

REVISTA DE I + D TECNOLÓGICO

VOLUMEN III

• Revista I + D •

2004

**AUTORIDADES DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

RECTOR

Salvador A. Rodríguez G.

VICERRECTOR ACADÉMICO

Marcela Paredes de Vásquez

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN

Delva Batista de Chambers

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Benigno Vargas

SECRETARIA GENERAL

Luis Barahona

Correspondencia para suscripciones y/o canje:

Universidad Tecnológica de Panamá

Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión

Apdo. Postal: 6-2894, El Dorado

Panamá, Rep. de Panamá

Edición aprobada por la Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión de la
Universidad Tecnológica de Panamá



DIRECTOR DEL COMITÉ EDITORIAL

Tisla M. de Destro

COMITÉ EDITORIAL

Humberto Alvarez

Clifton Clunie

Eliécer Ching

Ramón Argote

PORTADA

Arte y diseño:

DIRCOP

Universidad Tecnológica de Panamá

**LEVANTADO DE TEXTO
Y DIAGRAMACION**

Pablo Montero

Impreso en Panamá

200 ejemplares

Imprenta

Universidad Tecnológica de Panamá

CONTENIDO

Efecto del Tratamiento Térmico y de las Condiciones de Almacenamiento sobre Algunos Factores de Calidad de una Conserva de Vegetales y Pescado.. <i>W. Tejedor</i>	7
---	---

Modelando Cambio Organizacional..... <i>H. Alvarez</i>	15
---	----

Simulación Estadística de una Línea de Envase de Gaseosas..... <i>A. Berbey</i>	27
--	----

El Plutón de Cerro Azul y su Relación con los Orígenes del Istmo de Panamá. <i>T. de Destro</i>	33
--	----

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO Y DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SOBRE ALGUNOS FACTORES DE CALIDAD DE UNA CONSERVA DE VEGETALES Y PESCADO

Wedleys Tejedor⁺, Miguel Rodrigo⁺⁺, Antonio Martínez⁺⁺

⁺Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales

Universidad Tecnológica de Panamá

Apartado 6-2894, El Dorado Panamá, República de Panamá.

⁺⁺Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Apartado de Correos 73. 46100-Burjassot. Valencia, España.

RESUMEN

Se estudió el efecto de diferentes tratamientos térmicos y de la temperatura de almacenamiento sobre el color del atún y sobre la textura de la zanahoria en una conserva de vegetales y pescado. Las temperaturas de esterilización empleadas fueron de 112, 115 y 118°C y para cada una se aplicaron tres intensidades de tratamiento (F_0) que oscilaron entre 1,10 y 4,60 min. El almacenamiento durante 12 meses se realizó a temperaturas de 2, 20 y 37°C. Los resultados indican que lo más recomendable es tratar el producto a 118°C y conseguir un $F_0 = 4,60$ min.

Palabras claves: tratamiento térmico, conserva, temperatura de almacenamiento.

ABSTRACT

The effect of different thermal treatments and storage temperature on tuna's color and carrot's texture was studied in a preserved food of vegetable and fish. The sterilization temperatures used were 112, 115 and 118°C. Three time were applied for each, with F_0 ranging between 1,10 min and 4,60 min. The twelve months storage was carried out at 2, 20 and 37°C. According to the results the most recommendable treatment is at 118°C and $F_0 = 4,60$ min.

Keywords: Thermal treatment, preserved food, storage temperature.

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento térmico es uno de los métodos físicos más importante para alargar la vida útil de los alimentos. Es un sistema económico y versátil, adaptándose a casi cualquier tipo de alimento y envase. También se puede combinar con otros factores estresantes, físicos o químicos, para conseguir la estabilidad microbiológica de los alimentos, causando un menor deterioro en la calidad. Aunque dependiendo de las características del alimento, la esterilización puede llevarse a cabo en el envase cerrado o en continuo, dadas las características de nuestro alimento, nos referiremos a los primeros. Tradicionalmente, los alimentos se han esterilizado en envases de hojalata y de cristal herméticamente cerrados, aunque más recientemente, también se han utilizado bolsas plásticas y otros tipos de

envases. La intensidad del tratamiento térmico aplicado depende, en general, de la clase de alimento, de la calidad de las materias primas empleadas, del pH, de las condiciones de transporte y almacenamiento y de las zonas geográficas donde estará el punto de venta.

