjunto se llama ala de riego. Para la protección de los hidrantes, se construye cajas con su correspondiente tapa y candado para evitar daños a este elemento (Arango, 1998).

El aspersor puede tener una o dos boquillas, que son los orificios a través de los cuales sale el chorro de agua a presión, que hace impacto sobre el brazo y se produce el fraccionamiento del chorro en pequeñas gotas de lluvia. Este brazo, al regresar por efecto del resorte, golpea el cuerpo del aspersor y produce parte del giro. Algunos aspersores vienen con un tornillo difusor, el cual ayuda a romper el chorro en gotas muy finas y sirve para que así los agricultores efectúen el riego, por ejemplo de semilleros. Otros, disponen de un mecanismo de giro parcial, muy útil para regar en los bordes y en las esquinas de los lotes (PAVCO, 1985).

### **Sistema de Aplicación**

En las zonas de ladera la disponibilidad del recurso hídrico es cada vez más reducida, por lo tanto se hace necesario emplear un sistema de riego de alta eficiencia de aplicación, que garantice la conservación de los suelos, su adecuada explotación y el manejo racional del recurso agua, que tenga además en cuenta las características topográficas y agrológicas de los suelos, así como también los tipos de cultivos (INAT, 1997; Calvache, 1997). Los sistemas de aplicación más recomendados son por goteo y por aspersión.

### **Riego por Aspersión**

Este sistema de riego distribuye el agua en forma de lluvia, mediante aspersores que giran alrededor de un eje por la fuerza de la presión hídrica. Los aspersores van conectados a una tubería, denominada ala de riego, y sobre tubos elevadores verticales, que disipan la turbulencia adquirida por el agua al pasar de la tubería al aspersor. No precisa ninguna preparación previa del suelo y su eficiencia en la aplicación del agua es superior a los riegos por superficie. Se recomienda cuando existe poca disponibilidad de agua, una alta o baja velocidad de infiltración del agua, una excesiva parcelación o un relieve accidentado. No es adecuado en zonas de fuertes vientos, ni con agua salina en cultivos cuyas hojas se dañen al quedar las gotas en ellas. La intensidad de la lluvia no debe superar la capacidad de infiltración del suelo, para no encharcarlo (Cisneros,

2002, Keller, 1988).

#### **Tipos de aspersores, por su forma de girar:**

- De impacto: giran a impulsos del chorro de agua sobre un brazo oscilante.
- De turbina: tienen un giro continuo, al discurrir el agua por un mecanismo de turbina.

#### **Tipos de aspersores, por su presión de trabajo:**

- De baja presión: se clasifican así cuando tienen una presión menor o igual a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Son capaces de mojar un radio de hasta 12 m, como máximo.
- De media presión: entre 1,5 y 4,5 kg/cm<sup>2</sup>. El radio mojado varía entre los 12 y los 25 m.
- De alta presión: cuando la presión de trabajo es superior a 4,5 kg/cm<sup>2</sup>. El radio de cobertura puede alcanzar hasta 60m.

#### **Ventajas**

- Puede ser utilizado con facilidad en terrenos con pendientes pronunciadas;
- Se puede dosificar el agua con una buena precisión;
- No afecta el material vegetal sometido a riego, ya que se elimina la presión que el agua puede ofrecer a las plantas; y como es homogénea su distribución sobre el material vegetal, el riego de la vegetación por aspersión es total y se distribuye suavemente el agua sobre toda el área deseada.

#### **Desventajas**

- El consumo de agua es mayor que el requerido por el riego por goteo; siendo este muy importante en cada caso de riego
- Se necesita determinar bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%.

#### **Riego por Goteo**

El método de riego por goteo, es la técnica más avanzada de que se dispone actualmente para la aplicación eficiente de agua a los cultivos, y consiste fundamentalmente, en aplicar el agua en zona radicular, en forma de gotas, mediante un sistema de tuberías y emisores, logrando la máxima eficiencia en la distribución hídrica. El principio básico comprende la entrega a baja presión de agua limpia a través de emisores individuales. Este sistema de riego requiere menos energía que los sistemas de aspersión. Además, como sólo maneja una parte

del suelo, se pierde poca agua por evaporación, excepto la que pasa por la planta y sale al aire por transpiración, de modo que se obtiene una eficiencia de aplicación superior al 90%. El goteo es un tipo de riego de flujo diario, ya que normalmente se aplica diariamente, pero en volúmenes reducidos, evitando, de esta manera, la lixiviación de elementos nutritivos. (Calvache, 1998).

Las características técnicas de este sistema lo presentan como un método sofisticado, delicado, funcional, eficaz y costoso, pero hay que tener presente que, todas las ventajas del método de riego por goteo se convierten en desventajas, cuando el sistema está mal diseñado, mal instalado, mal operado, o no se realizan los trabajos de mantenimiento necesarios para un óptimo funcionamiento (Taipe y Calvache, 2007, Calvache, 1998).

Es básico establecer previamente la necesidad o las razones por las que se pretende establecer un equipo de riego por goteo. Las razones pueden ser variadas, pero las más frecuentes pueden ser: Poca agua en la zona, problemas con la topografía del terreno, aumento de la producción, rentabilidad económica del cultivo, mala calidad de agua, adelanto de la maduración de los frutos, ahorro de mano de obra, etc. (Calvache, 1998; Taipe y Calvache, 2007)

#### **Ventajas:**

- a) Ahorro de agua, debido principalmente a la conducción en tuberías hasta el pie de la planta, la eficiente aplicación y, sobre todo, porque se eliminan las pérdidas de infiltración profunda y evaporación de la superficie del terreno.
- b) Adaptación a cualquier tipo de clima, suelo y casi todos los cultivos en hilera, aunque es preferible utilizar en explotaciones altamente rentables, como aquellas dirigidas al mercado externo, como frutales, hortalizas y flores.
- c) Permite la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego, los cuales son depositados directamente en el área radicular, con lo cual se logra una alta eficiencia.
- d) Con este sistema, podría utilizarse aguas que tengan altos contenidos de sales solubles, debido a la baja tensión a que se encuentra retenida el agua en el suelo, ya que las sales son desplazadas a las orillas del bulbo de humedad que se forma por cada gotero.
- e) Es de fácil aplicación en terrenos con topografía accidentada, que no pueden ser irrigados con riego tradicional y en los cuales debe evitarse la erosión.
- f) Mientras se riega, pueden realizarse simultáneamente las labores de cultivo. Control de plagas y enfermedades y cosecha, debido a que aún cuando se esté regando, se puede transitar

libremente por el terreno cultivado.

g) Su fácil operación y la poca incidencia de malas hierbas, que crecen solamente en las partes húmedas, determina ahorro de mano de obra.

h) Puede utilizarse en situaciones en las cuales existe poco caudal donde sería difícil y antieconómico usar otros métodos de riego.

i) Permite la programación de la cosecha y adelanta la época de la producción, tanto en cultivos anuales, como en los permanentes, alcanzando con esto los mejores precios en el mercado.

j) Facilita el control de la humedad del suelo a capacidad de campo, o cerca de este estado, por lo que hay mayor disponibilidad de agua y nutrientes y la planta debe hacer un mínimo esfuerzo para absorberlos.

k) Se incrementa la producción en cantidad y calidad porque las plantas pueden utilizar su mayor energía disponible para producir (Calvache, 1998).

#### **Desventajas:**

a) Alto costo de instalación, debido a que varias partes del equipo son importados y sufren los efectos de la inflación tanto nacional como internacional. Pero estos costos se pueden amortizar en el tiempo con el ahorro de agua, mano de obra, incremento en rendimientos, y la mayor seguridad en la producción.

b) Se requiere una eficiente y adecuada operación del equipo para que funcione con la eficiencia proyectada.

c) Los agricultores desconocen los principios básicos del método de riego por goteo, lo cual determina un manejo deficiente, un menor rendimiento y se afecta al suelo con problemas de salinidad y exceso de humedad, que determina mayor incidencia de plagas y enfermedades.

d) Los fertilizantes altamente solubles con excepción de la urea no son de fácil adquisición y son de alto precio.

#### **Evaluación del Riego por Goteo y Aspersión en Laderas**

La agricultura en los Andes se enmarca en sistemas de baja entrada y baja salida, produciendo principalmente para autoconsumo y permitiendo que tan solo una pequeña fracción de la cosecha pueda ser comercializada. La inversión en fertilizantes y la mecanización es escasa o nula. La mayoría de los agricultores utilizan la tracción animal y energía generada manualmente para cultivar la tierra. Los agricultores no tienen

un control en la cantidad de agua entregada al suelo, ni en la cantidad de agua que se pierde por infiltración profunda. De esta manera, el riego se conduce de forma empírica y presenta valores muy bajos de uniformidad y eficiencia de aplicación (Cisneros, 2002).

De manera general, las instituciones donde se desarrolla investigación, tienen una pobre relación con los organismos de extensión, habiendo sido éste, el problema más serio detectado para el avance de programas de investigación para el desarrollo y de extensión, (FAO, 1984). Los extensionistas miran a la investigación como un trabajo aislado que no genera tecnología apropiada para los agricultores, mientras que los investigadores se plantean muchos cuestionamientos respecto a la capacidad de la extensión para un trabajo eficiente (Quimsumbing, 1984). Siendo el desafío para la investigación, el lograr combinar adaptaciones de diseño a las difíciles condiciones físicas y de manejo en montaña, que puedan ser adoptadas fácilmente por los usuarios, se recomienda que la investigación sea de manera participativa en la cual agricultores, investigadores y extensionistas trabajen juntos (Watkins, 1990).

En el riego por aspersión no se presenta escorrentía siempre y cuando la intensidad de aplicación sea inferior a la velocidad de infiltración del suelo (Cisneros, 2002). La uniformidad de distribución del agua dentro del perfil del suelo depende primordialmente de la uniformidad con que el agua es aplicada sobre la superficie del mismo (Calvache, 1998).

En el riego por goteo usualmente no se presenta escorrentía, las pérdidas por percolación profunda que pueden presentarse son debidas a las aplicaciones no uniformes causadas por diferencias de presión, variaciones en la fabricación de los goteros y una aplicación extensiva de agua (Taipe y Calvache, 2007)

Los parámetros de operación utilizados para describir que tan bien opera un sistema de riego son: eficiencia de conducción, eficiencia de aplicación, eficiencia de uso de agua de riego, uniformidad de distribución y eficiencia de almacenamiento (Calvache, 1998).

Las pérdidas de agua en los sistemas de conducción reducen la disponibilidad del agua para los cultivos a nivel predial, contribuyen considerablemente a crear problemas de drenaje en predios locales e incrementan los requerimientos de mantenimiento a lo largo del canal. La eficiencia de conducción de un canal de riego puede estimarse si se conoce la cantidad de agua recibida a la entrada de un canal ( $Q_i$ ), comparada con el agua recibida a la salida del canal ( $Q_f$ ), multiplicado por 100. (Calvache, 1998)

$$Ec = (Q_f/Q_i) \times 100$$

La eficiencia de aplicación (Ea) es la relación de la lámina promedio aplicada realmente almacenada en la zona radicular y la lámina promedio de agua aplicada, multiplicada por 100.

Se expresa comúnmente en porcentaje:

$$Ea = (\text{Agua almacenada}/\text{Agua aplicada}) \times 100$$

Para calcular la cantidad de agua almacenada se puede utilizar cualquier método de medida de la humedad del suelo como los tensiómetros, sonda de neutrones, gravimetría, resistencia eléctrica, etc. (Calvache, 1998, Calvache, 2004)

La eficiencia de uso de agua (Eua) es la relación de la evapotranspiración sobre la lámina de agua aplicada, multiplicado por 100 (Calvache y Reichardt 1997).

$$Eua = (\text{Evapotranspiración}/\text{Agua aplicada}) \times 100$$

Para calcular la Evapotranspiración real del cultivo se puede utilizar el método del balance hídrico (Calvache, 1998, Calvache y Reichardt, 1996) o el método climatológico utilizando el Lisímetro MC y el coeficiente de cultivo (Kc) para cada etapa fisiológica del cultivo (Calvache, 1997).

La uniformidad de distribución (UD), describe la relación entre la lámina de agua infiltrada en la cuarta parte del campo que recibe las menores cantidades de agua y el promedio de la lámina aplicada en forma de ecuación.

$$UD = (\text{Lámina promedio infiltrada en el cuarto inferior} / \text{Lámina promedio infiltrada}) \times 100$$

En el riego por aspersión la lámina infiltrada puede reemplazarse por la lámina aplicada:

El coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC), que relaciona la variabilidad espacial de la lámina de riego distribuida en todo el campo. Para ello es necesario calcular el coeficiente de variación (Cv) de todas las mediciones  $CUC = 100 - Cv(\%)$ .

Esta fórmula puede ser también utilizada en el riego por superficie, donde la lámina aplicada es reemplazada por la lámina infiltrada.

Los parámetros de eficiencia y uniformidad ayudan a cuantificar la uniformidad y el grado en que el riego es adecuado, de manera tal que el funcionamiento del sistema pueda ser evaluado, mejorado y mantenido.

En el Ecuador se han realizado algunos estudios que determinaron la eficiencia de conducción en sistemas de

riego en suelos de ladera con pendientes que varían del 10 al 20%, obteniéndose como resultados eficiencias de 70 a 90% en canales revestidos, 95 a 100 % en tuberías y 30 a 60% en canales no revestidos (Calderón y Calvache, 2006; Pacheco y Calvache, 2006; Coello y Calvache, 2006; Gonzales y Calvache, 2006; Fernández y Calvache, 2006; Lizano y Calvache, 2007). En todos los trabajos realizados se encontró que la falta de capacitación de los usuarios en el manejo del agua a nivel de finca era el principal factor negativo para las bajas eficiencias de conducción y de uso del agua.

La uniformidad de distribución y el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue determinado por Calvache (1997), Martínez y Calvache, (2006) e Hidalgo y Calvache, (2007), en suelos de ladera irrigados por aspersión, obteniendo valores entre 80 y 95%, observándose que se puede aumentar la uniformidad cuando se aumenta el traslape. Los rendimientos de los cultivos fácilmente se duplican cuando se hace una buena planificación y control del riego por aspersión.

Cisneros (2002) determinó en suelos de ladera de la zona del austro, que las velocidades de infiltración permitidas para los aspersores eran menores que las reportadas en la literatura, por lo que recomienda utilizar aspersores de baja pluviosidad. Cisneros (2004), también evaluaron el efecto que tiene el soporte técnico en el manejo de los sistemas de riego por aspersión en zonas de montaña. Los valores de coeficientes de uniformidad variaron entre 60 y 90%, los cuales disminuían conforme se incrementaba la pendiente del terreno. Sin embargo estos valores aumentaron notablemente cuando los agricultores participaron en la investigación y fueron capacitados. Coeficientes de uniformidad de 44% antes de la capacitación, aumentaron al 90% después de la capacitación en una misma área. La Eficiencia de aplicación aumentó de 44% cuando el agricultor no fue entrenado a 94% después de que el agricultor fue capacitado, reduciéndose las pérdidas por escorrentía superficial a valores menores al 8%.

Calvache (1996) Calvache y Reichardt (1997), determinaron el efecto de la deficiencia hídrica en varias etapas del cultivo de frejol en la productividad del cultivo de frejol y en la eficiencia del uso del agua, utilizando el riego por aspersión en suelos con pendientes del 20%. Para determinar la humedad del suelo se utilizó una sonda de neutrones (Calvache, 2004) y para estimar la Evapotranspiración Relativa se utilizó un Lisímetro MC. Encontraron que la deficiencia de agua en la época de formación y llenado de vaina es la que más afecta al rendimiento por que provoca el aborto de flores y vainas pequeñas. La productividad fue de 2974 Kg/ha en el tratamiento con riego durante todo el ciclo y disminuyó a 1919 Kg/ha en el tratamiento de estrés hídrico en el llenado de vainas. Las pérdidas de agua por el drenaje profundo fue de apenas el 2% de la cantidad de agua regada y las pérdidas por escorrentía fueron nulas. La eficiencia de uso del agua varió de 0.61 kg/m<sup>3</sup> en el tratamiento con riego

en todo el ciclo a 0,46 kg/m<sup>3</sup> el tratamiento estrés en el llenado de vainas. Calvache y Reichardt (1997), determinaron las etapas durante las cuales las plantas de maíz son menos sensibles a la deficiencia hídrica y donde podría ser omitido el riego por aspersión sin disminuciones significativas en la productividad. Se utilizó la técnica del balance hídrico para determinar la evapotranspiración real del cultivo y una sonda de neutrones para determinar el almacenamiento de agua en el suelo. El déficit hídrico en las etapas vegetativa y floración afectaron extremadamente la productividad del maíz, mientras que la deficiencia hídrica en la etapa de maduración no la afectó. La productividad bajó de 4624 Kg/ha en el tratamiento con riego en todo el ciclo a 1864 en el tratamiento con déficit hídrico en la etapa vegetativa. Las pérdidas de agua por drenaje profundo fueron de apenas el 3% y las pérdidas por escorrentía superficial fueron nulas. La eficiencia de uso del agua varió de 0.77 kg/m<sup>3</sup> a 0.41 kg/m<sup>3</sup> en el tratamiento de estrés hídrico en la etapa vegetativa.

Altamirano y Calvache (2005), estudiaron los requerimientos de agua por el cultivo de clavel en condiciones de invernadero utilizando el método de riego por goteo, tensiómetros para monitorear la humedad del suelo y un Lisímetro MC para estimar la Evapotranspiración Relativa. Las mejores productividades se obtuvieron con láminas de riego de 2.18 mm/día en las primeras 8 semanas, 3 mm/día en las semanas 9 a 16 y 4.84 mm/día en las semanas 17 a 24. Las pérdidas por drenaje profundo y escorrentía superficial se pueden reducir drásticamente si se monitorea diariamente la humedad del suelo con tensiómetros. Rojas y Calvache (2005) investigaron la eficiencia de cuatro programas de riego por goteo en el cultivo de rosas variedad Freedom, en condiciones de invernadero. El mejor tratamiento de riego fue de 3,5 mm/día durante las semanas 1 a 7; 5 mm/día durante las semanas 8 a 14 y 7 mm/día durante las semanas 9 a 21. Las cantidades de agua perdidas por drenaje profundo variaron del 20 al 45%, cuando no se realiza un buen monitoreo del agua almacenada en el suelo.

## Conclusiones

- Los sistemas de riego por aspersión y goteo son una alternativa tecnológica en la agricultura de suelos de ladera, por su bajo costo de instalación, mantención y una facilidad en la operación.

- Las principales ventajas que presentan los sistemas de riego por aspersión y goteo son que utilizan el desnivel del terreno como fuente de energía, no contamina, no hace ruido y optimiza el uso de agua en la producción.

- Existen varios trabajos realizados en Ecuador sobre la evaluación de sistemas de riego por aspersión y goteo en zonas de ladera que demuestran la bondad de los sistemas de riego a presión.

- La capacitación de los agricultores en el manejo del riego por aspersión y por goteo a nivel de finca, puede incrementar notablemente la eficiencia de uso del agua y los rendimientos de los cultivos en suelos de ladera

## Bibliografía

- ARANGO, J.(1998). Manual de operación y mantenimiento para los sistemas de riego en ladera. Universidad Nacional de Colombia. 27 pp.
- ALTAMIRANO, J; CALVACHE, M. (2005). Evaluación del requerimiento de agua en el cultivo de mini clavel (*Dianthus caryophyllus*) variedad "RONY" bajo invernadero. Otón - Pichincha. 2005. Revista Rumipamba. Vol. XIX – No.1 51p.
- CALDERÓN, S; CALVACHE M. (2006). Estudio de Distribución Técnica del agua del ramal Chichipata (zona 1), del Sistema de Riego Tumbaco, Pichincha. Revista Rumipamba. Vol.XX – No.1. p41.
- CALVACHE M; REICHARDT K. (1996).Efeito de épocas de deficiencia hídrica na eficiencia do uso do nitrogenio da cultura de feijao cv. Imbabello. Scientia Agrícola, 52(3)1-11
- CALVACHE, M; REICHARDT, K; PILOTTO, J.E.; TRIVELIN,P.C.O. (1996) Efecto de épocas de déficit de agua en la fijación de N<sub>2</sub> y producción de grano de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Memorias del XIII, Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Brasil.
- CALVACHE, M; REICHARDT, K; BACCHI,O.O.S (1997). Deficiencia de agua em diferentes estadios de desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L cv. Imbabello). Scientia Agrícola, número especial v 54:1-16.
- CALVACHE, M; REICHARDT K. (1997) Efeito de épocas de deficiencia hídrica na evapotranspiracao atual da cultura de feijao cv. Imbabello. Scientia Agrícola 54(1): 21-41
- CALVACHE, M. (1997). Manejo de agua de riego en el cultivo de fréjol (Imbabello) en suelos de ladera, Prov. Pichincha. In : Seminario Regional sobre Evaluación de Estrategias y Acciones de Manejo y Conservación de Suelos de Ladera para el Desarrollo Sostenible, Ibarra (Ecuador)11-15 Nov 1996, IICA Venezuela p. 82-89.
- CALVACHE, M.(1998). Introducción a la Agricultura de Regadío. PRONADER-IICA Quito, 160 p.
- CALVACHE, M. (2002). Riego localizado de alta frecuencia. Memorias del primer seminario internacional de salinidad de suelos. SECS. Portoviejo. SECS. CD. 25p.
- CALVACHE, M. (2004) Utilización de sondas nucleares en estudios de física de suelos. VII ESCUELA LATINOAMERICANA DE FÍSICA DE SUELOS. La Serena-Chile. Documentos Técnicos en Hidrología No 71 UNESCO. pp 23-28.
- CISNEROS, F, (2002). Mountain irrigation: performance assessment and introduction of new concepts to improve the water distribution at field level. PhD-dissertation, Faculty of Bioscience Engineering, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium.

- CISNEROS, F. TORRES, P. FEYEN, J., (2004), Derivation of Sprinkler Application Rate for Steep Sloping Fields, ASCE American Society of Civil Engineers.
- COELLO, R; CALVACHE, M. (2006). Estudio de distribución técnica del agua del ramal ILALÒ, zona 3, del Sistema de Riego Tumbaco. Revista Rumipamba. Vol. XX - No.1. p55.
- FAO. (1984). Agricultural Extension: A Reference Manual. 2nd edition. FAO, Rome. World Bank. 1985. Agriculture Research and Extension: An evaluation of the World Bank's experience. Washington, D.C. pp. 3-100.
- FERNANDEZ, C; CALVACHE, M. (2006). Estudio de Distribución Técnica del Agua para usuarios del Ramal Churuloma (zona 2) del Sistema de Riego, Tumbaco – Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XX- No.1. p45.
- GONZÁLEZ, D; CALVACHE, M. (2006). Estudio de Distribución Técnica del Agua en el Ramal Churuloma (Zona 1) del Sistema de Riego Tumbaco – Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XX- No.1. p44.
- HARGREAVES G.L. & SAMANI Z.A. (1991). Irrigation Scheduling/ Programación del riego. A bilingual manual CID.
- HIDALGO, D; CALVACHE, M. (2007). Influencia del Riego en el Comportamiento de tres híbridos tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) de dos años de edad. La Concordia, Esmeraldas. Revista Rumipamba. Vol. XXI – No. 1 p15.
- INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS. INAT (1997). Manual para la operación y mantenimiento de sistemas de riego en pequeña escala. Sincelejo –Sucre. INAT., p83.
- KELLER, J. (1988). Manual de diseño de sistemas de riego por aspersión y goteo. Centro Internacional de Riegos. USA, UTAH, 1988 p 85
- LIZANO, R; CALVACHE, M. (2007). Estudio de Distribución Técnica del Agua para 251 usuarios del ramal La Viña del sistema de riego. Tumbaco, Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XXI – No. 1 p9.
- MARTÍNEZ, O; CALVACHE, M. (2006). Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de Palma Aceitera (*Elaeis Guineensis*. Jacq) de diferentes orígenes. Santo Domingo – Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XX- No.1. p93.
- PACHECO, E; CALVACHE, M. (2006). Estudio de Distribución Técnica del agua, del ramal Chichipata (zona 2), del Sistema de Riego Tumbaco, Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XX- No.1. p42.
- QUIMSUMBING, E. (1984). New direction in research-extension linkages. In: Planning and Management of Agricultural Research. D. Elz (ed.). A World Bank and ISNAR Symposium. Washington, D.C.: World Bank.
- ROJAS, M; CALVACHE, M. (2005). Evaluación del requerimiento de agua en el cultivo de rosas (*Rosa* sp) variedad "FREEDON" bajo invernadero. Otón – Pichincha. Revista Rumipamba. Vol. XIX – No.1 58p.
- TAIPE, M; CALVACHE, M. (2007). Evaluación de dos métodos de riego por goteo y dos abonos orgánicos en el cultivo de rosas Var. PREFERENCE. Revista Rumipamba. Vol. XXI – No. 1 p13.
- WATKINS, G. 1990. Participatory Research: A Farmer's

Perspective. American Journal of Alternative Agriculture 5 (4): 160-163.



**Autor Ángel Marcelo Calvache Ulloa**

Doctor en Ciencias (Ph.D). Energía Nuclear en la Agricultura. Universidad de Sao Paulo Brasil, Especialista en Técnicas Nucleares en la Agricultura. Viena, Austria, Diplomado en Metrología Aplicada a los Procesos Agroindustriales. Universidad Iberoamericana, México, D.F., Máster en Ciencias. Energía Nuclear en la Agricultura. Universidad de Sao Paulo – Brasil, Especialista en Ingeniería Industrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador, Especialista en Estudios de Suelos. Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF). Bogotá – Colombia, Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador.

Investigador Científico y Director de Investigaciones de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Profesor titular de la Universidad Central del Ecuador, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Equinoccial, Experto del Organismo Internacional de Energía Atómica en Suelos, Riegos y Nutrición de plantas por el Proyecto RLA/023, Consultor de la Asociación de cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA).

Miembro principal de la Comisión Científica del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (CONEA), Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, Presidente de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo.

Más de 150 publicaciones científicas en revistas especializadas y presentadas en congresos nacionales e internacionales.

# Es Cuestión del Corazón

Mercedes Sarrade Peláez<sup>1</sup>



**Resumen**— El artículo aborda un tema relacionado con la necesidad de una vida espiritual del ser humano, que le permita desenvolverse en el mundo empresarial con solvencia, junto a la formación académica, a sus competencias profesionales y a la experiencia en el mercado laboral. No es un artículo religioso, tampoco teológico.

**Palabras clave**— Confianza, Dios, entusiasmo, esperanza, éxito, fe, felicidad, La Biblia, paz, vida espiritual.

## Introducción

Con mucho interés leí el artículo escrito por mi apreciado amigo y colega docente, Francisco Pacheco Sempértegui, acerca de la Responsabilidad Social Empresarial, quien al final de su trabajo señala: “finalmente creemos que este tema, el de la familia y su relación con el mundo del trabajo remunerado, seguirá creciendo en el futuro y vaticinamos que, así mismo como ha sucedido con la familia, ocurrirá con la espiritualidad, otro aspecto importante que ha sido muchas veces despreciado, pero que será importante en el presente siglo, como lo han pronosticado los expertos en prospección, pero este ya es asunto de un nuevo artículo”.

Me pareció interesante asumir el reto de escribir acerca de la espiritualidad, por lo que señala Francisco, cuyo criterio, <sup>1</sup> Mercedes Sarrade Peláez, 093998432  
lsarrade@ute.edu.ec

obviamente, comparto, pero no necesariamente la enfoco como responsabilidad empresarial, sino más bien desde una consideración personal, estrechamente ligada a las habilidades directivas de los ejecutivos y ejecutivas del mundo actual.

## Habilidades directivas y espiritualidad

Precisamente “Habilidades Directivas” es la materia que la Universidad Tecnológica Equinoccial me ha invitado a dictar en su Maestría de Auditoría y Finanzas, y que aborda todas aquellas destrezas, habilidades, competencias que deben tener las personas que están al frente de grupos humanos en relación laboral.

Varios autores, expertos en el tema del talento humano, de la administración por valores, liderazgo, autoayuda y más, señalan la necesidad de un desarrollo integral del ser humano; al hablar de habilidades directivas sugieren la práctica de actividades físicas, culturales, familiares, sociales, de trabajo y también de las actividades espirituales.

**Scott W. Ventralla**, en su libro “El poder del pensamiento positivo en las empresas”, 10 rasgos para lograr resultados óptimos, señala la dificultad que afrontó al desarrollar el taller sobre “el poder del pensamiento positivo en la empresa”. Manifiesta que no quería que el programa se interpretara como religioso, porque no lo es. “Tuve serios inconvenientes

en introducir el componente espiritual en el pensamiento positivo. Me esforcé sobre todo en hallar la manera de incluir la noción del poder espiritual superior de una forma tal que no incluyera juicios ni prejuicios. No podía eliminar el concepto, pues si lo hacía eliminaba también el “poder” detrás del pensamiento positivo”, dice Ventrella en su libro.

La dificultad se presenta, generalmente, por las interpretaciones equívocas de lo religioso y lo espiritual, y también por la forma de concebir lo espiritual.

### Proselitismo religioso

Un tema complicado, bastante delicado, si se toma en cuenta la “prohibición explícita” de hacer proselitismo político o religioso en las universidades. Decisión por demás acertada, para no convertir al Alma Máter en un campo de batalla interminable que no conduciría a ningún resultado positivo, más aún, si la posición de facilitador o docente, aparentemente refleja una relativa ventaja...

Está la gran virtud de la academia, de poner a disposición de los docentes un medio de comunicación que permita la expresión del pensamiento diverso, y que está vinculado de una u otra manera a la vida empresarial, a ese mundo intrincado de las relaciones humanas, comerciales, de negocios, entre países de culturas diferentes, de las más diversas creencias y que conviven en la vorágine del mundo contemporáneo.

No es este, un artículo religioso, peor aún teológico, es más bien una especie de “ensayo espiritual”, que pretende conducir a la reflexión sobre la necesidad de contar con un Ser Superior del que emana la fuerza que permite al hombre y a la mujer enfrentar las dificultades de un mundo que cada vez más, desconoce lo espiritual como parte de la integralidad del ser humano, o si no lo desconoce, comprende lo intelectual, lo artístico como manifestaciones espirituales, y no piensa lo espiritual como una dimensión que relaciona al Creador con la criatura; un mundo que con mayor frecuencia presenta situaciones conflictivas relacionadas con la falta de valores y principios que son el corazón de las organizaciones, tanto de las formales como de las informales, de las grandes y de las pequeñas.

Con esta consideración, personalmente creo que la dimensión espiritual del ser humano es un ingrediente indispensable para su sana participación social, gremial, laboral y por supuesto familiar, que lo conduce al éxito, cara aspiración de los seres humanos.

Hay que tener en cuenta que a los empresarios no les gusta que se les imponga una religión, dado que es un asunto absolutamente privado. Lo espiritual, en cambio, es diferente porque tiene carácter universal, ya que trasciende todas las religiones y los límites de la ética.

### La dimensión espiritual

Sin negar la importancia de la psicología en sus diferentes especialidades, de la psiquiatría, en determinados casos, el enfoque espiritual tiene características especiales que deben ser estudiadas, tratadas y aplicadas de manera específica y concreta ya que presentan respuestas que la ciencia no siempre puede ofrecer.

**Stephen Covey**, en su libro “Los siete hábitos de la gente altamente efectiva, “(traducción literal, no del título en español), señala que los elementos de una ética personal tales como el crecimiento de la personalidad, el desarrollo de habilidades comunicativas, la educación en el campo de las estrategias de influencia, así como el pensamiento positivo son beneficiosos y, en algunos casos, esenciales para el éxito, pero no son determinantes.

Dice Covey que parece que el hombre ha olvidado la importancia de sembrar, y recuerda que la ley de la siembra y la cosecha está siempre presente en la conducta humana y en las relaciones humanas: lo que se siembra, se cosecha. A partir de este principio se originan importantes sistemas humanos estrechamente ligados a las relaciones humanas que parten de una dimensión espiritual.

Espíritu se deriva del latín “spiritus” que significa “aliento”. Según el Diccionario “Webster’s de Merriam, es una “fuerza que da vida” o un principio que anima. ¿Quién puede negar la importancia de que una persona, un grupo, o en el caso en ciernes, una empresa tenga “ánimo”, aliento?

El ánimo está vinculado directamente al entusiasmo, a la energía positiva, a la pasión y motivación personal que conducen a tener fe y lograr lo que se a propuesto. ¿Podrá un directivo invadido por el desánimo asumir responsabilidades frente a un grupo? Tiene que ponerle corazón.

Sin embargo, la inclusión de lo espiritual en las organizaciones, no es tarea fácil porque implica la necesidad de que el “espíritu” se exprese, lo que generalmente se confunde con la utilización de términos o símbolos religiosos.

### Los valores fundamentales

**Anthony Robbins** autor del “Poder Ilimitado” dice: “fundamentals are the keys to success”, (los fundamentos son la clave del éxito). En la cultura anglosajona fundamentals significa valores o principios fundamentales.

Entre estos valores fundamentales se consideran los conceptos de equidad, de justicia, de integridad, de honestidad, de dignidad. Lo que conduce a pensar que todos los seres humanos han sido creados por su

Creador con ciertos derechos inalienables entre los cuales están la vida, la libertad y la búsqueda de la felicidad.

Esta búsqueda de la felicidad no puede producirse al margen del desarrollo del ser humano en su vida laboral, al contrario, está directamente vinculada a ella. Se empieza por elegir la profesión, a la que se dedicará el resto de su vida, o en su mayor parte, en ciertos casos y en otros, pues simplemente a trabajar, por decir algo "en lo que se pueda".

Si el éxito está vinculado a lo laboral, para ser un buen trabajador no es suficiente estar bien preparado, se requieren también ciertas condiciones emocionales, psicológicas y espirituales para lograr este objetivo.

Como se ha señalado, introducir la espiritualidad en una organización no es fácil, para lograrlo bien se podría apelar a la identificación y despliegue de valores y principios corporativos básicos, o, hacerlo de manera más personal que revele confianza en un Ser Superior que sea coherente con las creencias propias de jefes y colaboradores.

### **Más corazón menos intelecto**

El mundo clama por paz, el mundo clama por justicia, destacados autores se han dedicado a escribir libros de un gran contenido espiritual, que enfatizan la necesidad de actuar desde el corazón y no solamente desde el intelecto.

Aparte de los mencionados, resulta interesante citar a **John C. Maxwell**, y su libro "Las 21 cualidades indispensables de un Líder", entre otras cosas sostiene que un aspecto importante de los directivos, de los líderes, es el compromiso, y que el compromiso empieza en el corazón. Al respecto dice **Michael Jordan**, el gran basquetbolista de la NBA que "el corazón es lo que separa lo bueno de lo grande".

También dice Maxwell que una característica de los líderes debe ser la actitud de servicio, lo que significa poner a otros por delante de sí mismo y de sus deseos personales. Los líderes "servidores" son personas seguras de sí mismas, dan fuerza a sus seguidores. Los grandes líderes sirven sin esperar nada a cambio. El servidor no es motivado por manipulación o por autopromoción sino por amor. **Es cuestión del corazón.**

Generalmente se confunde la actitud de servicio con el servilismo. Mientras el segundo denigra al ser humano, la primera lo engrandece porque implica deponer actitudes de orgullo. Cuando se renuncia al orgullo se puede servir a los demás, lo que definitivamente conduce al crecimiento como ser humano. **Entonces, es cuestión del corazón.**

**Steven Berglas**, sicólogo de la Escuela de Medicina de Harvard y autor de "El Síndrome del Éxito", dice que la gente

que alcanza grandes alturas pero carece de un carácter sólido que lo sostenga a través del estrés, va de cabeza al desastre. El cree que su destino está determinado por una o más de las siguientes características: arrogancia, profundos sentimientos de soledad, una búsqueda destructiva de aventuras, o adulterio. Cada una constituye un precio muy alto a pagar por un carácter débil. La fortaleza de carácter no está precisamente en la mente, sino en el corazón.

"Enfrente a sus gigantes", esa gran obra de **Max Lucado**, se refiere a la por todos conocida victoria de David contra Goliat, vigente, no obstante, los años transcurridos. Los gigantes recorren el mundo: deudas, desastres, peligros, enfermedad, narcotráfico, depresión, violencia. David utilizó cinco piedras para vencer a Goliat: 1) la del pasado, que se refiere a los triunfos que obtuvo con anterioridad, con la ayuda de Dios. 2) la piedra de la oración, 3) la piedra de la prioridad, 4) La piedra de la pasión, y, 5) la piedra de la persistencia.

Todo hombre o mujer de negocios tiene que enfrentar gigantes, si le damos el nombre bíblico, tiene que enfrentar dificultades, obstáculos o como se quiera llamarlos. El éxito radica en derrotarlos, ¿de dónde viene la decisión? **Parece que del corazón.**

Otro gran autor norteamericano que sostiene que el desarrollo espiritual es muy importante para lograr el éxito en la vida, es Joel Osteen, en "Siete pasos para mejorar tu vida diaria" explica siete valores bíblicos claves para alcanzar el potencial único que Dios ha dado y ayudará a disfrutar cada día de la vida a pesar de las circunstancias adversas.

Sostiene el autor que estos consejos permiten ser mejor cónyuge, mejor padre, mejor madre, mejor jefe o empleado, mejor líder comunitario, o mejor amigo, en resumidas cuentas una mejor persona.

¿Qué conduce al ser humano a ser una buena persona?. **Yo digo que el corazón.**

### **La decisión es suya**

Numerosas propuestas se han formulado para lograr el éxito, para alcanzar la felicidad. Por respeto a la gran diversidad, imposible de nombrar a todas, me abstengo de mencionarlas, a fin de no omitir alguna; no obstante con la mayor humildad, desde mi experiencia personal, quisiera compartir la sabiduría que encierra el Libro de los libros: la Biblia, máxima expresión del amor, el gran manual de vida, cuya sola lectura produce paz y fe, ánimo, entusiasmo, esperanza y aliento, en definitiva, tiene respuesta para cualquier situación.

La decisión de leerla o no es suya.

## Bibliografía

- Berglas Stephen (XXXX). El Síndrome del Éxito.
- Covey Stephen, (1998). The 7 habits of highly effective people. Los 7 hábitos de la gente altamente exitosa) Simon & Schuster. New York, USA.
- Gordon Ernest, (2002). To End all Wars: A true story about the will to survive and the courage to forgive. (El fin de todas la guerras: Una historia verdadera acerca de la voluntad de sobrevivir y del coraje de perdonar). Grand Rapids: Zondervan
- Instituto de Liderazgo Redmond. Liberando el Poder su Liderazgo. Tim Redmond. www.ReadmondLeadership.org.
- Ladd Karol, (2005). Power of a positive woman. (El poder de una mujer positiva). Casa Creación. Lake Mary, Florida, USA.
- Lucado Max, (2006). Facing your giants. (Enfrente a sus gigantes). Editorial Betania. Nashville, Tennesse. USA.
- Maxwell John, (2000). Las 21 cualidades indispensables de un líder. Caribe, Betania, Editores. Nashville, Tennesse, USA.
- Maxwell John, (2004). Actitud de Vencedor. Caribe, Betania Editores. Nashville, Tennesse, USA.
- Maxwell John, (2004). La clave del éxito personal. Caribe, Betania Editores. Nashville, Tennesse, USA.
- Maxwell John, (2006). El lado positivo del fracaso. Caribe, Betania Editores. Nashville, Tennesse, USA.
- Maxwell John, (2006). Desarrolle el líder que está en usted. Caribe, Betania Editores. Nashville, Tennesse, USA.
- Meyer F.B., (1977). David: Sheperd, Psalmist, King. (David: Pastor, Salmista y Rey). Christian Literature Crusade. Fort Washington, PA. USA.
- Meyer Joyce , (2005). Approval Addiction. (Adicción a la aprobación). Casa Creación, Lake Mary, Florida, USA
- Osteel Joel, (2004). Your Best Life Now. 7 steps to living at your full potential. Warner Faith. New York, USA.
- Peterson Eugene, (1997.) Leap Over a Wall (Saltar una muralla). Harper, San Francisco , USA.
- Robins Anthony, (XXXX), El Poder Ilimitado.
- Stearns Ann Kaiser (1984). Living trough personal crisis. (Vivir a través de crisis personales) Ballantine Books, New York, USA.
- Ventrella W. Scott, (2001) El poder del pensamiento positivo en las empresas. 10 rasgos para lograr resultados óptimos. Editorial Norma. Bogotá, Colombia.



### Autora. Mercedes Sarrade Peláez

Obtuvo el título de Magíster en Comunicación Empresarial en la Universidad Internacional del Ecuador y es Licenciada en Comunicación Social por la Universidad Central del Ecuador.

Actualmente dicta la cátedra de "Habilidades Directivas" de la Maestría en Auditoría y Finanzas de la Universidad Tecnológica Equinoccial, en la que ha dictado también "Marketing y Comunicación para Gobiernos Locales". Es docente a nivel de posgrado de la Universidad Católica - Sede Ambato, de la Universidad Católica de Esmeraldas, en el área de Gerencia del Talento Humano, de la Universidad Politécnica Salesiana, en Quito, en la materia de Imagen y Comunicación en las Organizaciones.

Se ha desempeñado como asesora de comunicación del ex Alcalde de Quito, Paco Moncayo. Fue Directora y Asesora de Comunicación del Ministerio de Salud Pública. Jefe de Marketing y Relaciones Públicas de Ecuasanitas. Consultora de AMUME, Asociación de Mujeres Municipalistas del Ecuador, facilitadora de Petroecuador, en Comunicación Organizacional. Igualmente de PRONACA, en temas de protocolo corporativo.

En la actualidad labora en la Gerencia de Comunicación y Relaciones Públicas de Correos del Ecuador.

# Tele-control de robots móviles desde Internet

Fausto Rodrigo Freire Carrera<sub>1</sub>



**Resumen**— En este artículo se presenta un sistema que permite controlar un robot móvil, desde cualquier lugar, utilizando como medio de comunicación entre el operador y el robot la red Internet, utilizando el método de control denominado “control continuo”, las interfaces de comunicación utilizan los protocolos TCP/IP, el robot controlado es un robot que utiliza un sistema de agarre mediante ventosas, lo que le permite escalar por paredes verticales, con diferente inclinación.

El sistema informático se desarrolló en tecnologías Java, y herramientas abiertas.

**Palabras clave**— Robot, Internet, Tele-control, Control automático, Java, Web.

1 Fausto Freire Carrera, Subdirector de la Dirección General de Posgrados, 095800212, ffreire@ute.edu.ec

## Introducción

Los robots que utilizan Internet como el medio de comunicación y control (Tele-control) aparecen en el año 1994 [1,2], a este tipo de robots se les denomina también “Tele-robots”. Para la comunicación de esta clase de robots, utilizan las tecnologías Web estándar como son los protocolos TCP/IP, HTTP, HTML y lenguaje de programación Java. Existen dos generaciones bien definidas de Tele-robots.

- 1) La primera generación de los Tele-robots se basaban en los manipuladores robotizados o simples robots móviles, controlados directamente por operadores desde la red Internet.
- 2) La segunda generación de los Tele-robots se diferencian principalmente porque son robots móviles con un alto grado de autonomía e inteligencia lo que ha permitido a los investigadores controlar en medios dinámicos e indeterminados [3].

El presente trabajo es un proyecto conjunto, en el cual se utilizó un robot de movimiento vertical desarrollado en la Universidad Técnica Estatal de Kursk en la Facultad de Mecánica Teórica y Mecatrónica, Federación de Rusia.

Este robot se desplaza a lo largo de las superficies desiguales y situadas bajo diferentes ángulos gracias a la incorporación de nuevas soluciones utilizadas en la construcción y en el desarrollo del sistema de control del robot.

La arquitectura del robot tiene un diseño modular de armazón liviano con un sistema combinado de mecanismos de agarre (ventosas), que se localizan en la superficie de traslado del robot [4].

Existen diferentes métodos para controlar los robots a través de la red Internet. Uno de los cuales es el denominado “Control continuo” [5]. Este método se basa en que el robot sigue o ejecuta las órdenes generadas por el operador y la ubicación del robot se obtiene mediante una cámara, el esquema utilizado para controlar el robot se ilustra en la figura 1, donde el robot móvil está conectado a un servidor Web, a través del puerto paralelo, la cámara Web se utiliza para la generación de la información gráfica (imágenes) de la posición del robot.

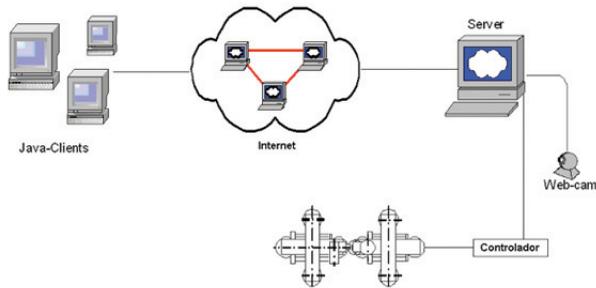


Figura 1. Modelo de Tele-control de un robot móvil.

En este caso y debido a restricciones de construcción impuestas al controlador del robot se utilizó este método de control.

El control del robot se redujo, a la resolución de dos tareas fundamentales, las cuales se realizan de diferentes formas en función de las restricciones aplicadas al sistema.

1) La primera tarea consiste en definir la posición del robot en el espacio, para lo cual se utiliza un sistema que permita generar flujos de video de la posición del robot y de su entorno, por lo que se desarrolló el sistema de generación de flujo de video (SGFV).

2) La segunda tarea consiste en resolver el problema de cómo el robot recibirá y ejecutará las órdenes enviadas por el operador, para lo cual se desarrolló el sistema de control del robot (SCR).

### Sistema de Generación de Flujo de Video

El SGFV, permite enviar desde el servidor hacia el operador un flujo de video continuo, de la posición del robot, este flujo de video es obtenido de la cámara, para el desarrollo del sistema se utilizó herramientas de código abierto, con la finalidad de disminuir costos de desarrollo y tener una herramienta estándar, de esta forma el sistema está compuesto por los siguientes elementos:

Un applet o programa cliente que lleva el flujo de video desde el servidor Web hacia el navegador Web del cliente.

Una Java-aplicación o programa servidor que controla el ingreso de la señal de video desde la cámara conectada al servidor Web a través del puerto USB, hacia el servidor Web (Figura 2).

En el servidor Web del robot se ejecuta la aplicación Java encargada de recibir y almacenar el flujo continuo de video recibido de la cámara, como ficheros gráficos en formato jpg, de tal forma que los clientes puedan acceder a esta información.

Cuando el operador se conecta al servidor Web del

robot, en su navegador de Internet se carga un applet, cuya función es la de abastecer del flujo continuo de los ficheros gráficos desde el servidor para que el operador pueda determinar la posición del robot.

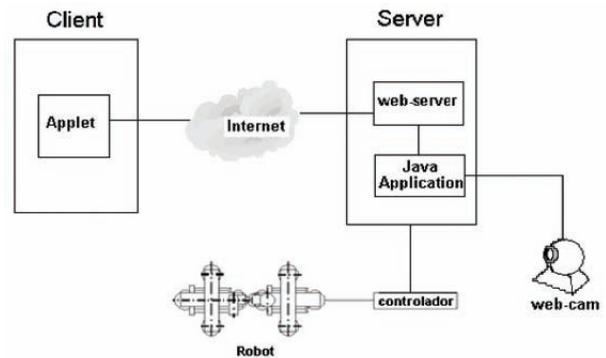


Figura 2. Arquitectura del SGFV.

Debido a las restricciones impuestas a los applets para acceso al sistema de archivos del servidor es necesario inicialmente registrar el applet encargado de leer y enviar los ficheros gráficos del servidor, utilizando las herramientas correspondientes de JSDK.

### Sistema de Control del Robot

El SCR permite enviar comandos desde el operador hacia el servidor, el servidor recibe estos comandos y genera una serie de rutinas que envían a su vez las respectivas señales al controlador del robot, el sistema está compuesto de una página Jsp con los comandos de control, un componente Bean y el controlador del robot conectado al servidor a través del puerto paralelo (Figura 3).

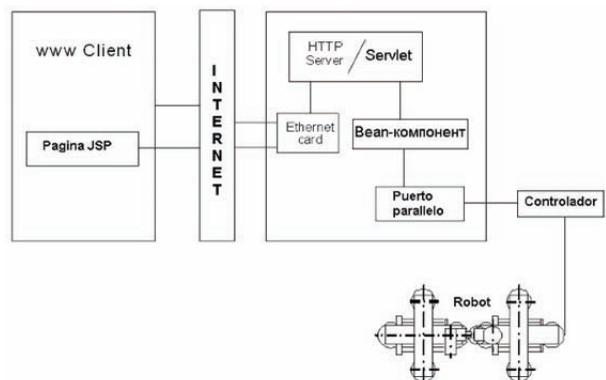


Figura 3. Esquema de Tele-control del robot

Los parámetros que controlamos son la velocidad y dirección de movimiento del robot móvil, mediante la acción de las ventosas del sistema de movimiento del robot.

Los comandos enviados por el operador, son llevados a través de un componente Bean al puerto paralelo y posteriormente al controlador del robot para la ejecución del comando.

La interfase del robot con el usuario es una página JSP que está compuesta por el SGFV y SCR. El control del robot se realiza mediante la utilización de doce comandos que permiten realizar el control total del movimiento del robot (Figura 4).



Figura 4. Panel de control del robot

Los comandos disponibles para el operador son: movimientos adelante, atrás, para los dos módulos del robot, alto total, inicialización del robot, un paso adelante, un paso atrás, movimientos arriba, abajo, giros a la derecha, izquierda.

El sitio Web del robot se representa en la figura 5, y permite controlar la posición y movimiento del robot por parte del operador, como también mirar algunos esquemas de movimiento del robot.

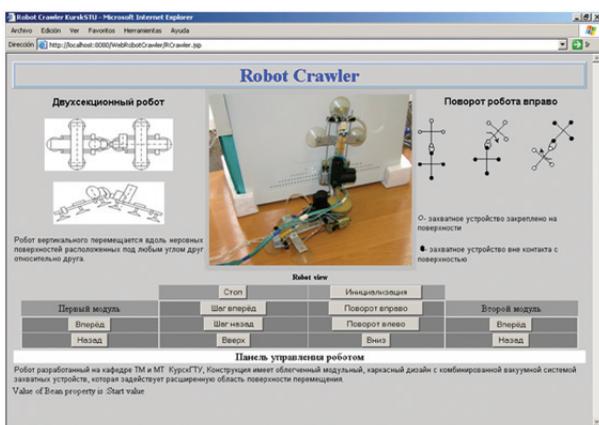


Figura 5. Sitio Web del robot.

El servidor Web es un servidor Apache-Tomcat, que trae las configuraciones necesarias que permiten dar soporte a la tecnología JSP.

El tamaño y calidad de las imágenes están en función de los valores de retardo de las señales al momento de atravesar la red Internet, estos parámetros deben ser calibrados, el momento de ejecutar el sistema para tener un correcto control sobre el movimiento del robot en el medio.

El sistema tiene limitaciones, esencialmente inducidas por el controlador del robot, como también por los retardos de la señal al atravesar la red Internet.

## Bibliografía

• K. Goldberg, M. Mascha, S. Gentner, J. Rossman, N. Rothenberg, C. "Sutter, and Beyond the web: manipulating the real world". In Second International World-Wide Conference: Mosaic and the

Web, volume 28, pages 209–19, Chicago, IL, USA, 17–1995b.

• Ken Goldberg, Billy Chen, Rory Solomon, Steve Bui, Bobak Farzin, Jacob Heitler, and Gordon Smith. "Collaborative teleoperation via the internet", In Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, CA, April 2000.

• F. R. Freire, "Web-tecnologías utilizadas para el control de robots móviles", //Maquinas de vibración y tecnologías, Kursk, 2005, Pág.234-238.

• S. Jatsun, I. Zaharov, S.Dishenko, "Two-section climbing robot", CLAWAR 2003, Cathania Italy.

• S.F. Jatsun, F. C. Freire, V.S. Dyshenko, O.A. Shadrina, "Control de Robots móviles a través de la red Internet", Telecomunicaciones № 3, 2005.



Autor: Fausto Rodrigo Freire Carrera  
ffreire@ute.edu.ec

Título: Ingeniero en Sistemas.

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk - UTEK (Federación de Rusia).

Facultad: Ingeniería en Sistemas, Computación y Automatización.

Título: Máster en Ciencias.

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk (Federación de Rusia).

Facultad: Facultad de Ingeniería en Sistemas, Computación y Automatización.

Título: Máster en Tecnologías de la Información para la Fabricación.

Institución: Universidad Politécnica de Madrid (España).

Nombre del programa académico: Departamento de Sistemas Inteligentes Aplicados.

Título: Especialista en Robótica.

Institución: Universidad Politécnica de Madrid (España).

Nombre del programa académico: Departamento de Sistemas Inteligentes Aplicados.

Título: Ph.D en Dinámica, Resistencia, Aparatos y Dispositivos

Institución: Universidad Técnica Estatal de Kursk (Federación de Rusia).

Nombre del programa académico: Facultad de Mecánica Teórica y Mecatrónica.

# The Technical Process Properties Monitoring Based on the Data Normalization Method

Tatiana I. Lapina,<sup>1</sup>



**Abstract**— Some non-conventional methods of model identification based on data normalization are presented in the article. The named methods are used for tendencies approximation and forecasting, and moments of the stochastic process properties divergence identification in case of providing stability of a technical process.

**Keywords**— data mining

## Introduction

Urgency of development of methods for analysis and processing of statistic information is explained by the fact that previously developed and successfully user methods for solving technical problems in many cases are completely unfit for use in economy, medicine and social sphere because of much greater complexity of investigated object and boundary conditions, or they require for larger costs of computational resources, that does not correspond to received result. Thus, development of effective methods for analysis of statistic data is one of the important task while constructing models adequate to the object of the investigation.

Among the problems, which have to be solved in the

process of statistic analysis of data, one may select the following:

- Definition of similarity of sampling data, received as a result of the experiment or corresponding to different time references.

- Definition of the moment change of stochastic processes properties according to sampling data.
- Definition and description of distribution functions class within which search of the model type will be carried out.
- Construction of the model adequate to the object of investigation.
- Evaluation of precision of definition of statistic dependence class.

Methods, based on the use of order statistics (G.Daivid), rank criteria (Ya.Gaek, Z.Shiduck), rank correlations (M.Kendal), robust methods (PKhiuber), graphic methods of analysis (J.Tiuky). Nontraditionally used while solving problems of identification.

However, received theoretical results do not always meet the requirements of practice, especially in conditions of limited ( $n < 50$ ) volume of data and high a priori uncertainty on probability characteristics of phenomena being investigated, Particularly this is relative to the problems

<sup>1</sup> Kursk State Technical University, Kursk, 305040, ul.50 Let Oktyabrya, 94, lapinati@mail.ru

of distribution forms identification according to sampling data since they are solved by using limited set of analytical models. Real processes may not always be referred to well-known classes of models with sufficient degree of adequacy.

New direction in statistic methods of analysis based on the use of information criteria at decision making on the form of distribution of sampling data (Ivchenko B.P., Martyshenko A.A., Grigorovich V.D., Yudin S.V.) is being developed over the last years.

This article deals with the questions of models forms identification based on the data normalization method and using information criteria. Recommended methods give suitable tools for processing some types of statistic experimental data and definition of selected model correctness.

### The Method of Data Normalization

Quality of economic system control is defined in many respects by accuracy of its description or by the quality of the used model, that is by the quality of identification. Quality of identification, in its turn, is characterized by adequacy of the model to the real object. Mapping of real objects into models space is always connected with loss of information. That is why it is impossible to speak about absolute adequacy of models to real objects. Degree of inadequacy is defined by:

- error of initial premises (theoretical statements about observed object) in the task of function type and structure;
- approximate properties of models;
- error of measurements (instrument error).

Use of inadequate models in practice may lead to faulty theoretical and practical conclusions.

Among the tasks, which are necessary to solve while analyzing statistical data in order to obtain the correct description of the object it is possible to state the following ones:

- the determination of the selected data, obtained as a result of experiment.
- determination of the moment when properties of stochastic processes change according to the selected data.
- creating of a model which will be adequate to studies process.
- prediction of an object or a process state.

The object of this article is to represent a method of statistical information analysis based on data normalization. The named method presents a wide range of possibilities for experimental data processing and model identification.

Data normalization method helps to unite the traditional statistical methods which represent data as a function belonging to different distributions with probability

density functions and quantitative estimations based on scarce amounts of initial information combined with visual methods, which let to understand a problem, describe it in a formal language, determine criteria for comparison of alternatives and determine a rational formalization of the problem.

Methods of normalized statistics make it possible to obtain mathematical description of the probability density function of the distribution via the composition of the distribution, normalized to the interval [0,1]:

$$f_{\tilde{y}_x}(y) = \sum_{i=1}^n p_i f_{x_i}(x),$$

where

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1, \quad p_i \in [0,1].$$

The known distributions can be used as distributions or elementary functions, and by the linear transformation of function and argument they can be lead to interval [0,1]:

$$z = a \cdot x + b,$$

$$y(z) = c \cdot f(z) + d;$$

so as to they would satisfy the requirements of the probability density distribution.

$$y_i(z) \geq 0 \quad z \in [0,1]$$

$$\int_0^1 y_i(z) dz = 1$$

Thus, any continuous and non-negative in a certain interval function can be considered as a probability density function, after pressing or extending its curve at a chart with respect to the weight coefficient.

№	Data Value
1	0.74
2	0.416
3	0.431
4	0.725
5	0.436
6	0.401
7	0.422
8	0.454
9	0.408
10	0.434

Table 1. Data value controls parameter

In order to automate methods of data analysis based on normalized statistics the automated system was created. It helps to carry out studies of distributions structural properties and to obtain their quantitative characteristics, to carry out comparative data analysis, etc.

Let us illustrate an example by applying the method or normalized distributions to a sample.

The sample data, were preliminary normalized to an

interval [0, 1] according to the formula:

$$x_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max}}$$

Let us calculate the mean and the central moments which represent "statistical indicators" of the probability density function of the distribution:

$$m_x = 0.495, \sqrt{\mu_2} = 0.377, \sqrt[3]{\mu_3} = 0.186, \sqrt[4]{\mu_4} = 0.415$$

These estimators are taken as the coordinates of the certain point P in the four-dimensional space. In the same space we will add points, which correspond to the existing data from the relative points of standard distributions stored in the automated system. Then, select from the points from the space which has a minimal distance to P.

This point became point  $F_{\min}$  with coordinates

$$(0.498, 0.392, 0.190, 0.406)$$

$$(|PF_{\min}| = 0.018),$$

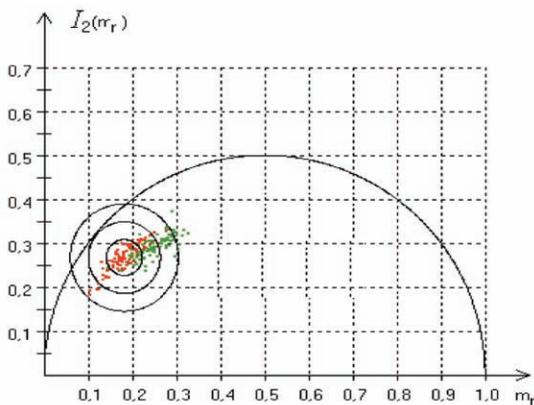


Figure 1. The indicators received from the sample

The following density function of distribution corresponds to it:

$$f(x) = 0.5834 \left| \sin\left(\left(0.6 - x\right) \frac{\pi}{3}\right) \right|^{2 \sin(2(0.8-x)\pi)}$$

The curve of this density probability function is given below on Figure 2.

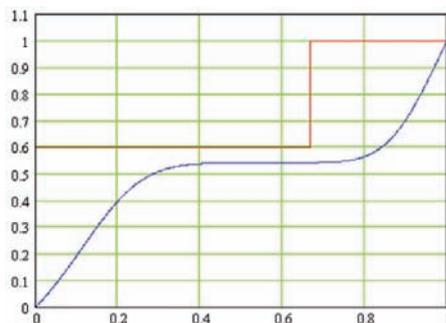


Figure 2. The indicators received from the sample

To confirm a hypothesis of the distribution law, we

used the Cholmogorovs criteria. The divergence between the experimental data and data the approximated with the model is:

$$D = \max |F_n(x) - F(x)| = 0.6$$

A variable  $\lambda$  can be calculated as

$$\alpha = 0.05 \quad \lambda_{\alpha} = 1.36 \geq \lambda$$

As for  $\alpha = 0.05 \quad \lambda_{\alpha} = 1.36 \geq \lambda$ , than the model can be accepted as an adequate to the data set.

The data normalization method helps to decrease significantly the number of calculations and to receive the adequate result when working with short data sets.

The problem of the divergence moment identification is one of the key ones in dataset structural analysis. It can be solved with one of the following approaches: first, by segmentation of the curve, which simulates probability density function of the distribution i.e., boundaries between the homogeneous fragments of the curve can represent moments of divergence of the stochastic process properties; second, the position of statistical estimators in the possible values space indicate the moments when the properties of the stochastic process change. Thus, it is possible to obtain description of process structural properties before and after the moment of divergence, and to receive the quantitative characteristics of the process.

An example of the divergence moment identification is represented on Figure 3.

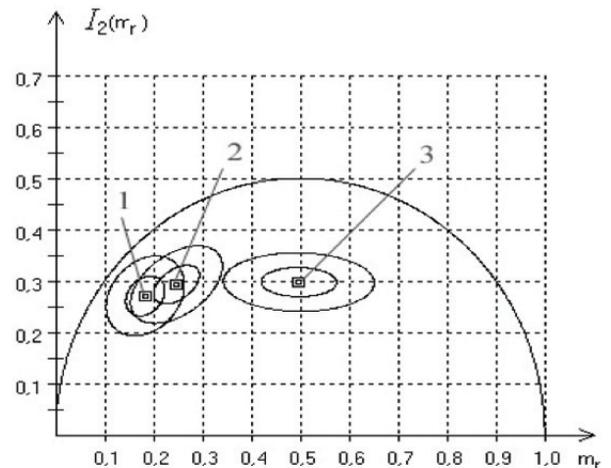


Figure 3. The statistical indicators grouping at the divergence moments

For definition of quantitative characteristics of change of properties of casual parameter it is possible to use information criterion.

Informational criteria can be used to define quantitative characteristics of random variable properties

changes.

To receive the distribution density function of chance variable we should brake value space of this variable into finite number  $k$  of intervals  $A: (x_{i-1}, x)$ , where  $x_i [i = 1, k]$  are frontier points of intervals,  $P_1, P_2, \dots, P_n$  - probability of chance variable  $X$  values hitting the intervals  $A_1, A, \dots, A$ :

$$P_i = P(x \in A_i) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx \quad (1)$$

It is known from the information theory that the entropy independent chance variable  $X$  is defined as

$$h = - \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \ln f(x) dx \quad (2)$$

It is shown in [1] that for the entropy  $H$  of discrete variable received from continuous variable

$$H = h - \ln \Delta x \quad (3)$$

where  $\Delta x$  is the width of interval.

Formula (3) involves the logarithm of dimensional quantity  $\Delta x$ . From physical point of view the logarithm of dimensional quantity is not specified, so we have to introduce chance variable  $y = x/\sigma$  then

$$H = h - \ln \Delta x / \sigma \quad (4)$$

Lets consider a case when the dispersal of controllable parameter  $X$  values is defined by the borders of control  $a$  and  $b$  ( $a < b$ ).

Let  $p_1 = P(x < a)$  be the probability of the value of random parameter  $X$  is less than  $a$ ;  $p_2 = P(x > b)$  is the probability of the random parameter  $X$  value is more than  $b$ ,  $p_3 = P(a \leq x \leq b)$  the probability of the random parameter  $X$  value lies in the interval from  $a$  to  $b$ .

The condition entropy of such random process is defined as

$$H = -p_1 \ln p_1 - p_2 \ln p_2 - p_3 \ln p_3$$

According to (3) and (4) the condition of a random process is defined by the entropy:

$$H = h - \ln(b - a) / \sigma \quad (5)$$

If measure of inaccuracy of controllable parameter can't go beyond an allowed value  $T_H$ , it means that the centre of a dispersal meaning of a parameter (a math expectation) field coincides with the centre of a tolerance band, and the mean-square deviation corresponds to an equation.

$$\sigma_0(x) = [T_H - \Delta x] / U_{q/2}$$

Where  $T_H$  is a low limit bound of a measurable parameter,  $\Delta x$  is the centre of tolerance band (a math expectation

of a reference distribution of measurements inaccuracy),  $U_{q/2}$  - a fractile of a preassigned order of obtained distribution,  $\sigma_0(x)$  - mean-square deviation of reference measurement inaccuracy distribution.

Let the measurement of parameter in a point of time to correspond to reference distribution of inaccuracy with mean-square deviation  $\sigma_0(x)$ . In the point of time  $t_1$  mean-square deviation changed value to  $\sigma_1$ . Then the alteration of random parameter state during  $\Delta t = t_1 - t_0$  is equal to entropy difference  $\Delta H$ :

$$\Delta H = |H_1 - H_0| = \ln \sigma_1 / \ln \sigma_0 \quad (6)$$

Due to a logarithm property it is equivalent to

$$\sigma_1^2 = \sigma_0^2 e^{2|H_1 - H_0|}$$

Thus the alteration of random parameter value can be controlled by random parameter dispersion  $\sigma_1^2(x)$  estimation.

In practice, the estimation  $\hat{H}_1$  is used instead of entropy value  $H_1$ :

$$\hat{H}_0 = - \sum_{i=1}^3 \frac{f_{i0}}{n} \ln \frac{f_{i0}}{n}$$

$$\hat{H}_1 = - \sum_{i=1}^3 \frac{f_{i1}}{n} \ln \frac{f_{i1}}{n}$$

Where  $f_i$  is the frequency of controlled parameter  $X$  measurements hitting the  $i$  field of measured parameter value space;  $n$  is the amount of sampling.

In economics processes monitoring, when it is rather difficult to get the sufficient quantity of experimental data, data valuation methods and informational and statistical methods application helps to get information about regularities and tendencies of objects behavior, define similarity or difference of objects or processes structure properties, their quantitative and qualitative estimations, helps to interpret experimental data statistically and to analyze data real-time.

## Conclusions

Quality of economic system control is defined in many respects by accuracy of its description or by the quality of the used model, that is by the quality of identification. Quality of identification, in its turn, is characterized by adequacy of the model to the real object. Mapping of real objects into models space is always connected with loss of information. That is why it is impossible to speak about absolute adequacy of models to real objects. Degree of inadequacy is defined by:

- error of initial premises (theoretical statements about observed object) in the task of function type and structure;

- approximate properties of models;

- error of measurements (instrument error).

Use of inadequate models in practice may lead to faulty theoretical and practical conclusions.

The method of Data Normalization can be effectively used in those fields of industry and technology, which suffer from financial and factual difficulties while gathering experimental data. The named method helps to receive information about some tendencies and regularities in process and objects dynamics, identify similarities and differences of their structure, their quantitative estimations, to provide the statistical explanation of experimental data and real-time analysis.

## Bibliography

- Urazbahtin I.G., Lapina T.I., Random process from modeling based on statistical indicators for led distributions. // News of KSTU, KSTU publishing, №4, 2000.
- Lapina T.I., Urazbahtin I.G.
- Data Normalization as a basis for Time Series forecasting THE SOCIETY OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS (SPIE)  
• Central Univ./City Branch, 9876 Light Ave., Philadelphia, PA USA, 2005.
- Efron B. Nontraditional methods of multidimensional statistical analysis. – Collection of articles. – Moscow, Finance and Statistics, 1988.
- Principal components of Data Series: Caterpillar method. Under supervision of Dalilov D.L., Zhigliavsky A.A., S-Peterburg University, 1997.



**Author: Tatiana I. Lapina**

Born in Russia, Kursk, In 1985 graduated from the Engineering Department and in 1998 obtained her Ph.D. in " Management in social and economic systems " from the Kursk State Technical University. Now she is a associate professor of the Information systems and technologies Department of the Kursk State Technical University.

Tatiana I. Lapina is interested in aspects of the creation of a system for objects monitoring based on informational statistical approach, processing of one-dimensional and many-dimensional signals.

# Efecto del Fosfato di Amónico Tratado con un Polímero, como fuente de lenta liberación de fósforo para evitar la fijación de este elemento en el suelo

Washington Padilla G.<sup>1</sup>



**Resumen**— Mediante el uso de una planta indicadora como es el sorgo, se investigó el grado de eficiencia que puede presentar una fuente de fertilizante fosfatado protegida por un polímero que impide la fijación de este elemento en el suelo y por lo tanto permite ofrecer a la planta el fósforo necesario durante su ciclo de crecimiento, convirtiendo al 18-46-0, en fuente de lenta liberación. Los resultados agronómicos obtenidos demuestran que los tratamientos que contienen la fuente tratada con el polímero, presentaron mejores rendimientos a la vez que deja un residuo del elemento en forma disponible, que bien puede ser aprovechado por un nuevo cultivo o si se trata de un cultivo perenne o semi perenne, puede tener un comportamiento como fuente de liberación lenta, que permite realizar un menor número de aplicaciones sin temor a la fijación del fósforo en el suelo.

**Palabras clave**— Polímero, fuente de lenta liberación, factor de producción parcial.

## Introducción

Generalmente, la disponibilidad del fósforo proveniente de una fuente fertilizante aplicada a un suelo ácido o a un suelo alcalino, empieza a declinar tan pronto como este fósforo llega al suelo. Para el caso de los suelos ácidos los complejos que se forman por la presencia de iones de hierro y de aluminio, que se incrementan a partir de pH's menores a 5.5, es la principal causa para que se produzca el fenómeno conocido como fijación de fósforo en el suelo; por otra parte a pH's superiores a 7.5 la presencia del ion calcio es muy frecuente y la formación de fosfatos de calcio, que se hacen cada vez más insolubles al incrementar la presencia de calcio en el compuesto, es la principal causa para hacer que el fósforo aplicado en estos suelos sea poco disponible para los cultivos. Padilla, 2000.

<sup>1</sup> Washington Padilla G. Ph.D., Director de Agrobiolab  
agrobiolab@clinica-agricola.com

Para el caso de los suelos ácidos la práctica conocida como encalamiento, es decir la aplicación de  $\text{CaCO}_3$  al suelo, evita la fijación de fósforo, pero el tiempo de su reacción bien puede sobrepasar los tres meses, tiempo en el cual muchos cultivos ya han finalizado sus ciclos y no han recibido el beneficio.

Para los suelos alcalinos el problema es más grave ya que la presencia del calcio inevitablemente con el fósforo forma compuestos poco solubles y reduce dramáticamente su disponibilidad.

El problema de hacer que el fósforo sea entregado lentamente desde varios compuestos, ha sido estudiado por medio del desarrollo de compuestos que tengan muy baja solubilidad en agua e impidan el rápido contacto del fósforo con el suelo o con la semillas o raíces de plántulas que pueden ser quemadas por la alta acidez ( $\text{pH} < 3.5$ ) que se produce alrededor del gránulo de cualquier fuente fosfórica que es aplicada al suelo. Padilla, 2000.

Métodos que previenen la rápida disolución de la fuente fosfórica han sido fundamentados en cubrir o proteger con materiales de menor solubilidad en agua para retardar el ingreso del agua en la partícula y evitar la salida del fósforo.

Coberturas aplicadas a productos fosfóricos solubles, generalmente han sido de dos tipos:

1.- Cubiertas impermeables que requieren el rompimiento por medios físicos, químicos o por acción biológica antes que el nutriente sea disuelto.

2.- Cubiertas semipermeables a través de las cuales el agua se difunde y crea una presión interna suficiente para destruir la cobertura.

Tomando en consideración estos dos criterios y poniéndoles en combinación, se ha creado un polímero que es un producto que al añadirlo a cualquier fuente fosfórica sólida, permite que exista una liberación controlada del fósforo. De esta forma se obtiene un fertilizante de liberación lenta o controlada que no permite la rápida fijación del fósforo en el suelo.

## Objetivos

### Objetivo General.

El objetivo principal del presente trabajo es el de determinar el grado de eficiencia de la fuente de fósforo tratada con el polímero, al evitar la fijación rápida de este elemento y hacer lenta la entrega del fósforo.

### Objetivos Específicos

Determinar en base de la producción de materia verde de la planta indicadora, sorgo, en el período de 80 días, la diferencia con el uso de una fuente fertilizante tratada y no tratada con el polímero.

Determinar mediante análisis químicos de laboratorio, la absorción de fósforo y de otros nutrientes en función del porcentaje de materia seca producida y de la concentración de los mismos en el extracto celular de las plantas ECP.

## Materiales y Métodos

### Ubicación

El experimento fue realizado en la finca experimental del GCA, ubicada en la zona de Tumbaco, Provincia de Pichincha, en un suelo franco arenoso con las características químicas que se presentan en el cuadro de análisis realizado antes de sembrar el ensayo. Cuadro 1.

### Cultivo

El cultivo usado como indicador fue el sorgo, el mismo que fue plantado en el sistema de tres bolillos en platabandas de 70 cm de ancho y 18 m de largo, a una distancia de 20 cm entre plantas y 20 cm entre hileras, para tener una población de 20 plantas por parcela de 2.1 m<sup>2</sup> de superficie (3m x 0.7 m).

### Fertilización

La fuente de fertilizante fosfórico utilizada fue el DAP (18-46-0) con el 46 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , la misma que fue aplicada en la dosis de 62, 124 y 186 Kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha. Estas dosis fueron aplicadas en las parcelas correspondientes sin y con la cobertura del polímero en la dosis de 100 ml por cada 50 kg de material, DAP, tratado.

### Tratamientos y Repeticiones

Fuente Fertilizante	Trat 1 kg/ha	Trat 2 kg/ha	Trat 2 kg/ha
DAP	62	124	186
DAP Tratado	62	124	186

La aplicación del fósforo se realizó al fondo del surco a chorro continuo procediéndole a tapar antes de colocar la semilla de sorgo. A las tres semanas de la siembra se aplicó una dosis de nitrógeno en forma de urea en banda lateral y tapada para evitar su volatilización como  $\text{NH}_3$ .

### Manejo del cultivo y evaluación

Las labores de deshierba, tratamientos fitosanitarios y de corte para toma de muestras para los análisis indicados en

este estudio, fueron realizados para todos los tratamientos de la misma manera, siguiendo el protocolo establecido.

Se tomaron muestras de suelo de cada parcela y por cada repetición para evaluar el movimiento del fósforo, fijación en el suelo y la asimilación del mismo por parte de las plantas.

De cada parcela neta, se tomaron 5 plantas enteras y se procedió a pesarlas dividiéndolas en raíces, tallos y hojas, para luego en ese material realizar el análisis del % de P en función de materia seca producida y de la concentración de PO4 acumulado en el torrente circulatorio de las plantas mediante un análisis de extracto celular (ECP).

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y la prueba de Tukey al 5 %.

### Resultados

#### Condición química del suelo antes de la siembra

Lotes	pH	CE	MO	NH4	NO3	P	K
	dS/m	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>
Lote Experimental	6.9 PN	0.59 B	2.34 A	35.4 M	23.5 B	62 A	0.92 A

Lotes	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>
Lote Experimental	8.9 A	3.41 A	0.07 B	6.8 E	75.8 E	6.5 M

Lotes	Zn	B	S	CICE	
	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	
Lote Experimental	10.2 E	0.92 B	15.9 M	13.3 M	<i>Agrobiolab, 2008</i>

**Cuadro 1.** Análisis químico de suelos del lote en donde se desarrolló el experimento.

Lotes	pH	CE	MO	NH4	NO3	P	K
	dS/m	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>
Lote Experimental	7.4 PN	0.63 B	1.34 B	34.5 M	27.7 B	290 E	0.58 A

Lotes	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>
Lote Experimental	7.19 A	2.61 A	0.06 B	3.0 M	39.7 M	3.3 B

Lotes	Zn	B	S	CICE	
	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	
Lote Experimental	5.2 M	0.58 B	7.2 B	10.44 M	<i>Agrobiolab, 2008</i>

**Cuadro 2.** Análisis químico de suelos de todo el lote, al final del experimento.

Tratamientos	pH	CE	NH4	NO3	P	K
	dS/m	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>
T1	7.37 Pn	0.39 B	34.17 B	20.13 B	122.8 A	0.57 A
T2	7.50 LAI	0.27 B	37.6 B	14.53 B	134.7 A	0.59 A
T3	7.30 Pn	0.29 B	39.0 B	14.53 B	163.3 A	0.55 A
T4	7.17 Pn	0.40 B	33.7 B	23.77 B	144.7 A	0.55 A
T5	7.07 Pn	0.44 B	32.8 B	24.07 B	163.7 A	0.50 A
T6	7.23 Pn	0.40 B	32.3 B	22.10 B	209.0 A	0.56 A

**Cuadro 3.** Análisis químico de suelos de cada tratamiento, de parámetros escogidos, al final del experimento.

Tratamientos	P	K	N	P	K
	% Raíz	% Raíz	% Hoja	% Hoja	% Hoja
T1	0.14	0.91	2.69	0.22	1.86
T2	0.15	1.01	2.62	0.27	1.88
T3	0.18	1.01	2.35	0.27	1.92
T4	0.23	1.09	2.65	0.33	2.15
T5	0.26	0.90	2.65	0.34	1.96
T6	0.25	0.95	2.91	0.37	2.09

**Cuadro 4.** Resultados del análisis de tejidos, raíces y hojas de parámetros escogidos.

Plantas	pH	NH4	NO3	PO4	K	CE	Vol	Peso Tallos
Tratamientos		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ml	g
T1	5.4	380.80	582.00	175.67	3641.7	13.29	19.9	26.08
T2	5.33	504.40	458.33	177.00	4666.7	13.10	35.7	42.09
T3	5.37	631.53	455.33	186.00	5541.6	13.83	33.0	49.40
T4	5.43	413.00	478.67	244.33	5233.3	13.13	26.0	55.27
T5	5.40	600.80	456.00	289.67	3658.3	15.52	22.3	56.00
T6	5.47	722.00	771.33	255.67	4316.7	16.5	21.3	63.69

**Cuadro 5.** Análisis del Extracto Celular de la Planta (ECP) de cada uno de los tratamientos

Tratamientos	Producción	Dosis de P	Eficiencia de P	Eficiencia de PO4 en ECP	Factor de Producción Parcial (FPP)	Eficiencia Agronómica (EA)
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/Kg	Kg/ppm	Kg Mverde/kg de P. aplicado	Kg de MV/kg de p. apl. Bajo diferentes dosis
T1	1036.70	62	4.63	30.54	16.72	-----
T2	1994.73	124	4.34	32.12	16.09	-----
T3	2474.15	186	3.41	22.26	13.30	-----
T4	1709.52	62	9.10	55.70	27.57	10.85
T5	1928.41	124	3.72	27.01	13.13	-2.95
T6	1240.51	186	19.39	12.94	6.67	-6.63

**Cuadro 6.** Resultados agronómicos del ensayo, por tratamientos.

### Discusión de Resultados

El análisis químico de suelos antes de iniciar el ensayo Cuadro 1, demuestra que el suelo tiene un grado de fertilidad bastante aceptable para casi todos los elementos, situación que hace interesante para la obtención de los resultados esperados en el presente experimento.

Por otra parte el análisis de suelos realizado al final

del ensayo Cuadro 2, indica que el suelo quedó en algunos elementos disminuido y en otros, como el caso del fósforo, quedó bastante enriquecido en términos de promedio, este dato como será analizado posteriormente, es un indicativo de la respuesta obtenida.

Cuando se hace el análisis de suelos de cada una de las parcelas Cuadro 3, con los parámetros más indicados para evaluar el trabajo, al final del ensayo, se puede observar que existe un incremento muy consistente desde el tratamiento 1 al tratamiento 3 y del 4 al 6, notándose que el efecto tampón del suelo, el mismo que es de mediana acción por ser un suelo franco arenoso, el fósforo queda adsorbido en la matriz dando como resultado una disminución en la provisión de este importante elemento.

Este efecto se puede observar cuando se estudian los datos del Cuadro 4, donde se presentan los resultados de los análisis de tejidos, donde se ve que los tratamientos que tienen el fósforo tratado con el polímero (T3, T4 y T5) presentan una mayor concentración de fósforo lo cual puede deberse a la lenta y controlada entrega del elemento fósforo lo que resulta en una provisión permanente de fósforo desde el inicio hasta el final del ensayo Figura 1.

Este dato es corroborado por los datos encontrados en el análisis del ión fosfato al realizar el análisis del Extracto Celular de la Planta (ECP) del Cuadro 5 y Figura 2, donde la tendencia es exactamente la misma, manteniendo un grado de hidratación bastante adecuado, dato revelado por el volumen de líquido obtenido del extracto de los tallos de las plantas analizadas.

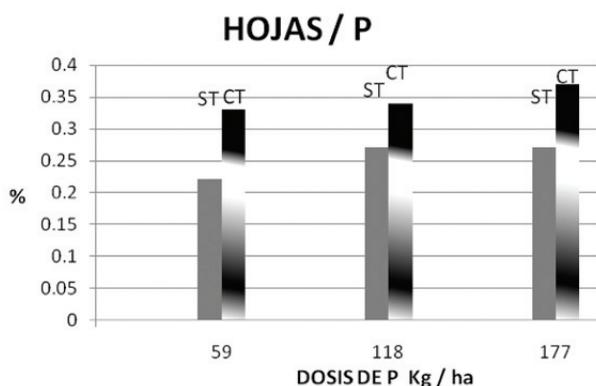
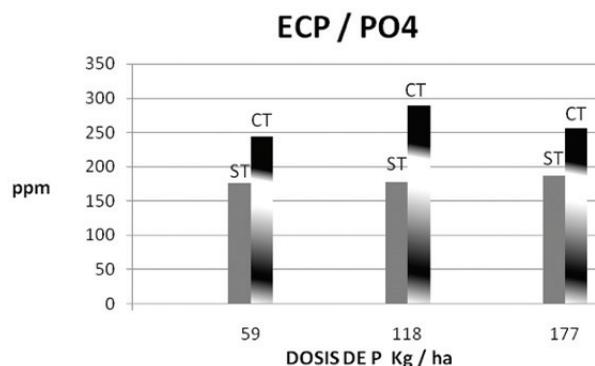


Figura 1. Eficiencia de la absorción de fósforo por las plantas de sorgo, en función de las dosis de fósforo tratado y sin tratar con el polímero.

Cuando se evalúan los resultados agronómicos del ensayo por tratamiento Cuadro 6 y Figura 1, se puede ver muy claramente que la mayor eficiencia del uso del fósforo por la planta se da en los tratamientos que tienen el fósforo protegido con el polímero obteniéndose el mayor valor con el tratamiento 6 de la dosis más alta de fósforo aplicada, pero al obtener el

mismo dato de eficiencia tomando el valor obtenido del ión fosfato con el ECP Figura 2, se puede ver que el tratamiento más eficiente es el número 4 con la dosis más baja del fósforo tratado con el polímero. Dibb, 2000.



\*ST = Sin Tratamiento y CT = con tratamiento con el polímero

Figura 2. Eficiencia de la absorción de fósforo como PO4 por las plantas de sorgo, en función de las dosis de fósforo tratado y sin tratar con el polímero.

Por otra parte si se considera el Factor de Producción Parcial que es la obtención de los kilogramos de materia verde producida por kilogramo de fósforo aplicado (FPP). Stewart, 2007. Figura 3, se puede observar que el tratamiento 4 que contiene la dosis más baja de fósforo pero protegida con el polímero, determina el valor más alto del FPP, indicando que para el caso del presente ensayo no era necesario aplicar una dosis más alta que 60 Kg de P2O5 por hectárea para alcanzar la máxima eficiencia en la aplicación del fósforo.

Debido a que no se llegó a alcanzar la producción final del cultivo de sorgo, sino que se evaluó únicamente en el valor de materia seca producida en los 80 días de desarrollo del cultivo, no se puede realizar un análisis económico de los tratamientos estudiados.

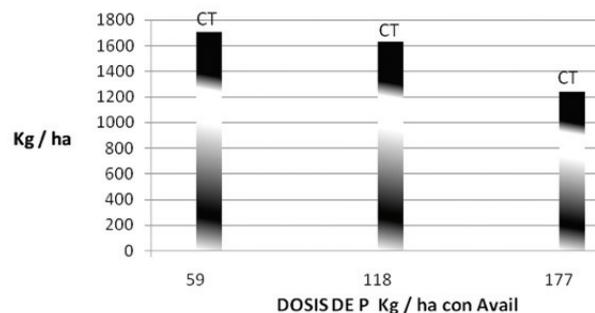
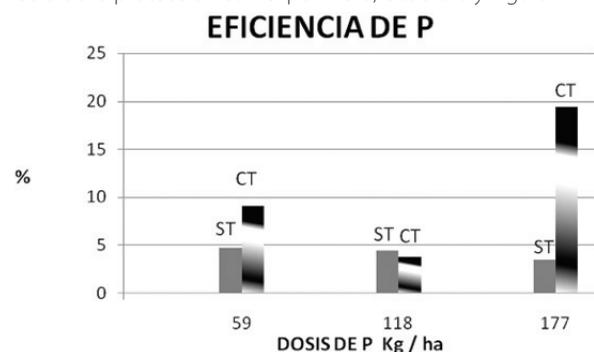


Figura 3. Efecto de las dosis de fósforo tratado con el polímero en relación al Factor de Producción Parcial (FPP).

Un dato adicional que permite evaluar la eficiencia del polímero como agente para provocar un efecto de lenta liberación del fósforo es el de la Eficiencia Agronómica (EA), en el cual el tratamiento con la dosis más baja de fósforo pero tratado con el polímero, presentó el valor más alto que de igual

manera determina la eficiencia del fósforo para la obtención de los kilogramos de materia verde por kilogramo de fósforo aplicado, en comparación con los tratamientos que no han recibido la protección con el polímero, Cuadro 6 y Figura 4.



\* ST = Sin Tratamiento y CT = con tratamiento con el polímero

Figura 4. Eficiencia de la absorción de fósforo por las plantas de sorgo, en función de la concentración de fósforo en las hojas, según las dosis de fósforo tratado y sin tratar con el polímero.

## Conclusiones

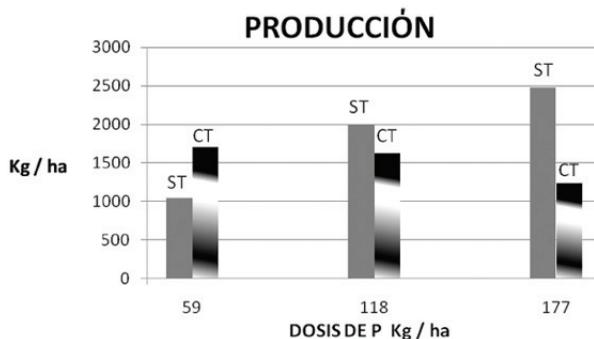
Los resultados de rendimiento obtenidos por los diferentes tratamientos al trabajar con una planta indicadora como es el caso del sorgo, que es considerado como una planta de ciclo relativamente corto, han determinado que la asimilación del fósforo por parte de este cultivo fue muy aceptable, dejando suficiente reserva para un próximo ciclo, situación que puede muy bien ser considerada cuando se trabaja con cultivos perennes o semi perennes como palma africana, banano y pastos, los cuales requieren de una dotación de fósforo más lenta pero permanente durante todo su ciclo, sin temor a que este valioso e importante elemento, que es el fósforo, sea fijado en forma permanente en el suelo.

Cuando el contenido de fósforo en el suelo, de acuerdo con un análisis, se presenta como alto, la dosis a ser aplicada debe ser la suficiente como para permitir que reproduzca el efecto de difusión, que permite al fósforo moverse desde la zona de mayor concentración a la de menor concentración que corresponde a la rizosfera.

Para el presente ensayo se encontró que la dosis más baja 59 Kg/ha de fósforo fue suficiente para alcanzar la mayor eficiencia de absorción de este elemento por parte de la planta utilizada como indicadora, en el tiempo de desarrollo de 80 días. Gráfico 5.

La absorción de fósforo encontrado como ión  $PO_4$  en el Extracto Celular de la Planta (ECP), fue un gran indicador para ver el efecto positivo de una fuente de lenta liberación de fósforo, como el caso del tratamiento con el polímero, para lograr una buena acumulación de este ión  $PO_4$  que representa la fuente de energía de la planta ya que es el precursor de la

formación de la adenosin tri fosfato (ATP).



\* ST = Sin Tratamiento y CT = con tratamiento con el polímero

Figura 5. Rendimiento en kilogramos de materia verde producida en cada tratamiento, con y sin la aplicación del polímero.

## Bibliografía

- Padilla W. 2000. Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal. Publicación digital. pp.182
- Stewart. W.M. 2007. Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. En Informaciones Agronómicas No 67. International Plant Nutrition Institute. pp. 2.
- Dibb. D. 2000. Eficiencia de uso de nutrientes: verdades y mitos. En Informaciones Agronómicas No 41. International Plant Nutrition Institute. pp. 7.



Autor: Washington Padilla Galarraga

Ph.D. de la Universidad de Minnesota, Saint Paul, USA, Doctor en Química, Física de Suelos y Nutrición de Plantas, Master of Science, Raleigh USA en North Carolina State University, Ingeniero Agrónomo de la Universidad Central del Ecuador, Quito.

Se ha desempeñado en: Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Agronomía. Profesor Asistente y Laboratorista, INIAP Estación Experimental Santa Catalina, Universidad de Minnesota - Profesor Asistente Cátedra de Físico-Química de Suelos. Saint Paul, INIAP Director del Proyecto de Conservación de Suelos y Aguas (COMSA). Quito, AGRIPAC S.A. Gerente Técnico a nivel nacional, CHEVRON CHEMICAL CO. Gerente Técnico para los países del Pacto Andino- Quito, AGROBIOLAB CIA. LTDA. Director General Laboratorio Análisis de Suelos, Plantas y Aguas. Quito, FERTILOM CIA. LTDA. Gerente General. Quito, AGROBIOCIENCIA CIA. LTDA. Gerente General. Quito, Profesor de la Cátedra de Suelos y Nutrimiento de Plantas, Universidad Central del Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial.

Más de 50 publicaciones sobre Fertirrigación de Suelos, nutrición de plantas, control inducido de plagas y enfermedades, conservación de suelos y medio ambiente.

# On Informativeness of Variation Coefficients While Analysis Signals Structural Properties

Tatiana I. Lapina<sup>1</sup>



**Abstract**— For effective analysis of optical signals it is important to obtain the parameters of their structural properties, variation coefficient, excess, asymmetric coefficient can be used for this purposes. The use of variation coefficient is being possible when at comparative analysis of structurally similar signals. That in why the variation coefficient would be implied at structural analysis of optical signals in the same intervals found. There are properties of factors variations of distributions probabilities critically investigated for their use in applied problems of the statistical analysis. Their greatest information is shown for structural properties of distributions of modules of a deviation from an average values of investigated laws of distributions.

**Keywords**— Processing of one-dimensional and many-dimensional signals.

## Introduction

Variation coefficient, defined as degree of dissipation of random variable at its mean value [1], is among many numerical characteristics of probabilities distributions (statistic data), while are used in applied problems of statistic investigations

$$V_{\delta} = \sqrt{\mu_{2y}} / \alpha_{1y} \Rightarrow \delta_y / \alpha_{1y}$$

where:  $\alpha_{1y}$  and  $\mu_{2y}$  are respectively the first initial (mean value) and second central (dispersion) moments of random variable;  $\delta_y$  - mean-square deviation of random variable.

Frame the definition of variation coefficient it follows that  $V_{\delta}$  is a dimensionless value. This coefficient was proposed by K. Pirson. Quid here it was supposed that variation coefficient should be used at positive values of  $\alpha_{1y}$ . The last limitation is not quite clear. Proceeding from the physics of variation coefficient, characterizing distribution structure, it is advisable to present it in the form

$$V_{\delta} = \delta_y / |\alpha_{1y}|$$

Let us consider variation coefficient for some parametric distributions:

- Uniform distribution  $f_y(y) = 1/(y^+ - y^-)$   $y \in [y^-, y^+]$  initial moment -  $\alpha_{1p}$  and mean - square deviation for being considered distribution are respectively equal:

<sup>1</sup> Kursk State Technical University, Kursk, 305040, ul.50 Let Oktyabrya, 94, lapinati@mail.ru

$$\alpha_{1\delta} = (y^+ + y^-)/2$$

Taking into account last relations, variation considered for uniform distribution will be of the following form

$$V_p = \sqrt{\frac{1}{3} \left( 1 - \frac{y^+ \cdot y^-}{\alpha_{1p}^2} \right)}$$

That is  $V_p$  depends both on interval length  $[y^-, y^+]$  and on its position (parameters).

• Exponential distribution  $f_{\tilde{y}}(y) = \lambda e^{-\lambda y}$ ,  $y \in [0, \infty]$ ,  $\lambda > 0$

The first initial moment and mean – square deviation of exponential distribution are respectively equal

$$\alpha_{1\tilde{Y}} = 1/\lambda, \quad \sqrt{\mu_{2\tilde{Y}}} = \delta_{\tilde{Y}} = 1/\lambda$$

then variation coefficient will be equal distribution

$$V_{\tilde{Y}} = (1/\lambda)/(1/\lambda) = 1$$

that is, it does not depend on parameter and is constant.

• Normal distribution

$$f_{\tilde{y}}(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta_N}} \cdot \exp\left(-\frac{(y-\alpha_N)^2}{2\delta_N^2}\right) \quad y \in (-\infty, \infty)$$

where  $\delta_N$  and  $\alpha_{1N}$  - are parameter which coincide respectively with initial moment and mean – square deviation of normal distribution. Variation coefficient for normal distribution has the form

$$V_N = \delta_N / \alpha_{1N}$$

that is it is impossible to identify any of its parameter and its structure according to variation coefficient of normal distribution.

• Exponential distribution  $f_{\tilde{y}}(y) = \tilde{n}y^{\tilde{n}-1}$ ,  $\tilde{o} \in [0,1]$ ,  $\tilde{c} > 0$ .

The first initial moment and mean – square deviation of exponential distribution are deviations of exponential distribution are determined respectively according to formulae:

$$\alpha_{1\tilde{o}} = \int_0^1 \tilde{o} \tilde{n} \tilde{o}^{\tilde{n}-1} d\tilde{o} = \frac{\tilde{c}}{\tilde{c}+1};$$

$$\delta_{\tilde{o}} = \sqrt{\mu_{2\tilde{o}}} = \left( \int_0^1 \tilde{o}^2 \tilde{n} \tilde{o}^{\tilde{n}-1} d\tilde{o} - \alpha_{1\tilde{o}}^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{\tilde{c}}{\tilde{c}+2} - \alpha_{1\tilde{o}}^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{(1-\alpha_{1\tilde{o}})^2 \alpha_{1\tilde{o}}}{(2-\alpha_{1\tilde{o}})}}$$

Taking into account the following sequence of transformations

$$\left( \alpha_{1\tilde{o}} = \frac{\tilde{c}}{\tilde{c}+1} \right) \Rightarrow (c\alpha_{1\tilde{o}} + \alpha_{1\tilde{o}} = c) \Rightarrow \left( \tilde{c} = \frac{\alpha_{1\tilde{o}}}{1-\alpha_{1\tilde{o}}} \right)$$

it follows, that

$$V_{\tilde{o}} = \sqrt{\frac{(1-\alpha_{1\tilde{o}})^2}{\alpha_{1\tilde{o}}(2-\alpha_{1\tilde{o}})}},$$

Accepted variation coefficient depends only on the first initial moment.

Bernoulli distribution. Let us consider the following general case. Let values  $\delta^+$  and  $\delta^-$  be given with outcome probabilities in the experiment  $\mathfrak{D}(\delta^+) = \mathfrak{D}$  and  $\mathfrak{D}(\delta^-) = 1 - \mathfrak{D}$ . Then the first initial and the second central moments will be respective by equal

$$\alpha_{1A} = \delta^+ \cdot \delta + \delta^- \cdot (1 - \delta) = (\delta^+ - \delta^-) \cdot \delta + \delta^-,$$

$$\alpha_{2A} = (\delta^+ - \delta^+ \delta) + (\delta^- - \delta^+ \delta)^2 = (\delta^+ - \delta^-)^2 \delta (1 - \delta)$$

Taking into account accepted expressions for variation coefficient it will be true that

$$V_{A\delta} = \sqrt{\frac{(\delta^+ - \delta^-)^2 \delta (1 - \delta)}{((\delta^+ - \delta^-) \delta + \delta^+)^2}}$$

which depends on the parameter P, interval -  $(\delta^+ - \delta^-)$  and position -  $\delta^-$  possible values of random variables.

Basic relations, connected with variation coefficient for considered above parametric distributions of probabilities are given in Table 1.

Distributions	Indices		
	$\alpha_{1(\cdot)}$	$\delta_{(\cdot)}$	$V_{1(\cdot)}$
Uniform	$(y^+ + y^-)/2$	$\left( \frac{\alpha_{1p}^2 - y^+ \cdot y^-}{3} \right)^{\frac{1}{2}}$	$\left( \frac{1}{3} \left( 1 - \frac{y^+ \cdot y^-}{\alpha_{1p}^2} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$
Exponential	$1/\lambda$	$1/\lambda$	1
Normal	$\alpha_{1N}$	$\delta_N$	$\delta_N / \alpha_{1N}$
Power	$\frac{c}{c+1}$	$\left( \frac{(1-\alpha_{1n})^2 \cdot \alpha_{1n}}{2-\alpha_{1n}} \right)^{\frac{1}{2}}$	$\left( \frac{(1-\alpha_{1n})^2}{\alpha_{1n}(2-\alpha_{1n})} \right)^{\frac{1}{2}}$
Bernoulli	$(\delta^+ - \delta^-) \delta + \delta^-$	$(\delta^+ - \delta^-)^2 \sqrt{\delta(1-p)}$	$\frac{(\delta^+ - \delta^-)^2 \delta (1 - \delta)}{((\delta^+ - \delta^-) \delta + \delta^+)^2}$

Table 1. Table of indices of variation coefficient for some parametric distributions

Let us consider distributions of general form. Let density of distributions  $[y^-, y^+]$  by given in the interval  $f_{\tilde{y}}(y)$ ,  $\tilde{o} \in [y^-, y^+]$ . Linear transformation of random variable

$$x = ay + b, \quad x \in [(ay^- + b), (ay^+ + b)], \quad y \in [y^-, y^+]$$

does not change distributions structure (class of distribution). If to admit

$$x^- = ay^- + b = 0 \quad \text{и} \quad x^+ = ay^+ + b = 1$$

that the following expression will be true for x

$$x = (y - y^-)/(y^+ - y^-), \quad y \in [y^-, y^+], \quad x \in [0,1]$$

$f_{\bar{x}}(x)$  Initial (the first) and central moments of distribution meet the following inequality [1]

$$0 \leq \lambda_{1x} \leq 1,$$

$$0 \leq \mu_{kx} \leq p(1-p)[(1-p)^{k-1} + (-1)p^{k-1}] = \mu_{k\hat{A}}$$

where  $\alpha_{1x}$  and  $\mu_{1x}$  - the first initial and central moments of k-order, respectively;  $\mu_{k\hat{A}}$  - central moments of k-order of Bernoulli distribution

$$P(x=1) = p = \alpha_{1x}, \quad P(x=0) = (1-p) = (1-\alpha_{1x})$$

$$\frac{\sqrt{\mu_{2\delta}}}{\alpha_{1\delta}} = \frac{(\delta^+ - \delta^-)\sqrt{\mu_{2\delta}}}{\alpha_{1\delta}(\delta^+ - \delta^-) + \delta^-}; \quad \frac{\sqrt{\mu_{2x}}}{\alpha_{1x}} = \frac{\sqrt{\mu_{2\delta}}}{\alpha_{1\delta} - \delta^-}$$

Basic indices of variation coefficients for distributions reduced to the interval [0, 1], given in Table 1, are given in Table 2.

Distributions	Indices		
	$\alpha_{1\delta(\cdot)}$	$\delta_{(\cdot)}$	$V_{\delta(\cdot)}$
Uniform	0,5	0,283	0,56
Exponential			
Normal	0,5		
Power	$\frac{c}{c+1}$	$\frac{(1-\alpha_{1n})^2 \cdot \alpha_{1n}}{2-\alpha_{1n}}$	$\left( \frac{(1-\alpha_{1n})^2}{\alpha_{1n}(2-\alpha_{1n})} \right)^{\frac{1}{2}}$
Bernoulli	$\delta$	$\sqrt{\delta(1-\delta)}$	$\sqrt{(1-\delta)/\delta}$

Table 2. Table of indices of variation coefficients for distributions reduced to the interval [0, 1].

Indices  $\alpha_{1\delta(\cdot)}$ ,  $\delta_{(\cdot)}$  presented in the Table 2 and dependences  $V_{\delta(\cdot)}$  are given respectively in Fig.1.

Analysis of graphs, given in Fig.2, shows that variation coefficients are most sensitive in the field of low bound of the interval [0, 1]. This property speaks on the efficiency of using variation coefficient of deviation module distributions from mean value of investigated distribution.

That, informative ness of variation coefficients to characterize structural properties of distributions is high only at the analysis of distributions, defined in the same interval.

The most useful is consideration of distributions, reduced to the interval [0, 1]. Variation coefficients are better adapted to the value of distributions of deviation module from their mean value.

Variation coefficients of distributions reduced to the interval [0, 1] are limited at the low bound by «0» and at upper bound by the values of variation coefficient of Bernoulli

distribution with the parameter, equal to the first initial moments of investigated distributions.

Thus, for effective analysis of optical signals it is important to obtain the parameters of their structural properties, variation coefficient, excess, asymmetric coefficient can be used. The use of variation coefficient is being possible when at comparatives analysis of structurally similar signals.

That in why the variation coefficient would be implied at structural analysis of optical signals in the same intervals found. There are properties of factors variations of distributions probabilities critically investigated for their use in applied problems of the statistical analysis.

Their greatest information is shown for structural properties of distributions of modules of a deviation from an average values of investigated laws of distributions.

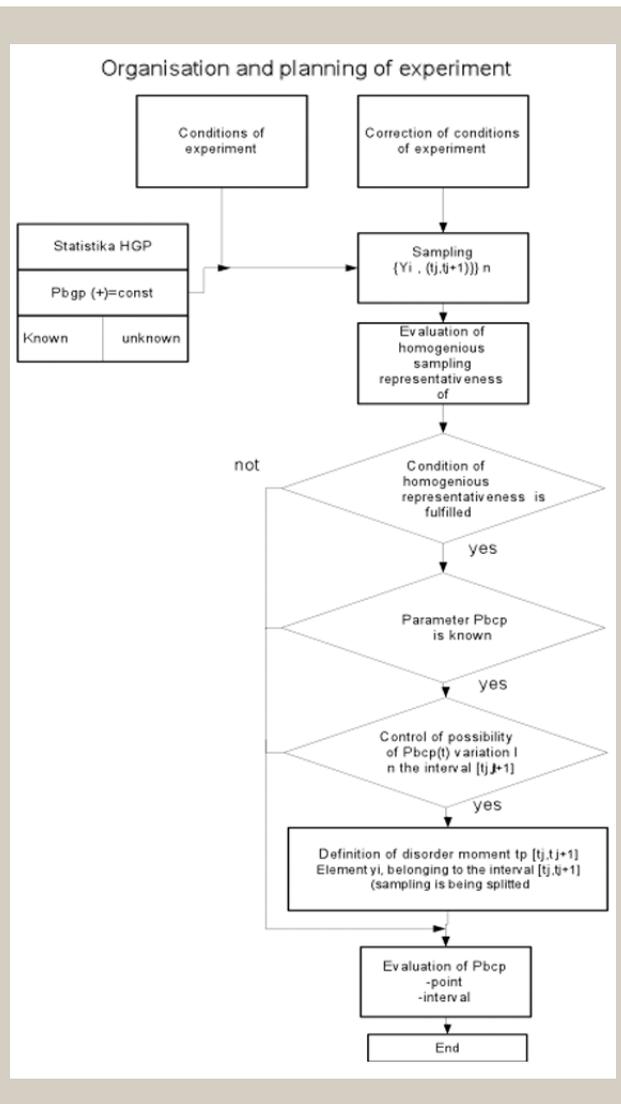


Figure 1. Generalized scheme of the analysis of static homogenous general population.

## Conclusions

1. Informativeness of variation coefficients to characterize structural properties of distributions is high only at the analysis of distributions, defined in the same interval. The most useful is consideration of distributions, reduced to the interval  $[0, 1]$ .

2. Variation coefficients are better adapted to the value of distributions of deviation module from their mean value.

3. Variation coefficients of distributions reduced to the interval  $[0, 1]$  are limited at the low bound by «0» and at upper bound by the values of variation coefficient of Bernoulli distribution with the parameter, equal to the first initial moments of investigated distributions.

## Bibliography

- S.A.Ajvazjan, V.S.Mhitarjan. Applied statistics and bases econometric.
- I.G.Urazbahtin, A.I.Urazbahtin. Properties of distributions of casual be-masks, Set in the limited interval // Telecommunications, 2005, № 5, c.5-9.



### Author: Tatiana I. Lapina

Born in Russia, Kursk, In 1985 graduated from the Engineering Department and in 1998 obtained her Ph.D. in " Management in social and economic systems " from the Kursk State Technical University. Now she is a associate professor of the Information systems and technologies Department of the Kursk State Technical University.

Tatiana I. Lapina is interested in aspects of the creation of a system for objects monitoring based on informational statistical approach, processing of one-dimensional and many-dimensional signals.

La Idea de la Universidad Para el Siglo XXI

# La Universíntesis:

“Una Comunidad que Invita al Diálogo”

Mónica I. Urigüen<sup>1</sup>



**Resumen**— El propósito de este ensayo es presentar mi idea de la Universidad para el Siglo XXI, la cual se basa en mi imaginación, lecturas y reflexiones sobre las diversas ideas de Universidad escritas por varios académicos.

**Palabras clave**— Comunidad, Diálogo, Universidad, Universíntesis.

Presento a los lectores la Universíntesis: “Una Comunidad que Invita al Diálogo”. Al combinar varias ideas de lo que es universidad y los elementos en un todo, nace la Universíntesis. Considero un buen punto de partida decir que la Universíntesis es una comunidad que respeta la diversidad mediante la promoción de un diálogo abierto y holístico. Clifton

Conrad (1992) dice que una “Comunidad que Invita al Diálogo” es:

*Una comunidad que, a la vez valora las diferencias y recibe abiertamente los desacuerdos y críticas, es orientada al cuestionamiento interminable de las ortodoxias, dogmas, autoridades y las verdades aceptadas—y busca la verdad o verdades y entendimientos a través de asumir riesgos y acoger un rango completo de voces y perspectivas en una conversación que invita al diálogo mutuo e interminable.*

A continuación presento una visión histórica de la evolución de la Idea Universidad; así como comunico a los lectores sobre las ideas básicas, valores, principios y justificación para proponer la misión y visión de una nueva Universidad.

<sup>1</sup> Mónica I. Urigüen, Docente de la Dirección General de Posgrados 094325082 • ujmi2415@ute.edu.ec

*La Historia no es hecha por un solo hombre—por grande que éste sea. La Historia no es como un soneto; tampoco es un juego de solitario. Es hecha por gente: por equipos de personas reunidas colectivamente y que tengan las cualidades necesarias.*

**Ortega y Gasset (1992)**

Al hablar en forma histórica, varias ideas sobre lo que es y debe ser la Universidad han sido dadas desde sus inicios en el tiempo medieval. La misión principal de la Universidad en esa época fue transmitir conocimientos y proveer educación a un grupo de elite. Durante el siglo XIX, buscaban nuevos conocimientos mediante la investigación básica. La Universidad moderna se ubica al centro de la sociedad, se convierten en comunidades de aprendizaje. Clark Kerr (1995) dice: *“La Universidad se sitúa como una sola comunidad—una comunidad de maestros y estudiantes. Podría, incluso, decirse que ésta ha tenido un alma en el sentido de un principio central animador. Actualmente la Universidad grande es, por el contrario, un todo que incluye una serie de comunidades y actividades unidas por un nombre común, un gobierno común y con propósitos relacionados”.*

Generalmente, Kerr compara y analiza su idea de Universidad con la *“Idea de Universidad”* del Cardinal Newman (1852), y con la *“Idea de la Universidad Moderna”* de Flexner (1930).

Para Newman, la Universidad es: *“El poder protector más poderoso del conocimiento y de la ciencia...”* El favorecía la *“educación liberal,”* veía *“al conocimiento como su propio fin”.*

Flexner (1930) por su parte, decía que, *“La Universidad no está fuera, sino dentro de la fábrica social general y en una era dada... La Universidad es una expresión de la edad, así como una influencia que opera sobre el presente y el futuro”.*

Para Kerr, la idea de una *“Multiversidad es un imperativo en lugar de una opción razonada entre alternativas elegantes”.*

Para Philip G. Altbach, et al (1999), *“Las Universidades tienen raíces históricas y comunes, ellas son instituciones singulares que influyen en la sociedad”.* Pelikan (1992), sostiene que la misión de la Universidad ha sido influenciada por las realidades sociales y las creencias intelectuales.

Damorsch (1995) sostiene que, *“Los académicos que preservan y celebran las tradiciones de sus culturas pueden llevarlas a un nivel más elevado de integración social, cuyo límite o extensión es el mejoramiento de la sociedad existente...”*

Paula Underwood Spencer (1990) dice que: *“la Universidad tiene que guardar un equilibrio entre el desarrollo del aprendizaje real y las necesidades de la sociedad”.*

Luego de las diversas ideas que han dado destacados

escritores sobre lo que es una Universidad, la *Universíntesis* es el alma mater que engloba sabiamente una integración y evolución social y es el *“lugar sagrado para aprender”.* Mi idea de universidad es un sistema viviente y dinámico que proactivamente asume los retos, cambios y transformaciones en pos del desarrollo de la sociedad.

Mi idea de universidad significa la síntesis de ideas vertidas en este ámbito; es un proceso interminable de búsqueda de la verdad; es por ello que representa una comunidad que invita a dialogar abiertamente, aprendiendo día a día. De acuerdo a Clifton Conrad (1992):

*Una Universidad es una comunidad de enseñanza y aprendizaje en la cual todos los participantes se encuentran comprometidos con la búsqueda de la verdad y la comprensión de ésta a través de enlaces interdisciplinarios continuos, para el intercambio, difusión, exploración, generación y comprobación de ideas. Concomitante con estos fines, la enseñanza, investigación y el servicio son visualizados como un refuerzo mutuo de actividades simbióticas—actividades en las cuales todos los participantes se encuentran comprometidos, hecho que beneficia tanto a los participantes como a la sociedad.*

La *Universíntesis* valora la calidad, la cual se ve reflejada en el mérito—buen logro—de la enseñanza y el aprendizaje. Duderstadt (2000) dice: *“Debemos primero transformarnos nosotros, ir de la idea centrada en los profesores, a la idea centrada en el aprendizaje, volviéndonos más responsables con el aprendizaje que nuestros estudiantes necesitan, en lugar de simplemente centrarnos en lo que nuestros profesores quieren enseñar”.*

Conrad (2001), dice que: *“la enseñanza y el aprendizaje deben ser un método de escala ascendente; un paradigma que reitere la actividad interrelacionada de la enseñanza con el aprendizaje”.*

La calidad, prestigio y reputación de la *Universíntesis* será su *“personalidad e institucionalidad”.* (John J. Corson, 2000). La *“personalidad y/o institucionalidad”* es percibida en la *“pasión que agrupa a las personas en la academia”.*

Palmer Parker (1998), dice que: *una de las razones para la crisis en las universidades está en la desconexión de la pasión de la academia y de las demás actividades”.* En sus propias palabras:

*Aquellos hombres y mujeres que entran en los negocios sin algún tipo de pasión, se encuentran desconectados de la pasión que les llevó dentro de la academia, desconectados de sus estudiantes, de sus almas y desconectados de ellos mismos. El nivel de dolor que experimentan aquellas personas ha llegado a un grado elevado que ya no pueden escuchar algo diferente.*

En otras palabras, pasión es el redescubrimiento de un humanismo auténtico. Conrad (1992), se refiere a un humanismo auténtico como *“una Comunidad Humana que se preocupa por los demás”*. Una comunidad que respeta la *“dignidad de los demás”*.

El liderazgo y respeto, en la Universíntesis será una responsabilidad compartida por la comunidad de aprendizaje. Los líderes de la Universíntesis serán visionarios y firmes en sus decisiones, sensibles con los demás, sensibles con los retos socio-económicos, culturales y de las realidades de este mundo. Serán proactivos al comprender el pasado, avizorar el futuro y estar resueltamente plantados en el presente. Los líderes de la Universíntesis (autoridades universitarias, profesores, administradores y estudiantes) serán leales en la búsqueda continua de la verdad. Los líderes estarán abiertos a los cambios porque estarán confrontando continuamente sus creencias con la tarea de buscar la verdad. Sabrán que el proceso de búsqueda de la verdad es como un cosmos envuelto en velos secretos y misteriosos, en donde la gente se mantiene descubriéndolos; y cuando piensen que han llegado al final, a pesar de las técnicas y herramientas sofisticadas que utilicen, descubrirán todavía otro velo más.

Los estudiantes de la Universíntesis representarán a la diversidad en un sentido holístico. Los estudiantes y profesores serán los responsables del avance del aprendizaje. Los estudiantes necesitarán estar preparados para el trabajo y listos para enfrentar los retos que esta sociedad globalizada trae. Es así que el diseño curricular promoverá la participación estudiantil en varias actividades - actividades que motiven y reten a los estudiantes a volverse más activos en el aprendizaje.

Los atributos o competencias que se esperan desarrollen los estudiantes como resultado de un diseño curricular participativo son: ser cuestionadores, con mentalidad crítica, con habilidades de comunicación, investigación, manejo de la Informática, comprensión y respeto por la diversidad y multiculturalidad, éticos y socialmente responsables, constructores de la comunidad y capaces de trabajar efectivamente en equipo (interdependientes), entre otros.

El diseño curricular promoverá la metacognición y pasión por aprender porque la comunidad de aprendizaje será conformada por aprendices para y pro vida. El diseño curricular representará una nueva manera de amalgamar la educación general, la ética, el humanismo, con los aprendizajes y competencias que necesitan y aspiran los estudiantes para ser exitosos en sus profesiones y carreras. Haworth y Conrad (1997), dicen que: *“el diseño curricular debe enfocarse en la integración del proceso enseñanza – aprendizaje y centrarse en la creación de una institución que desarrolle un sentido de compromiso entre los estudiantes, profesores y la comunidad”*.

Por tal razón, la Universíntesis promoverá una sinergia académica y social al conectar cursos interdisciplinarios y actividades extracurriculares con la comunidad.

Mi idea de universidad promoverá respeto y rendición social de cuentas. Para ilustrar, la rendición social de cuentas se reflejará en el monitoreo y control del gasto, a fin de asegurar decisiones académicas dentro de ambientes complejos.

La Universíntesis cumplirá con la complejidad del avance incremental de esta sociedad moderna y su economía; complejidad que demandará de personas altamente preparadas.

La Universíntesis no será una escuela de entrenamiento; por el contrario, promoverá la creatividad e imaginación. Robert Maynard Hutchings (1962) dice que: *“Al punto al cual las universidades y las escuelas profesionales abandonen la creatividad y se degeneren en escuelas de entrenamiento, las profesiones se degenerarán en un simple entrenamiento también”*.

A más de lo ya mencionado, mi idea de universidad promoverá la educación cibernética, otro atributo de la *“Comunidad que Invita al Diálogo”*. Peter Drucker dice que: *“Después de treinta años, los campus de las universidades grandes serán reliquias. En la actualidad estamos viviendo un gran cambio, similar a aquel cuando por primera vez que apareció el libro impreso”*. James Duderstadt (2000), afirma que:

*Los avances rápidos en la información tecnológica están cambiando nuestra sociedad y nuestras instituciones sociales: computadoras, telecomunicaciones y alianzas por la Internet. Las tecnologías digitales modernas han aumentado ampliamente, así como nuestra capacidad de conocerlas y de utilizarlas para comunicarnos y colaborar con otros. Las nuevas tecnologías nos permiten transmitir información en forma rápida y global, conectándonos con lugares remotos y zonas diversas. La tecnología nos permite formar y sostener comunidades de trabajo y aprendizaje en formas inimaginables si las comparamos con lo que sucedía hace una década. La información tecnológica ha cambiado las relaciones entre las personas y el conocimiento. Y es capaz de cambiar de manera profunda la forma de avanzar los conocimientos en instituciones como las universidades de investigación.*

Nosotros, los académicos, estamos invitados a participar en la idea de una Universíntesis, una comunidad que invite al diálogo permanente y las soluciones pertinentes en pro del desarrollo social.

Me gustaría concluir mi propuesta citando uno de los pensamientos de Nietzsche, a quien respeto por sus escritos a pesar de las diferencias filosóficas:

*Existe en el mundo un camino único para cada uno de nosotros; camino en el cual nadie más que nosotros mismos podemos recorrer. ¿Hacia donde nos lleva? No pregunten, vayan por él. ¿Quién fue el que dijo: 'un hombre nunca avanza alto cuando no conoce hacia donde lo podrá guiar su camino?*

## Bibliografía

- Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., & Tarule, J. M. (1986). Connected teaching. In C. F. Conrad & J. G. Haworth (Eds.). (1995). Revisioning curriculum in higher education (pp. 469-478) Needham Heights, MA. Simon & Schuster.
- Course Readings (Ed. Admin. 915): Ideas of the University: past, present, and future. Professor Clifton Conrad, University of Wisconsin-Madison, Fall. 2001.
- Damrosch, D., (1995). We scholars: changing the culture of the university. Cambridge: Harvard University Press.
- Duderstadt, J., (2000). A university for the 21st century. Michigan: University of Michigan Press.
- Haworth, J. G. & Conrad C. F. (1995). Curricular transformations: Traditional and emerging voices in the academy. In C. F. Conrad & J. G. Haworth (Eds.), Revisioning curriculum in higher education (pp. 191-204). Needham Heights, MA: Simon & Schuster.
- Haworth, J. G. & Conrad, C.F. (1997). Emblems of quality in higher education. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Pelikan, J., (1992). The idea of the university. New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Shapiro, N. S. & Levine, J. H. (1999). Creating learning communities. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Nietzsche ( ). Untimely meditations: Schopenhauer as educator.



### **Autora: Mónica I. Urigüen**

- Ph.D. (Educational Leadership & Policy Analysis) en Educación Superior, Especialización en Planificación y Evaluación de la Educación Superior. Universidad de Wisconsin, USA (2005)
- Diplomado en Alta Gerencia, INCAE, Costa Rica (2003)
- Máster en Administración Universitaria de la Universidad de Kansas (1997)
- Dos semestres de postgrado en Dirección de Recursos Humanos, programa a distancia de la Universidad Politécnica de Madrid (1994 – 1995)
- Licenciada en Administración de Personal (UTE, 1988 - 1992)

Menciones Honoríficas: Becaria de la O.E.A. en la Universidad de Wisconsin (2000 – 2002); becaria Fulbright, Universidad de Kansas, 1995 – 1997; becaria del INCAE para el Diplomado en Alta Gerencia (INCAE, Costa Rica, 2003).

### Libros e Investigaciones:

- Urigüen, M. Un Futuro Planificado Estratégicamente: Aplicación de las Herramientas de Calidad. Libro publicado en Monografías.com (2009)
- Urigüen, M. (2005) Evaluación de la Calidad de la Educación: Mitos y Desafíos en Ecuador
- Urigüen, Mónica (2005) Tesis de Ph.D. presentada en University of Wisconsin – Madison: Attributes Of Quality Programs In Universities In Developing Countries: Case Studies Of Two Private Universities In Ecuador And Beyond
- Manual de Evaluación Externa para las instituciones de educación superior del Ecuador (1999)
- Guías de autoevaluación para dos universidades ecuatorianas (1997 – 1999)
- Métodos de enseñanza de lectura y escritura para adultos (1998), entre otros.

# Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua.

**Alberto Medina León<sup>1</sup>,  
Dianelys Nogueira Rivera<sup>2</sup>,  
Arialy Hernández Nariño<sup>3</sup>**



**Resumen**— En el presente trabajo se muestra la importancia y vigencia de la Gestión por Procesos y el papel que ha desarrollado en los últimos años como una excelente herramienta para la concreción de las estrategias y el desarrollo de la Mejora Continua con un enfoque holístico y sistémico de la organización. Se plantea la necesidad que presentan las organizaciones en la actualidad en considerar el enfoque de procesos desde el mismo momento de diseño de sus estrategias y no solo como un proceso de mejora. Se realiza un estudio de la evolución de los conceptos de proceso y gestión por procesos.

**Palabras clave**— Conceptos de proceso y gestión por procesos, enfoque de procesos, planificación estratégica.

<sup>1</sup> Dr. C. Ing. Alberto Medina León. Profesor Titular de Gestión de la Producción en la Facultad de Industrial – Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: alberto.medina@umcc.cu

<sup>2</sup> Dra. C. Ing. Dianelys Nogueira Rivera. Profesora Titular de Gestión de la Producción en la Facultad de Industrial – Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: dianelys.nogueira@umcc.cu

## Introducción

Durante años, casi todas las organizaciones se han estructurado verticalmente. Muchas de las más significativas por su presencia en el tiempo e influencia en nuestras vidas poseen este tipo de estructura con una extrema fuerza y verticalidad, entre ellas: los ejércitos, las universidades y la iglesia católica.

Estas tradicionales estructuras organizativas tienen su origen en la fragmentación de procesos naturales, producto de la división del trabajo, y la posterior agrupación de las tareas especializadas, resultantes en áreas funcionales o departamentos. Se caracterizan por una fuerte especialización individual y jerarquización por funciones, donde cada trabajador concentra su esfuerzo en la tarea que tiene asignada e intenta hacerla conforme a las instrucciones y especificaciones recibidas; pero con poca información

<sup>3</sup> MSc. Ing. Arialy Hernández Nariño. Profesora Auxiliar de Gestión de la Producción en la Facultad de Industrial – Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: arialy.hernandez@umcc.cu

e interés con relación al resultado final de su trabajo. No obstante, esta práctica ha perdurado por más de un siglo.

La estructura piramidal, válida para las organizaciones “en su tiempo”, hoy por hoy, ya no compiten cuando se habla de calidad total en cada operación, en cada proceso; y se convierten cada vez más en ineficientes por sus nichos de poder e inercia excesiva ante los cambios. La necesidad de contar con un sistema de control que posibilite la toma de decisiones basado no solo en el análisis económico – financiero, sino que logre una valoración integral de la gestión y sirva de herramienta en la ubicación de desviaciones en los diferentes procesos que la conforman (Trischler, 1998); la globalización de la economía que agudiza las presiones en cuanto a la competitividad; la necesidad urgente de hacer empresas eficientes provocada por las exigencias crecientes de los clientes, conllevan a la necesidad de trabajar con las empresas e ir transformándolas desde adentro. Se impone la necesidad de cambios en la orientación estratégica de las organizaciones.

### Importancia, necesidad y actualidad de la Gestión por Procesos.

Los procesos han existido siempre, forman parte de toda organización y constituyen “lo que se hace y como se hace”. El funcionamiento de los procesos que, por sus características, cruzan los límites funcionales repetidamente, fuerzan a la cooperación y obligan a una cultura de empresa, más abierta, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios.

La mayoría de los procesos fluyen a través de la empresa, pasan de departamento a departamento o de persona a persona, por tanto, no es extraño que, frecuentemente, los clientes externos no reciban lo que han pedido. Esta situación es comparable con una carrera de relevos, donde el testigo pasa de persona a persona dentro de la empresa. Al igual que ocurre en la carrera, en la vida empresarial los problemas ocurren en el momento del cambio, cuando el testigo se cae al suelo (Bendell et al. 1993).

Los procesos son la parte del sistema empresarial capaz de abordar con éxito las exigencias del mundo de hoy. Por tanto, la problemática se centra en que los procesos sean cada vez más eficientes y eficaces, a la vez que respondan a las estrategias trazadas y a los conceptos esbozados en la misión y visión.

La mayoría de las organizaciones que han tomado conciencia de esta posibilidad, han reaccionado potenciando el concepto de proceso y una visión de objetivo en el cliente. De este modo, los procesos han llegado a ser considerados como la base operativa de gran parte de las organizaciones,

y gradualmente se convierten en la base estructural de un número creciente de empresas (Amozarrain; 1999)(Ver Figura 1).

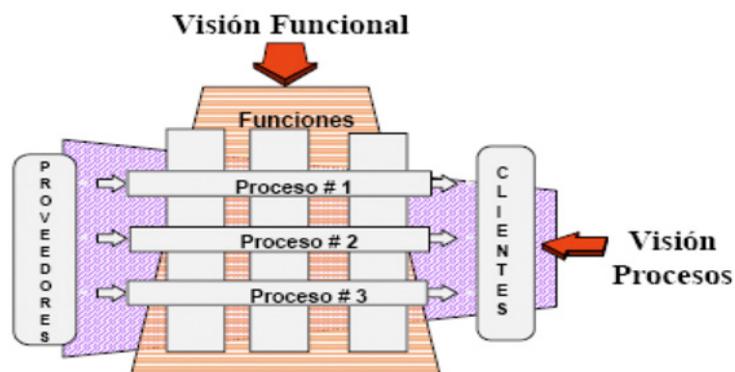


Figura 1. Orientación procesos versus orientación funciones.

Fuente: Grijalvo et al. (2002)

El enfoque basado en procesos parte de la idea de que “las empresas son tan eficientes como lo son sus procesos” (Amozarrain, 1999), reconoce que todo trabajo dentro de la organización se realiza con el propósito de conseguir algún objetivo, y que el objetivo se logra más eficazmente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso. Esto implica una visión “transversal” de la empresa, o sea, ver al proceso, diseñado para satisfacer las necesidades de los clientes (internos o externos), como la forma natural de organización del trabajo.

Los procesos han adquirido una importancia tal que, en la actualidad, forman parte de las denominadas “buenas prácticas gerenciales”. En tal sentido, puede señalarse que: representan una de las perspectivas del Cuadro de mando Integral (CMI), constituyen uno de los criterios de evaluación del modelo EFQM (European Foundation for Quality Management) de Calidad Total, forman una de las cinco claves del Benchmarking (Nogueira Rivera et al, 2004), para los productores de clase mundial resultan un arma competitiva (Heizer & Render, 1997), son el centro de las Normas ISO 9000, poseen similares principios que la teoría de los Puntos Críticos de Control (PCC); y su estudio, es un excelente medio para eliminar despilfarros y actividades que no aporten valor añadido.

La efectividad de toda organización depende de sus procesos empresariales, estos tienen que estar alineados con la estrategia, misión y objetivos de la institución. Detrás del cumplimiento de un objetivo, se encuentra la realización de un conjunto de actividades que, a su vez, forman parte de un proceso. De ahí que el enfoque de procesos sea hoy una herramienta tan poderosa por su capacidad de contribuir de forma sostenida a los resultados (misión, visión y objetivo estratégicos), a la satisfacción de sus clientes, la elevación de la calidad y la aportación de valor. (Zaratiegui, 1999; Nogueira

Rivera, 2002).

La Gestión por Procesos es el modo de gestionar toda la organización basándose en los procesos y percibe la organización como un sistema interrelacionado. En la actualidad, en la mayoría de las organizaciones donde se aplica coexiste el enfoque de procesos con la administración funcional, se asignan “propietarios” a los procesos y se establece una gestión interfuncional generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción.

Esta forma de gestión necesita un compromiso firme por parte de la alta dirección de la empresa y buena coordinación, conocimiento entre los miembros de la organización, dado que produce en ésta un cambio en cuanto al modo de llevar a cabo las actividades. Su efectividad radica en identificar los procesos, reconocerlos como un sistema y establecer sus interacciones orientadas a generar un resultado que responda a los requisitos del cliente.

La aplicación de la gestión por procesos en una organización permite: comprender la configuración de los procesos del negocio, sus fortalezas y debilidades, determinar los procesos que necesitan ser mejorados o rediseñados; establecer prioridades, iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar los objetivos establecidos; reducir la variabilidad innecesaria que aparece habitualmente cuando se producen o prestan determinados servicios y eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las acciones o actividades, al consumo inapropiado de recursos, entre otras. Por lo tanto, supone gestionar:

- Los clientes y sus expectativas.
- Las salidas del proceso.
- Las actividades internas que aportan valor.
- Las entradas al proceso.

Los procesos son la clave, representan el hilo conductor que hace que la organización sea un sistema dinámico y complejo, garantiza que estas actividades encadenadas que brindan lo esencial del negocio al cliente puedan ser utilizadas para lograr actuar y mejorar.

En la actualidad con el desarrollo del enfoque de procesos comienzan a surgir en las organizaciones las Oficinas de Procesos en las que se aúnan los servicios de redacción de Normas y Procedimientos; la implementación y coordinación de modelos de gobierno por procesos (“Process Owners” o Dueños de Procesos), el liderazgo de proyectos de transformación de procesos (Enterprise Resource Planning, Customer Relationship Management, Supply Chain Management, sistemas de calidad, etcétera) y el diseño organizacional.

La oficina tiene la responsabilidad de integrar todos los

elementos que inciden en la gestión de procesos: las prácticas de coordinación de los diferentes procesos y áreas funcionales; la integración del portafolio unificado de proyectos e iniciativas y el desarrollo de nuevas normas, comportamientos y creencias alineados hacia procesos horizontales de la organización (Rosignoli; 2009).

### Concepto de Proceso y de Gestión por Procesos.

Una revisión a la bibliografía especializada sobre los conceptos de Proceso y Gestión por Procesos se ofrece en los Cuadros 1 y 2. Ambos cuadros muestran un consenso acerca de los elementos integrantes de los conceptos. Adicionalmente, el segundo permite, a través de los criterios expuestos, establecer la importancia, vigencia y necesidad de esta herramienta de gestión.

Autor (Año)	Definición
Juran (1993)	Cualquier combinación de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleado para lograr determinadas cualidades en un producto o servicio. Un cambio en cualquiera de esos componentes produce un nuevo proceso.
Raso (2002)	Es una secuencia de actividades que una o varias personas desarrollan para hacer llegar una salida a un destinatario a partir de unos recursos.
Lorino (1993)	Conjunto de actividades destinadas a la consecución de un objetivo global, a una salida global, tanto material como inmaterial.
Bendell et al. (1993)	Mecanismos mediante los cuales los inputs se transforman en outputs. Los outputs bien pueden ser servicios, productos, papeleo o materiales que sean diferentes a los inputs originales.
Gilioli Retondaro (1997)	Mecanismos mediante los cuales los inputs se transforman en outputs. Los outputs bien pueden ser servicios, productos, papeleo o materiales que sean diferentes a los inputs originales. Una secuencia ordenada de actividades, que transforman entradas de los suministradores en salidas para los clientes con un valor agregado; conjunto de causas que generan uno o más efectos. Destaca la visión de cliente.
Pall (1987)	Organización racional de personas, materiales, energía, equipos y procedimientos en actividades concebidas para producir un resultado final específico.

Autor (Año)	Definición
ISO 9000-2001	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
Modelo EFQM	Secuencia de actividades que van añadiendo valor mientras se produce un determinado producto o servicio a partir de determinadas aportaciones.
Costa I Estany <sup>1</sup>	Secuencia de actividades para agregar un valor añadido sobre una entrada.
Arcelay A <sup>2</sup> .	Concatenación de las decisiones, actividades y tareas llevadas a cabo por diferentes profesionales en un orden lógico y secuencial para producir un resultado previsible y satisfactorio.
Brut Alabart (2007)	Secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir una salida (resultado) que satisfaga los requerimientos del cliente.
Zaratiegui (1999)	Se pueden definir como (...) "secuencias ordenadas y lógicas de actividades de transformación, que parten de unas entradas (informaciones en un sentido amplio —pedidos, datos, especificaciones—, más medios materiales —máquinas, equipos, materias primas, consumibles, etcétera), para alcanzar unos resultados programados, que se entregan a quienes los han solicitado, los clientes de cada proceso".
Ponjuán Dante et al. (2005)	Símbolo de actividad, todo proceso implica una actividad, una transferencia, un movimiento, un cambio.
Ponjuán Dante et al. (2005)	Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en los elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, instalaciones, equipos, técnicas, métodos, información y otros.
Davenport & Short (1990)	Conjunto de tareas relacionadas en forma lógica, que se desarrollan para obtener un resultado definido.
Davenport (1993)	Conjunto de actividades estructuradas y medidas, diseñadas para producir una salida específica para un consumidor o mercado específico.
Nogueira Rivera et al. (2004) Sescam (2002)	"Secuencia ordenada de actividades repetitivas que se realizan en la organización por una persona, grupo o departamento, con la capacidad de

Autor (Año)	Definición
Nogueira Rivera et al. (2004)	transformar unas entradas (Inputs) en salidas o resultados programados (outputs) para un destinatario (dentro o fuera de la empresa que lo ha solicitado y que son los clientes de cada proceso) con un valor agregado. Los procesos, generalmente, cruzan repetidamente la barreras funcionales, fuerzan a la cooperación y crean una cultura de la empresa distinta (más abierta, menos jerárquica, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios)".
Sescam (2002)	Conjunto de actividades interrelacionadas que se caracterizan por requerir ciertos insumos (inputs: productos o servicios obtenidos de otros proveedores) y tareas particulares que implican valor añadido, con miras a obtener ciertos resultados.

**Cuadro 1.** Resumen de conceptos utilizados para definir "proceso" por diversos autores. *Elaboración propia.*

Las principales características relacionadas para el concepto de proceso son:

- Se pueden describir las entradas y las salidas,
- Constituido por actividades internas que de forma coordinada logran un valor apreciado por el destinatario,
- Realizado por personas, grupos o departamentos de la organización,
- Los destinatarios del proceso, internos o externos, son los que en función de sus expectativas juzgarán la validez de lo que el proceso les hace llegar,
- Consume o utiliza recursos que pueden ser, entre otros: materiales, tiempo de las personas, energía, máquinas, información, tecnología, recursos financieros,
- Cruzan uno o varios límites organizativos funcionales.
- Se habla de metas y fines, en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta ¿Qué?, no al ¿Cómo?.
- Debe poseer un responsable y ser administrado según el ciclo de Deming,
- Ser fácilmente comprendido por cualquiera,
- Poseer indicadores que visualicen de forma gráfica la evolución del mismo,
- Variables y repetitivos,
- Dinámicos; dependen de los recursos, la habilidad y la motivación del personal involucrado para generar el resultado deseado.

Se puede representar el concepto según la figura siguiente:

1, 2 Referido por Paneque Sosa (2002).



**Figura 2.** Representación esquemática del concepto de proceso.  
Elaboración propia.

De lo anterior se puede plantear que un concepto para definir "proceso" de manera integradora es:

*"Secuencia ordenada de actividades repetitivas que se realizan en la organización por una persona, grupo o departamento, con la capacidad de transformar unas entradas (Inputs) en salidas o resultados programados (outputs) para un destinatario (dentro o fuera de la empresa que lo ha solicitado y que son los clientes de cada proceso) ejecutado de una manera eficaz y eficiente para obtener un valor agregado. Los procesos, generalmente, cruzan repetidamente la barreras funcionales, fuerzan a la cooperación y crean una cultura de la empresa distinta (más abierta, menos jerárquica, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios), están centrados en las expectativas de los clientes, las metas de la organización, son dinámicos, variables y el punto de concreción de los indicadores diseñados para el control."*

Autor (Año)	Definición
Amozarrain (1999)	Gestiona toda la organización basándose en los Procesos. Entiende estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado, y una salida que a su vez satisfaga los requerimientos del Cliente.
Amozarrain (s/a)	Conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.
Mora Martínez (2002)	Percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras

Autor (Año)	Definición
Mora Martínez (2002)	organizativas de corte jerárquico – funcional.
Zaratiegui (1999)	El éxito de toda organización depende, cada vez más, de que sus procesos empresariales estén alineados con su estrategia, misión y objetivos. Detrás del cumplimiento de un objetivo, se encuentra la realización de un conjunto de actividades que, a su vez, forman parte de un proceso. Es por ello que el principal punto de análisis lo constituye, precisamente, la gestión de la empresa basada en los procesos que la integran para diseñar y estructurar en interés de sus clientes.
Morcillo Ródenas (2000)	Se enmarca en la Gestión de la Calidad. Supone reordenar los flujos de trabajo.
Junginger (2000)	Es la forma de reaccionar con más flexibilidad y rapidez a cambios en las condiciones económicas.
Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de la Comunidad Valenciana. (2001)	Concentra la atención en el resultado de cada uno de los procesos que realiza la empresa, en lugar de en las tareas o actividades.
Aiteco Consultores (2002)	Percibe la organización como un sistema de procesos que permiten lograr la satisfacción del cliente. Fundamenta una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas departamentales.
Díaz Gorino (2002)	Optimiza la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta de una organización.
Mora Martínez (2002)	Instrumento básico para las organizaciones innovadoras, cuya visión sea trabajar en la gestión del valor añadido y de la calidad orientada al cliente. Este cliente podrá ser tanto un cliente interno (otro servicio), como un cliente externo (paciente/acompañante). Abordada para la gestión clínica.
Paneque Sosa (2002)	Se conforma como una herramienta encaminada a conseguir los objetivos de la Calidad Total, con visión centrada en el paciente (trabajo para la salud), requiere de la implicación de las personas para provocar el cambio en la organización, se sustenta en la búsqueda de las mejores prácticas y de un sistema de información integrado.
<a href="http://www.monografias">http://www.monografias</a> .	Gestiona la organización basándose en

Autor (Año)	Definición
http://www.monografias.com/trabajos10/hotel/hotel.shtml, 2005.	los Procesos, definidos estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado, y una salida que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente”.
Grieco (1997)	Generalización de la gestión de un proceso y se aplica a una organización en su conjunto.
Comité Institucional de Acreditación. Universidad de Córdoba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Direccionamiento hacia los objetivos de la Universidad y sus programas.</li> <li>_Búsqueda permanente de la excelencia académica,</li> <li>_ Aumento de la eficacia y la eficiencia,</li> <li>_ Auto evaluación y evaluación externa con indicadores de alta calidad.</li> </ul>
González Méndez (2002)	Proporciona una manera más realista y simple de ver y dirigir la empresa, se diafanizan los flujos de trabajo y las relaciones en la secuencia de clientes internos, se evidencia el rol de cada quién respecto al objetivo común, ayuda a clarificar para el personal y el cliente la obra entera, los pasos y la transformación de entradas en salidas, viabilizando las percepciones y evaluaciones de roles y actuaciones y el descubrimiento y solución de cualquier hecho que detenga o restrinja los flujos de acción.
Ponjuán Dante et al. (2005)	Gestionar integralmente cada una de las transacciones o procesos que la organización realiza, no sólo pensar en cómo hacer mejor lo que está haciendo (división del trabajo), sino Por qué? y Para quién? Lo hace; puesto que la satisfacción del usuario, cliente interno o externo viene determinado más por el coherente desarrollo del proceso en su conjunto que el de cada función individual o actividad.
Davenport (1993)	<p>Conjunto de actividades estructuradas y organizadas destinadas a resultar en un producto específico para un determinado cliente o mercado.</p> <p>Ordenamiento específico de las actividades de trabajo en tiempo y espacio, con comienzo y fin, entradas y salidas claramente identificadas en una estructura para la acción.</p>
SESCAM (2002)	Forma de organización diferente de la clásica organización funcional, y en el que prima la visión del cliente sobre

Autor (Año)	Definición
SESCAM (2002)	las actividades de la organización. Sobre su mejora se basa la de la propia organización.

**Cuadro 2.** *Conceptos de Gestión por Procesos. Fuente: Elaboración propia.*

De acuerdo a los criterios citados, se pone de manifiesto que existe consenso en considerar a la Gestión por Procesos como la forma de gerencia de los procesos empresariales en sustitución de la gestión tradicional basada en las funciones y puede ser definida como:

Forma de gestión de la organización basándose en los procesos en busca de lograr la alineación de los mismos con la estrategia, misión y objetivos, como un sistema interrelacionado destinados a incrementar la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta. Supone reordenar los flujos de trabajo de forma de reaccionar con más flexibilidad y rapidez a los cambios y en la búsqueda del por qué? y para quién? se hace el trabajo.

Necesidad de incorporar la Gestión por Procesos desde el proceso de Planificación Estratégica.

La relación existente entre el Cuadro de Mando Integral (CMI) y la Gestión por procesos está dada desde su coincidencia en el tiempo, y propósitos, hasta por la existencia de la dimensión “Procesos” en el CMI.

Mientras que en la actualidad cada día cobra mayor fuerza la utilización del CMI como herramienta de Gestión y sus principales aportaciones son: centrarse en el control de los objetivos estratégicos de la organización, establecer una relación causa – efecto entre los indicadores de control seleccionados y el realizar el control a un número reducido de indicadores en tiempo real, resultan innumerables los intentos por asociar esta herramienta al propio proceso de Planificación Estratégica desde la misma concesión de este; sin embargo, para la Gestión por Procesos resultan muy escasos los intentos de implementación durante el proceso de planificación y generalmente es usado como una herramienta de mejora a este o una prolongación de la planificación.

La incorporación de la filosofía de Procesos a la Planeación Estratégica resulta factible e importante. La determinación de los procesos de la empresa, su clasificación (en estratégicos, operativos y de apoyo) y la elaboración del mapa de procesos son pasos, que de ser realizados de conjunto con la Planificación Estratégica simplifican el camino y llevan al logro de la eficacia. El Mapa de procesos se convierte en una herramienta potente de validación del proceso de Planeación

al permitir comprobar la plena correspondencia entre los objetivos a lograr y los procesos encargados de realizarlos, lugar de concreción de los indicadores, de establecer la relación causa efecto y de comprobar el enfoque hacia al cliente.

Lo anterior no contradice la existencia de un proceso de Mejora Continua en el que en función de las capacidades de la organización se analicen y mejoren los procesos de la misma, sobre la base de establecer un orden sustentado en "invertir en mejora" en aquellos procesos que más aporten a la eficacia (cumplimiento de los objetivos estratégicos y enfoque al cliente) o a la eficiencia (capacidad de mejora en el aporte de valor añadido, altamente repetitivos o con altas desviaciones con respecto a lo esperado). A tal efecto se recomienda el procedimiento siguiente<sup>3</sup>:

Es necesario destacar la necesidad de la mejora del proceso desde una visión holística. La mejora de un proceso puede realizarse al elevar la calidad, con la disminución de actividades que no aporten valor añadido, por la incorporación de mejoras al producto que eleven sus prestaciones, la mejora de la actividad humana (cultura organizacional, liderazgo, motivación, clima, aprendizaje, etcétera), la incorporación de prácticas de excelencia (Benchmarking), la capacidad de determinación de los riesgos del proceso y su control de manera proactiva (Puntos Críticos de Control); así como la mejora en busca de elevar la sostenibilidad de la producción.

### Conclusiones:

Cada día se cobra una mayor conciencia por parte de los empresarios de que el logro de la eficiencia, la eficacia y en general el cumplimiento de la misión dependen del estado de sus procesos, por lo que su mejora se ha convertido en una de "buenas prácticas empresariales".

La Gestión por Procesos se ha convertido en los últimos años en una excelente herramienta para el logro de la Mejora Continua y la materialización de los objetivos pero su importancia la ha llevado a ser considerada como un estratégico; elemento a ser analizado en la elaboración de los ejercicios de diseño estratégico.

### Bibliografía

- Aiteco Consultores (2002). Gestión por procesos. [en línea]. [Consulta: 12 de Agosto de 2007]. Disponible en : <http://www.aiteco.com>
- Amozarrain, M. (1999). La gestión por procesos. Editorial Mondragón Corporación Cooperativa, España.

<sup>3</sup> Este procedimiento toma como base los análisis realizados por Harrington (1991), Heras (1996), Trishler (1998), Amozarrain (1999) y Zaratiegui (1999), e incorpora entre otros elementos, una dimensión para la selección de los procesos clave: su posibilidad de éxito a corto plazo.

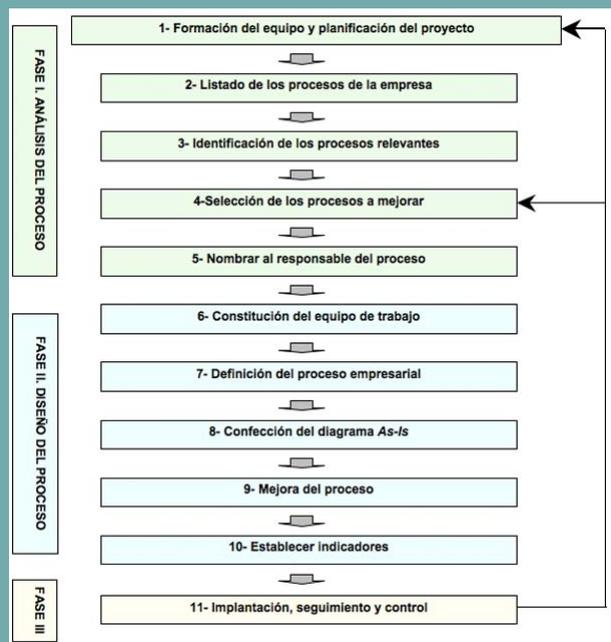


Figura 3. Procedimiento para la Gestión por Procesos. Fuente: Nogueira Rivera et al. (2004)

- Amozarrain, M (s/a): La Gestión por Procesos. [en línea] Disponible en: <http://personales.jet.es/amosarrain>
- Amozarrain, M. (2000). Instrumento para la Evaluación. [en línea] Disponible en: [www.es/amosarrain/reder.htm](http://www.es/amosarrain/reder.htm)
- Bendell, T. et al. (1993): Ventajas Competitivas a través del benchmarking. Pitman Publishing, London.
- Brut Alabart, E. (2007): El proceso A112: Implantar la Gestión de procesos. Disponible en Cuadernos de Gestión. <http://www.brullalabart.com>, publicado el 11 de febrero del 2007.
- Davenport, T. H. (1993): Process Innovation. Reengineering work through information technology, Harvard business School Press, Borton.
- Davenport, T. H. & Short J. E. (1990): "The new industrial ingeneering: information technology and business process redesign", Sloan Management Review.
- Díaz Gorino, A. (2002). La Gestión por Procesos. [en línea]. [Consulta: 12 de Agosto de 2007] Disponible en: [www.jcedes.com](http://www.jcedes.com)
- González Méndez, L. (2002). El Enfoque de Procesos. [en línea]. [Consulta: 12 de Agosto de 2007] Disponible en: [www.uh.cu/centros/ceec/Enfoque de procesos](http://www.uh.cu/centros/ceec/Enfoque%20de%20procesos).
- Gilioli Rotondaro, R. (1997): Gestao de Operaçoes. A Engeenharia de produçao a servico da modernizaçao da empresa en Cap 4: Gerenciamento por Processos (Compiador José Celso Contador). Editora Edgard Blucher LTDA.
- Grieco, P. L. (1997). World Class. Excelencia empresarial. Ediciones Deusto, S.A., Barcelona.
- Grijalvo M., et al. (2002). La gestión por procesos y la mejora continua: nuevas expectativas abiertas por la ISO 9000 (Versión 2000). Revista de dirección, organización y administración de empresas, Nº 28, 2002 , pags. 5-11 [en línea] Disponible en: [http://www.cepade.es/Ademas/fr\\_pdf.asp?num=28&artic=1](http://www.cepade.es/Ademas/fr_pdf.asp?num=28&artic=1)

- Harrington, H. J. (1991). El proceso de mejoramiento. Como las empresas punteras norteamericanas mejoran la calidad. Quality Press, Wisconsin. U.S.A.
- Harrington, H. J. (1993). Mejoramiento de los procesos de la empresa. McGraw-Hill de Management, Santa Fe de Bogotá.
- Heizer, J. & Render, B. (1997). Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas (4ª Ed.). Prentice Hall Iberia, Madrid.
- <http://www.mbahotel tourism.com/mbasp.html>. Gestión y Mejora de Procesos.
- <http://www.monografias.com/trabajos10/hotel/hotel.shtml>, 2005.
- <http://www.calidadlatina.com>. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de la Comunidad Valenciana. (2001).
- Juran, J.M & Gryna Fronk, M. Manual de control de la calidad. Cuarta Edición. Vol # 2 Mc Graw Hill. 1993.
- Junginger, C. "La Gestión por Procesos en organizaciones sanitarias"; [en línea] [Consulta: 12 de Agosto de 2007] Disponible en: [www.ujasalud.com](http://www.ujasalud.com)
- Lorino, P. (1993). El control de gestión estratégico: La gestión por actividades. Editores Boixareu Marcombo, S.A., Barcelona.
- Modelo de Excelencia EFQM. [www.euskalit.net/que\\_le\\_ofrecemos/modeloexcelencia1.htm](http://www.euskalit.net/que_le_ofrecemos/modeloexcelencia1.htm)
- Mora Martínez, J. R. (2002): "Gestión Clínica por Procesos: mapa de procesos de enfermería en centros de salud"; Revista de Administración Sanitaria Volumen VI; Numero 21; (Enero / Marzo) [En línea] Disponible en: <http://www.dinarte.es/ras/ras21/pdf/09%20adm%20y%20gest%204.pdf>.
- Morcillo Ródenas, C. (2000): "Gestión por Procesos en Andalucía: ¿Qué aportan?" Web: [www.samfyc.es/nueva/revista/PDF/v3n3/01.pdf](http://www.samfyc.es/nueva/revista/PDF/v3n3/01.pdf)
- Normas ISO 9000:2001. "Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentales y Vocabularios"
- Nogueira Rivera et. al (2004): "Fundamentos para el Control de la Gestión Empresarial"; Editorial Pueblo y Educación; La Habana; Cuba.
- Pall, G. A. (1987): Quality process management. Englewood Cliffs. New Jersey. Printice Hall.
- Paneque Sosa, P. (2002): Gestión por Procesos en el sistema sanitario público de Andalucía. Curso de formación Médica continuada. Huerca- Overa 26 de febrero del 2002 [en línea] Disponible en: [http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/gestion\\_procesos.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/gestion_procesos.pdf)
- Ponjuán Dante et al. (2005): Principios y métodos para el mejoramiento organizacional. Editorial Félix Varela. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Raso, A. (2002). Métodos de Mejora de la Calidad. [en línea] Disponible en: [www.valoryempresa.com/monografias/monografias\\_rec/presentacionIV.ppt](http://www.valoryempresa.com/monografias/monografias_rec/presentacionIV.ppt).
- Rosignoli, G. (2009): La oficina de procesos una visión transversal de la organización. Publicado el 22 de septiembre del 2009 [en línea] Disponible en: <http://www.paradigma.com>
- ESCAM (2002). La Gestión por Procesos [en línea] Disponible en: <http://www.chospab.es/calidad/UCalidad/Documentos/Gestiondeprocesos.pdf>.
- Trischler, W E (1998): "Mejora del Valor Añadido en los Procesos, ahorrando tiempo y dinero eliminando el despilfarro"; Ediciones Gestión 2000.
- Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. Economía Industrial, Vol. VI, No.330. España.

**Autor: Alberto Medina León.**

Doctor en Ciencias Técnicas en la UCLV, graduado de Ingeniero Industrial en la Universidad de Matanzas. Miembro del tribunal nacional desde el 2000. Posee más de 100 trabajos publicados en revistas y otros tantos en eventos científicos. Autor o coautor de 4 libros. Ha trabajado como docente o coordinador de programas de Maestría en: Honduras, México, Brasil y Venezuela. Miembro del Comité Doctoral del programa de Doctorado de Cuba para Ingeniería Industrial. Con experiencia en trabajos de consultoría internacionalmente. Ha ocupado varios cargos de dirección en la UMCC y actualmente es Director de Intercambio Académico.

# Agrocombustibles vs. Producción de Alimentos

Manuel B. Suquilanda Valdivieso<sup>1</sup>

**Resumen**— El estado ecuatoriano, ha venido en los últimos tiempos haciendo algunas consideraciones alrededor de la pertinencia de llevar adelante en el territorio nacional, la producción de cultivos destinados para la obtención de agrocombustibles.

Fundamentalmente se argumenta que las importaciones de combustibles significan un alto costo para el Estado, a lo que se suman la emisiones de gases en el ambiente por el uso de hidrocarburos.

Para dar cumplimiento a la política energética estatal en base al uso de combustibles menos contaminantes, se manifiesta que en el país existen recursos agrícolas que permiten la producción de biocombustibles. (Condiciones climáticas y ubicación favorable).

En muchos sectores del país, ya se viene promocionando con fuerza los cultivos que se dedicarán a la obtención de agrocombustibles y también ya se están ejecutando acciones, sin embargo no se ha analizado conjuntamente con los agricultores, su pertinencia frente a la producción de alimentos, que al escasear comprometerían seriamente la soberanía alimentaria de la sociedad ecuatoriana.

**Palabras clave**— Agrocombustibles, Agrotóxicos, Biocombustibles, Biodiesel, Bioenergía, Seguridad alimentaria.

## Introducción

Mediante Decreto Ejecutivo No 2332, publicado en el Registro Oficial 482 del 15 de noviembre del 2004, el estado ecuatoriano, con el fin de promover el uso de los biocombustibles, declara de interés nacional a la producción, comercialización y uso de los biocombustibles, creando para dicho efecto el Consejo Consultivo de Biocombustibles, adscrito a la Presidencia de la República y presidido por el Ministro de Energía, haciendo parte de este Consejo también los gremios del sector privado del sector cañicultor.

El Programa de Biocombustibles, a su vez tiene entre sus propósitos los siguientes:

- Reducción de la contaminación ambiental y consumo de combustibles fósiles. para dar cumplimiento al compromiso de

<sup>1</sup> Manuel B. Suquilanda Valdivieso MB. Universidad Tecnológica Equinoccial 098042005/2470317• m.suquilanda@andinanet.net



Kyoto.

- Mejorar la calidad del aire, reduciendo las emisiones que contribuyen al efecto invernadero (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>).
- Reducir la importación de combustibles: Naftas de alto octano y diesel 2.
- Fomentar el desarrollo de la agroindustria, mediante el establecimiento de nuevos cultivos agrícolas para incrementar la producción de alcohol y aceites vegetales.
- Mejorar la calidad de los combustibles: Reducción de contenido de aromáticos, bencenos, olefinas y azufre.
- Diversificación de la agricultura en materias primas para la bioenergía.
- Desarrollo de infraestructura y empleo en áreas rurales.
- Diversificación de la oferta nacional de energía.
- Más tiempo para actividades generadores de ingresos rurales

debido potencialmente a la menor carga a nivel de hogar.

Respaldo por el marco legal establecido, el estado ecuatoriano, se a propuesto implementar un programa de biocombustibles, en base al procesamiento de la caña de azúcar para producir etanol y de palma africana para la producción de biodiesel. En el contexto referido, se prevé la expansión de las áreas de estos cultivos, pues ya existen 85.000 hectáreas destinadas a la producción de azúcar y 55.000 has destinadas a la producción de panela y aguardiente, así como 207 285 hectáreas plantadas con palma africana; pero también se comenta acerca de un proyecto que plantea establecer entre 50 000 a 100 000 hectáreas de higuera (Ricinus comunis), piñón (Jatropha curcas) e inchi (Caryodendron orinocense Karst), que se ubicarían entre las provincias de Manabí y Esmeraldas, y hay quienes hablan también de implementar proyectos para la obtención de metanol a partir del maíz (Zea mays) o de soya (Glycine max L) para la obtención de biodiesel.

De acuerdo con la información del III Censo Nacional Agropecuario (2000), el 47 % de la superficie del país, es decir 12'355 831 hectáreas, se dedican a la producción agropecuaria.

El MAGAP (2007), estima que el área agrícola potencial en el país es de 6'333 000 hectáreas, de las cuales el área neta regable es de 3'100 000 hectáreas; con una superficie cultivada de 1'850 000 hectáreas y con una infraestructura de riego para apenas 955 000 hectáreas, lo que significa que apenas está servida con riego el 30.8 % de la área regable estimada. De esta área el 70 % corresponde a riego privado y el 30 % a riego público.

Ante esta situación, surgen varias interrogantes:

- ¿Cuál es la experiencia de los países que han incursionado en la producción de agrocombustibles?
- ¿Sobre que tierras se propone implementar los cultivos que se destinarán para la obtención de los biocombustibles, identificados más como agrocombustibles?
- ¿Se extenderá aún más la frontera agrícola, comprometiendo áreas boscosas, o se ocuparán áreas dedicadas a cultivos alimenticios?
- ¿Cuáles son las tecnologías que se aplicarán para el manejo de los agrocombustibles?
- ¿ Cuáles serían los impactos que se generarían por efecto de la implementación de cultivos para la obtención de agrocombustibles?

El propósito del presente trabajo, es dar satisfacción a las interrogantes arriba formuladas y determinar la pertinencia de los agrocombustibles para la sociedad ecuatoriana.

### **Análisis de la Producción de Cultivos Destinados para la Obtención de Agrocombustibles**

Para analizar algunas de las particularidades de la producción de los cultivos que se destinan a la obtención de los agrocombustibles, nos remitiremos al análisis de casos, poniendo énfasis en la realidad de países latinoamericanos, donde estas actividades ya se vienen ejecutando:

#### **El caso de la caña de azúcar en el Valle del Cauca-Colombia**

El modelo de producción tanto de azúcar como de agrocombustibles en el Valle del Cauca, se fundamenta en los postulados de la revolución verde: Concentración de la tierra, concentración de las fuentes de agua, uso indiscriminado de agrotóxicos de síntesis petroquímica, uso de organismos genéticamente modificados "OGMs", mecanización del suelo, contaminación del suelo, agua y aire. El paquete completo de revolución verde ha demostrado ser altamente perjudicial para el medio ambiente, en tanto que el 52% de los gases de efecto invernadero son producidos por los agrotóxicos, utilizados en este tipo de agricultura.

El uso del suelo para monocultivos reduce significativamente la biodiversidad, destruye los procesos de sinergia y simbiosis del suelo potencializándose la aparición de plagas, cambia drásticamente los patrones microclimáticos y por tanto de humedad del suelo y de ciclaje de nutrientes.

La concentración de las fuentes de agua trae como consecuencia reducciones significativas de la capacidad de dilución de las sales minerales en las fuentes de agua de los humedales, lo que conlleva a su colmatación y putrefacción, matando a plantas y animales que en otros tiempos fueron consumidos por las comunidades, no obstante, el impacto ambiental más grave, es la reducción de los caudales de agua de consumo por las poblaciones ribereñas del Río Cauca.

En la actualidad se generan cerca de 1'100 000 litros/día de etanol, que para ser producidos requieren entre 4-12 litros de agua por litro de Etanol, por tanto, si consideramos el requerimiento más bajo de agua (4 litros), producir etanol requiere 4 400 m<sup>3</sup>/día. En la actualidad las 37 000 hectáreas de caña sembradas para etanol se consumen 18'500 000 m<sup>3</sup> de agua/año.

El uso indiscriminado de agrotóxicos ha salinizado el suelo, ha conllevado a que las propiedades físicas y químicas del suelo se atrofien, disminuyéndose la capacidad de las plantas de absorber los nutrientes del suelo, los agrotóxicos contaminan el agua subterránea, el aire arrastra trazas de agroquímicos por la acción del viento hacia zonas sembradas con cultivos diferentes a la caña, causándose pérdidas en los cultivos de los campesinos de las zonas medias de la cordillera central.

La mecanización ha provocado que el suelo se compacte, que se destruyan las propiedades físicas y químicas

de uno de los valles más fértiles de Colombia, como es el Valle del Río Cauca.

Las quemadas de caña generan altas cantidades de gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, también producen material particulado que afecta la salud de humanos y animales en las zonas rurales y en los centros poblados.

Se ha llegado a establecer que los Agrocombustibles no solucionan el problema del calentamiento global, por el contrario lo agravan, ya que la combustión con mayor presencia de productos oxigenados aumenta las concentraciones de NO<sub>x</sub>, genera ozono y acetaldehídos, estos actúan como cancerígenos en humanos. Además se debe tener en cuenta que para producir etanol se requiere de combustibles fósiles.

De este modo, para que la producción de Etanol siga siendo "rentable" para los empresarios agroexportadores, la flexibilidad laboral, que trae consecuencias desastrosas para los trabajadores deberá acrecentarse y además para aumentar la producción de etanol, el proceso tendrá que ser mecanizado. Por tanto, existen dos panoramas que se interrelacionan de continuarse por el camino de los agrocombustibles, por un lado el aumento de la explotación laboral para los trabajadores de la agroindustria de los agrocombustibles y por el otro la sustitución de mano de obra por máquinas altamente dependientes de combustibles fósiles.

No obstante, estudios adelantados en Brasil demuestran que 100 hectáreas utilizadas en agricultura familiar generan 35 empleos directos, mientras que si éstas son utilizadas para la producción de agrocombustibles solo generan 10 empleos, por lo tanto si las aproximadamente 300 000 hectáreas que se propone sembrar con cultivos para "agrocombustibles" en el Ecuador, se destinarán a la agricultura familiar se podrían generar 105 000 empleos, versus 30 000 que se generarían si las tierras son usadas para la producción de agrocombustibles.

### **El caso de la producción de soja**

En Argentina, el avance arrollador de la soja o soja y otros monocultivos dedicados a la agroindustria generaron una caída del número de productores rurales, con una disminución en especial de productores familiares, y conflictos con otros usos productivos que se redujeron o trasladaron (por ejemplo lechería, algodón, cereales, etc.), concentración de la tierra, proliferación de contratos donde los dueños de los predios ceden la gestión a empresas o inversores, e implantación de paquetes tecnológicos con transgénicos.

Estas condiciones explican en parte los bajos costos de producción en países como Brasil, ya que se logran por carencias dramáticas en la dimensión laboral, y que convierten

a cultivos como la soja o la caña de azúcar en una estrategia insustentable en la perspectiva social de la sustentabilidad.

Por otra parte, no es seguro que los biocombustibles generen un aumento en la demanda de empleo rural. Si se analiza el caso de la soja en Brasil, uno de los potenciales cultivos para producción de biodiesel, el avance de su implantación ha ido de la mano de una disminución del empleo. En efecto, mientras que en 1985 se producían 18.278 toneladas de soja con 1'694 000 agricultores, en el 2004 se producen 49 792 toneladas con apenas 335 mil trabajadores. Schlesinger 2006.

Al contrario de lo que afirman sus promotores, como Estados Unidos y la Unión Europea, que serían una respuesta ambientalmente amigable frente al cambio climático producido por los combustibles derivados del petróleo, esta nueva ola de monocultivos industriales no mitigarán ninguno de los problemas existentes y creará nuevos.

Según las condiciones y el cultivo, puede incluso dar saldo negativo. Si se incluyen en la ecuación la destrucción de ecosistemas como bosques y sabanas, o el hecho de que las refinerías de etanol y las plantas de procesamiento de celulosa son una fuente de contaminación del ambiente y la salud de los habitantes cercanos, el saldo definitivamente es negativo. Irónicamente, las industrias argumentan que los cultivos normales no rinden lo suficiente, e intentan justificar cultivos y árboles transgénicos -para producir etanol a partir de celulosa-, que agregarían otra gama de amenazas.

Las industrias y gobiernos del Norte necesitan que la producción sea en los países del Sur, en parte porque no disponen de tierra o no quieren usarla para esto, y porque asumen que en esos países los problemas ambientales son obviados por gobiernos ávidos de "inversión" extranjera y de promover la agricultura intensiva de exportación, en desmedro de sistemas locales integrales que constituyan su propia soberanía alimentaria. Las instituciones financieras internacionales (Banco Mundial, Banco Interamericano) ya anuncian que "apoyarán" esta conversión, metiendo en la trampa a pequeños y medianos productores y aumentando las deudas externas de los países.

Claramente hay un proyecto geopolítico de Estados Unidos para disminuir su dependencia de las naciones petroleras, pero además, un interés propio de las empresas que están detrás de esta nueva devastación agrícola: para las industrias que controlan los agrocombustibles (grandes distribuidores de cereales como Cargill, ADM y Bunge, productores de semillas transgénicas como Syngenta, DuPont, Monsanto, Bayer, Dow y las automotoras, todo son ganancias: reciben subsidios directos o indirectos, leyes a su favor y una significativa extensión de las tierras y agricultores dedicados a producir las materias primas que necesitan, al precio que definen, y cada vez más controlarán

al aumentar la competencia entre países.

Los agro-combustibles constituyen así un proyecto de recolonización imperial, en un nuevo asalto de las industrias transnacionales a las economías campesinas y a la soberanía alimentaria.

### **Las Posibles Áreas para Producción de Agrocombustibles**

A través de sus voceros, el estado ecuatoriano, ha venido en los últimos tiempos haciendo algunas consideraciones alrededor de la pertinencia de llevar adelante en el territorio nacional, la producción de cultivos destinados para la obtención de agrocombustibles.

Entre los argumentos que se esgrimen para tal propósito, se encuentran los siguientes:

- Las importaciones de combustibles significan un alto costo para el Estado.
- Existen iniciativas privadas para la instalación de plantas de obtención de biocombustibles.
- Hay expectativa de la ciudadanía y de los pequeños agricultores.
- En el aspecto social se espera generación de empleo y desarrollo del sector rural.
- En el aspecto ambiental, se espera la reducción de emisiones.
- El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable tiene como política, fomentar el uso de energía renovable y desarrollo de industria local con sistemas de energías limpias.
- Hay que diversificar la matriz energética, considerando una economía post-petrolera!!!
- Existen recursos agrícolas que permiten la producción de biocombustibles. (Condiciones climáticas y ubicación favorable)

Curiosamente, estos argumentos, son los mismos que de parte interesada se vienen pregonando en el tercer mundo (África, América) y que se orientan a satisfacer la demanda de los consumidores que quieren seguir manteniendo su estándar de vida basada en el derroche, pero que quieren tranquilizar su conciencia al poner en el tanque de su automóvil un 5.75 % de biocombustible, que puede proceder de las destrozadas selvas brasileras, de las pampas argentinas, paraguayas o bolivianas, donde los campesinos han sido expulsados en la mayoría de los casos violentamente.

En muchos sectores del país, ya se viene promocionando con fuerza los cultivos que se dedicarán a la obtención de agrocombustibles y también ya se están ejecutando acciones.

En la provincia de Esmeraldas, la situación va viento en popa, pues hay la autorización expresa para echar abajo 50 000 hectáreas de bosque primario, para reemplazarlas por cultivos de palma aceitera. La destrucción del bosque primario y

su biodiversidad son evidentes, los cambios climáticos en el área de igual manera ya son notables, mientras que las comunidades negras y chachis, cada vez con más insistencia hacen sentir su inconformidad.

Según Rosero (2007), El proyecto para producir etanol, se propone sembrar en el país 50 000 nuevas hectáreas con caña de azúcar, respondiendo a la siguiente estrategia: Esmeraldas (4 000 ha) Manabí (3 000 ha), Entre Bolívar y Los Ríos (5 000 ha), entre Cañar y Guayas (20 000 ha) en el Oro (4 000 ha), Imbabura (2 500 ha), en Azuay(2 500 ha) y en Loja (3 000 ha).

En el Noroccidente del Pichincha, concretamente en la localidad de Pedro Vicente Maldonado, un gran letrero colocado a las puertas de las Oficinas del MAGAP, invita a los agricultores a participar en el proyecto de caña (2 000 ha), para la obtención de biocombustibles. Se acabará con el último relicto de bosque húmedo tropical que le queda a la provincia del Pichincha, se acabará la producción agropecuaria diversificada, se pondrá el epitafio para el naciente negocio del agroecoturismo de la zona, sus hasta ahora fuentes de agua limpia, terminarán siendo contaminadas de manera irremediable.

La propuesta de la siembra de caña, propone plantaciones en las estribaciones de la cordillera oriental que da hacia la vertiente amazónica y en las estribaciones de la cordillera occidental, hacia la vertiente pacífica, donde indudablemente se procederá a la tumba de montaña, que por un lado es la protección de las cuencas hidrográficas más fértiles del mundo: El Valle del Río Portoviejo, la cuenca del Guayas y la cuenca del Jubones, mientras que por el otro es el origen de muchos de los afluentes que constituyen la gran Cuenca Amazónica, que representa para la humanidad una de las grandes reservas de biodiversidad y agua.

Es importante destacar que en cuanto a la disponibilidad de la tierra, se han generado análisis que presentan la superficie potencialmente utilizable por la agricultura, asumiendo que sobre ella se pueden implantar los nuevos cultivos para generar combustibles. Esta línea de razonamiento olvida elementos claves de la sustentabilidad.

En primer lugar, lo que tradicionalmente se define como superficie potencialmente utilizable por la agricultura (o arable) incluye enormes extensiones de áreas naturales.

El ejemplo más claro se observa en la ecoregión del Cerrado en Brasil, con una superficie aproximada de 200 millones de hectáreas, donde ya se encuentran en producción agrícola y ganadera unos 50 millones de hectáreas, y se ha postulado sumarle otros 75 millones de hectáreas. Esta es una reconversión de enorme escala y profundos impactos en la biodiversidad. Situaciones similares se viven en zonas amazónicas, no sólo en Brasil, sino también en Ecuador y Perú, a

la luz de iniciativas de agrocombustibles en esos ecosistemas. En segundo lugar, la ampliación de las áreas agrícolas aumentará los problemas de alteraciones en los recursos hídricos, deterioro de los suelos e impactos de agroquímicos y otros contaminantes.

Se conoce que tanto Brasil, como Argentina, Paraguay y Bolivia, han presupuestado grandes extensiones de su territorio para la siembra y obtención de biocombustibles, frente a lo cual nuestro país con su escasa superficie destinada a la producción de cultivos para elaborar agrocombustibles, no tiene mayores expectativas en el concierto latinoamericano, como si lo tiene en cuanto a la producción de alimentos.

### Tecnologías que demandan los Cultivos destinados para la Elaboración de Agrocombustibles

#### Preparación del suelo y manejo del cultivo

De manera invariable, todos los cultivos destinados para la elaboración de biocombustibles, se manejan como monocultivos y como tales demandan tecnologías que ponen énfasis en la mecanización agrícola, tanto para la preparación de los suelos, como para la cosecha, poscosecha y transporte de la producción hacia los centros de acopio y hacia las fábricas de biocombustibles, de igual manera requieren de altas cargas de agrotóxicos: Fertilizantes y plaguicidas (insecticidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas y herbicidas).

Tanto la maquinaria agrícola, como los fertilizantes y plaguicidas, son altamente dependientes de los hidrocarburos, teniendo un alto poder contaminante.

Las semillas de cultivos como el maíz y la soya destinadas para la elaboración de agrocombustibles, son de naturaleza transgénica, cuyas patentes responden a los intereses de las transnacionales Syngenta, Monsanto, Dupont, Dow Chemical.

Por otra parte tanto la soya, como el maíz, son cultivos que se manejan en hileras, y que por lo tanto contribuyen a la erosión del suelo y a la contaminación del agua y requieren grandes cantidades de fertilizantes, plaguicidas y combustible para la plantación, cosecha y secado.

Constituyen la causa fundamental del derrame de nitrógeno –la peligrosa fuga de nitrógeno de los campos cuando llueve– del tipo que ha creado la llamada Zona de la Muerte en el Golfo de México, un área del océano del tamaño de Nueva Jersey que tiene tan poco oxígeno que apenas admite la vida.

En los Estados Unidos, el maíz y la soya se cosechan generalmente como cultivos de rotación porque la soya le agrega nitrógeno al suelo que el maíz necesita para crecer. Pero

como el maíz desplaza cada vez más a la soya como fuente principal de etanol, se cultivará constantemente lo que a la vez requerirá aumentos sustanciales de fertilizantes nitrogenados y agravará el problema de la pérdida de nitrógeno.

Los cultivos destinados para la producción de agrocombustibles, al manejarse como “monocultivos” demandan de elevados niveles de fertilización, especialmente nitrógeno, elemento que por su causticidad es capaz de desactivar biológicamente los suelos, acidificarlos y contaminar los niveles freáticos por su alta movilidad, comprometiendo la absorción de nutrimentos por parte de las plantas y la salud de la gente que consume éstas aguas.

De la misma manera los monocultivos al romper el equilibrio biológico contribuyen para la aparición de una serie de plagas (insectos, ácaros, nemátodos y patógenos) que a su vez son controlados por una amplia gama de agrotóxicos (insecticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas, etc.).

El uso de semillas transgénicas de soya, viene aparejado al uso de Roundup (Glifosato), pues la semilla RR (Roundup Ready) es resistente a este agrotóxico, cuyo efecto en el suelo contribuye a desactivar la biología del suelo, con la consiguiente aparición de fitopatógenos como el Fusarium oxysporum, que produce el marchitamiento de todo tipo de cultivos.

A continuación, se muestran las tecnologías de manejo agroquímico de algunos de los cultivos destinados a la producción de agrocombustibles.

### Manejo agroquímico de cultivos para la producción de agrocombustibles

#### Cultivo de Maíz (*Zea mays*)

TECNOLOGÍA PARA:	PRODUCTOS
Siembra:	Semilla transgénica: Var 3272
Fertilización	Úrea, Fosfato de amonio, Muriato de Potasio
Control de plagas (insectos)	Dipterex, Baytroide, Carbofurán, Malathion
Control de malezas	2-4D, Roundup (Glifosato)

#### Cultivo de Soya (*Glicine max*)

TECNOLOGÍA PARA:	PRODUCTOS
Siembra:	Semilla transgénica: RR (Roundup Ready)
Fertilización	Fosfato de amonio, Muriato de Potasio
Control de plagas (insectos)	Lorsban, Cipermetrina, Omite, Nuvacron, Clorpirifos, Vitavax, Polo, Palmarol,
Control de malezas	2-4D, Roundup (Glifosato)

### Cultivo de Caña de Azúcar (*Sacharun officinalis*)

TECNOLOGÍA PARA:	PRODUCTOS
Siembra:	Semilla: Variedades mejoradas
Fertilización	Úrea, Nitrato de amonio, Muriato de Potasio
Control de plagas (insectos)	Dipterex, Pirimicarb, Carbofurán, Malathion, Evisect, Captan
Control de malezas	Roundup (Glifosato), 2-4D, Gramoxone

### Cultivo de Palma Aceitera (*Eleais guinensis*)

TECNOLOGÍA PARA:	PRODUCTOS
Siembra:	Semilla: Variedades mejoradas
Fertilización	Úrea, Nitrato de amonio, Muriato de Potasio
Control de plagas (insectos)	Carbofuran, Captan, Endosulfan, Vitavax, Triziman, Palmarol,
Control de malezas	2-4D, Roundup (Glifosato), Ranger

### Cultivo de Piñón (*Jatropha curcas*)

TECNOLOGÍA PARA:	PRODUCTOS
Siembra:	Semilla: Variedades mejoradas
Fertilización	Úrea, Nitrato de amonio, Muriato de Potasio
Control de plagas (insectos)	Carbofuran, Endosulfan, Triziman, Palmarol, Dithane M-45.
Control de malezas	2-4D, Roundup (Glifosato), Ranger

## Los Agrocombustibles y la Crisis Alimentaria

### Los agrocombustibles y la producción de alimentos

Un estudio interno del Banco Mundial que se filtró a la prensa responsabiliza a los biocombustibles por un 75% del alza del precio de los alimentos que en los últimos años hizo caer a unas 100 millones de personas por debajo de la línea de pobreza.

Una de las discusiones principales sobre el modelo agrícola global gira en torno a la incidencia de la producción de agrocombustibles en la actual crisis mundial de alimentos.

Jean Ziegler, relator de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación FAO, denunció que “para llenar el tanque de un automóvil que funcione con biocarburante, se requieren aproximadamente 200 kilos de maíz”, que es el consumo de una persona al año. Por su parte, Lula dice que “los biocombustibles no son el villano que amenaza la seguridad alimentaria”, arguyendo que sólo cubren el 0,9% de la tierra.

En Colombia, el Ministerio de Agricultura, también, con argumentos similares a los del presidente brasilero, fijó la producción de agrocombustibles como una prioridad de su gestión. Prueba de ello es la decisión tomada frente al predio

Carimagua entregado a Ecopetrol para elaborar etanol, pasando sobre la destinación obligatoria que tenía para la población desplazada.

Decir que la abundancia de tierra disponible, valida la supremacía de los agrocombustibles sobre la comida, implica un desconocimiento de conceptos elementales de economía. Es sabido que cuando un país dedica mayores cantidades de recursos de producción a un determinado bien, debe reducir los que aplica a otros. Como la agricultura no necesita sólo tierra, sino también capital, mano de obra, tecnología y agua, la competencia entre dos productos del agro debe evaluarse considerando ese conjunto de requerimientos. Esto en Colombia es más necesario aún, teniendo en cuenta que casi todos estos factores son escasos, incluso la tierra, donde 10 000 dueños poseen el 65% del área total, algo similar a lo que ocurre en el Ecuador, donde la estructura agraria es un símbolo de inequidad, pues 636 375 unidades productivas agropecuarias (UPAs), con (1'463 212 ha) de las 842 882 UPAs existentes en el país, apenas ocupan el 12 % del total de la superficie destinada a la producción agropecuaria (12'355 832 ha) . Es la lección elemental de texto, la de la decisión entre fabricar cañones o mantequilla, entre elaborar mermelada u otra cosa....

En los mercados mundiales, el maíz destinado a etanol en Estados Unidos, en 2000-2001 fue el 5% de la cosecha total y para 2007-2008 el 25%; gracias a lo cual los inventarios finales bajaron a la mitad y el precio en granja subió, de 2 dólares a 3.5 por bushell (2.84 kg).

El uso industrial de aceites vegetales en la Unión Europea tiene trazos comunes, pasó de demandar 2 millones de toneladas en el 2000 para agrodiesel a casi 9 millones en el 2007. Estos incrementos en la demanda para fines energéticos o por cualquier otra razón no encuentran respuesta inmediata en la oferta y han influido para que los inventarios mundiales de granos hayan pasado de cubrir 120 días de consumo mundial en 2000 a apenas 60 días en el 2008. Dichos desequilibrios, para los cuales contribuyen tanto la elaboración de biocombustibles como otros motivos, son aprovechados así mismo por los fondos financieros para especular en las bolsas de valores de bienes básicos y para generar el fenómeno alcista.

Se ha llegado a argumentar, que los productores que destinen sus tierras a la producción de cultivos para la elaboración de agrocombustibles, tendrán ingresos suficientes, para financiar la adquisición de alimentos, sin embargo, pensar que con esas condiciones la exportación de agrocombustibles puede financiar las importaciones de alimentos es una ficción. Es lógico deducir que ni los términos de intercambio serán favorables en el corto ni en el mediano plazo ni que el competido mercado mundial, con rivales como Brasil en alcohol, o como Malasia o Argentina en aceite, está esperando los agrocarrubantes del resto de países latinoamericanos -más

costosos que los de muchos otros orígenes- entre los ya de por sí muy costosos carburantes de origen vegetal.

## El conflicto con la producción de alimentos

Uno de los puntos más discutidos es un posible conflicto entre los cultivos destinados a alimentos y los que se usarán para combustibles. Algunos analistas, varios políticos y muchas empresas han desestimado este hecho, señalando que América Latina cuenta con una disponibilidad de tierras para uso agrícola tan alta, que puede producir tanto alimentos como agrocombustibles. Esta postura minimiza un problema que es real, y que además ignora que conflictos de similares características ya ocurren en la actualidad.

En efecto, ya existe en varios países un conflicto entre alimentos destinados a la demanda interna, y alimentos para exportación. En América Latina se encuentran por lo menos cinco países que presentan altos niveles de subnutrición mientras que son importantes agroexportadores: Bolivia, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Paraguay. Incluso en naciones de grandes potencialidades, como Argentina, existen distorsiones en el mercado interno de alimentos (por ejemplo, la sojización extrema ha desplazado la ganadería lechera y este país enfrenta restricciones en la disponibilidad de productos lácteos).

El proceso de fondo que está operando corresponde a la dinámica del mercado, donde los grupos sociales de bajo ingreso son los más vulnerables ya que no pueden pagar los crecientes precios de los alimentos. Este es uno de los factores que explica que en América Latina logre muy modestas reducciones en los niveles de subnutrición (del 13% en 1990-92 a 10% en 2001-03, según datos de FAO, 2006), a pesar del continuo aumento de la producción agropecuaria.

Los agrocombustibles tienen todos los atributos para acentuar estos conflictos, ya que pueden tener niveles de rentabilidad mayores que los obtenidos con los alimentos, y en especial cuando son exportados.

Todas las estimaciones predicen un aumento de los precios futuros de los cultivos usados como combustibles; las diferencias sólo radican en el nivel de esos incrementos, por lo tanto, el conflicto entre alimentos y agrocombustibles ya está en marcha.

Si se reconocen esas tensiones, queda en evidencia que el problema de fondo se debe a la lógica económica que ha invadido la agricultura. Bajo esa perspectiva las decisiones productivas dependen de la rentabilidad económica, y como los destinos exportadores aseguran ganancias mayores, terminan siendo la fuerza motriz principal en estructurar al sector.

En síntesis, la fabricación de agrocombustibles sí compete con la producción de alimentos, les quita recursos productivos y, por esto, así como por la destinación de cereales y oleaginosos para la elaboración del combustible final, reduce los inventarios, contribuye al alza de los precios y refuerza la especulación financiera con la comida, crimen que hoy azota cruelmente a naciones enteras. Así, tan sencillo como grave.

## Conclusiones

Del análisis hasta aquí realizado, se llega a las siguientes conclusiones:

- Que duro es comprobar que muchos productores, gobiernos y ciudadanos no saben que los suelos son fabricados por los bosques y ambientes nativos, y nunca por los cultivos industriales.
- Que duro es saber que para fabricar 2.5 cm de suelo en ambientes templados hacen falta de 700 a 1200 años y que los cultivos destinados para agrocombustibles los romperán en poquísimo tiempo.
- Que duro es recordar que buena parte de los bosques nativos y humedales de este país ya han sido destrozados y que funcionarios y productores no ven o no quieren ver que la única forma de tener un país más sustentable es conservar al mismo tiempo superficies equivalentes de ambientes naturales y de cultivos diversificados.
- Que duro es observar como se extingue el campesino que convivía con el monte, y como lo reemplaza una gran empresa agrícola que empieza irónicamente sus actividades destruyendo ese monte.
- Que duro es saber que las dosis de fertilizantes sintéticos y de glifosato, endosulfan, 2-4D y otros plaguicidas que se usarán masivamente en los cultivos para agrocombustibles pueden alterar el sistema hormonal de bebés, niños, adolescentes y adultos, y que no sabemos cuantos de ellos enfermarán y morirán.
- Que duro es saber que los bosques y ambientes nativos se desmoronan, que las cuencas hídricas donde se fabrica el agua van a ser en breve invadidas por cultivos para la elaboración de agrocombustibles...y que en nuestro país signado por la providencia para producir alimentos...éstos empiecen a faltar.
- Que duro es ver las inmensas colas de desesperanzados en las puertas de las embajadas en pos de una visa para irse y muchas veces sin retorno.

## Recomendaciones

Las recomendaciones, que se formulen, frente a esta realidad, deberán salir del consenso de los ciudadanos y ciudadanas que hacemos este hermoso y megadiverso país, poniendo a manera de orientación los siguientes puntos de vista, para llevar a la práctica el concepto del Sumak Alli Kausay (Buen Vivir), a fin de asegurar de esta manera a los seres humanos su reproducción y permanencia armoniosa con el cosmos:

- Que el uso del suelo debe ser fundamentalmente para la producción de alimentos sanos.
- Que el estado debe establecer una política de investigación científica que revalide los aspectos más relevantes de nuestras tecnologías ancestrales a lo que se sumarán los más recientes avances de la ciencia y la tecnología (Agroecología, Microbiología, Biotecnología), a fin de generar tecnologías acordes a nuestra realidad ecológica, económica y sociocultural.
- Que el estado debe invertir recursos para la producción agroecológica de alimentos que disminuya la dependencia a insumos derivados del petróleo y los agroquímicos.
- Que se establezca una política de créditos blandos para que las comunidades campesinas, indígenas y negras, puedan mantener y desarrollar sus actividades agropecuarias basadas en el modelo de economía campesina.
- El estado debe invertir recursos económicos para el establecimiento de agroempresas rurales para la transformación agroindustrial.
- El Gobierno Nacional, como los Gobiernos provinciales y municipales, conjuntamente con sus instituciones deben reconocer a las comunidades campesinas, indígenas y negras como sujetos de derechos sociales, políticos, culturales y ambientales, así como la autonomía en las decisiones sobre su territorio.
- Se deben crear mesas de trabajo para el análisis de la problemática de los habitantes del sector rural, que tiendan a la solución concertada de la problemática del campo.
- La inversión extranjera orientada fundamentalmente a la producción de alimentos, debe realizarse en condiciones ventajosas para el país y para las comunidades asentadas en los territorios en los que se realice la inversión.

## Bibliografía

- Bravo, E. 2005. Soya-Instrumento de control de la agricultura y la alimentación. Acción Ecológica. Quito, EC. 167 p.
- \_\_\_\_\_. 2008. Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria. Acción Ecológica. Quito, EC. 151 p.
- Coordinación Campesina del Valle del Cauca..2008. Agrocombustibles la tragedia del campesinado. Ponencia de la Coordinación Campesina del Valle del Cauca en Pradera, Valle del Cauca. Consultado 29 de septiembre 2008. Disponible en <http://www.indymedia.org/>
- FAO. (2008). Agrocombustibles en el ojo de la tormenta por escalada de precios de alimentos a nivel mundial. (en línea). Consultado 29 de septiembre 2008. Disponible en [www.radiomundoreal.fm/rmr/?q=taxonomy/term/6-](http://www.radiomundoreal.fm/rmr/?q=taxonomy/term/6-)
- Ibáñez, J. Tierras Marginales y Biocombustibles de Segunda Generación: Otra Gran Mentira (en línea). Foro para la soberanía alimentaria. Consultado 29 de septiembre 2008. Disponible en <http://eblogs.madrinasd.org/universo/archive/2008/06/04/93758.aspx>
- Montenegro, R. 2008. Nos queremos suicidar o nos quieren matar (correo electrónico) Buenos Aires, AR

•Ribeiro, S. Agrocombustibles versus soberanía alimentaria. 2007. (en línea). Foro para la soberanía alimentaria. Consultado 29 de septiembre 2008. Disponible en <http://alainet.org/nyeleni>.



**Autor: Manuel B. Suquilanda Valdivieso**

El campo de mayor interés profesional del Ing. Suquilanda, es la producción orgánica de cultivos y el manejo sostenible de los sistemas productivos agropecuarios.

Por su trabajo en beneficio del ambiente y la producción limpia se hizo acreedor al Premio Nacional Planeta Azul –al mérito ecológico- y a la Condecoración Pío Jaramillo Alvarado –al mérito científico.

Actualmente ejerce la docencia en algunas universidades del país: Universidad Central del Ecuador, ESPOL, FLACSO, ESPE, UTE, Universidades de Guayaquil, Cuenca, Ambato, etc. Además se desempeña como asesor de empresas de producción bananera, cacao, hortícola y florícola, tanto en el país como en el extranjero.