Se sabe que los procesos térmicos ocasionan algunas pérdidas inevitables en los atributos de calidad de los alimentos, como pueden ser el color y la textura [2, 3]. Debido a que el consumidor cada vez es más exigente en cuanto a la calidad de los productos alimenticios que consume, se hace necesario la optimización de los procesos de calentamiento, de tal forma que se logre la esterilidad microbiológica, así como la máxima retención de nutrientes y factores de calidad. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto que tienen

distintos tratamientos térmicos sobre algunos factores de calidad de una conserva de vegetales y pescado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. PREPARACIÓN DEL ALIMENTO

El alimento utilizado fue una mezcla de vegetales y atún, cuyos ingredientes fueron de 112, 115 y 118°C y las intensidades de tratamiento, expresadas como valores de F_0 acumulados en el centro del envase oscilaron entre 1,10 y 4,60 minutos (tres tiempos para cada temperatura) (Ver Tabla 1). En todos los casos la esterilización se realizó estática con agua. Los envases eran latas de hojalata barnizadas interiormente en blanco, modelo RO-170, de 37 mm de altura y 83,5 mm de diámetro, que contenían 150 gramos del alimento.

Temperatura del autoclave (°C)	Tiempo (min)	F_0 (min)
112	33,6	1,10
	44,4	2,58
	53,2	3,89
115	25,8	1,17
	35,4	2,58
	40,6	4,44
118	19,6	1,10
	25,8	2,70
	30,2	4,60

Tabla 1. Condiciones de esterilización y valores de F_0 alcanzados.

El impacto de un tratamiento térmico en la seguridad de un producto o en un atributo de calidad, depende de la velocidad de reacciones inducidas por el calor y del tiempo que duren esas reacciones [1].

El alimento utilizado fue una mezcla de vegetales y atún, cuyos ingredientes fueron: atún, pimiento, zanahoria, maíz, vinagre, aceite, sal, agua y azúcar. Se

preparó una ensaladilla a partir de vegetales congelados que habían sido previamente troceados, en el caso de la zanahoria y el pimiento y desgranado en el caso del maíz. El atún también se mantenía congelado.

La ensaladilla se preparó de la siguiente manera: se mezcló 40% de atún y 60% de vegetales. A continuación se preparó un alimento que contenía 80% de ensaladilla, 10% de aceite vegetal y 10% de una salsa que contenía agua, sal y azúcar. La ensaladilla se envasó evitando oclusiones de aire.

2.2. TRATAMIENTO TÉRMICO

El tratamiento térmico se realizó utilizando un esterilizador Rotomat (Pilot-Rotor 900) considerando diferentes combinaciones de tiempo-temperatura, las temperaturas de esterilización empleadas.

Con el fin de registrar la evolución de temperatura durante el tratamiento de esterilización, se colocó un termopar fino en el interior de las latas y se utilizaron termopares cuya longitud permitiese medir la temperatura en el centro geométrico de la misma. La temperatura en el autoclave se controló mediante termopares en el interior del mismo situados entre las latas.

2.3. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE CALIDAD DEL ALIMENTO

Teniendo en cuenta la composición de la materia prima y las características de los componentes, la evaluación de la calidad se realizó midiendo el color del atún y la textura de la zanahoria. Se eligieron estos factores ya que varios estudios realizados por diversos autores concluyeron que de los factores de calidad sensorial del atún, el color es la propiedad más apreciada por el consumidor y que por lo tanto, determina su valor comercial [3, 4, 5]. Igualmente, existen otros estudios que indican que la textura de la zanahoria es uno de los principales parámetros para determinar la calidad de este tipo de conservas [6, 7].

Para la determinación del color del atún, se procedió a separar los trozos de atún presentes en el bote de ensaladilla,

teniendo cuidado de que dicha muestra no tuviera residuos de los otros ingredientes presentes en la ensaladilla y que pudieran alterar la medida del color. Una vez obtenida la cantidad de atún suficiente para realizar la medida, la muestra fue colocada en una cubeta de vidrio óptico de 3.8 x 6 cm de diámetro de tal forma que se cubriera todo el fondo de la cubeta con el espesor suficiente para evitar pérdida de luz por transmisión y se evitara la presencia de burbujas de aire.

El equipo utilizado para realizar la medida del color fue un colorímetro de Hunter Labscan II, registrando el espectro de reflexión y determinando los valores de los parámetros instrumentales (L^* , a^* , b^* , C^* , h^*). La abertura de diafragma seleccionada fue de 6.35 mm de diámetro y los resultados se dan en el sistema CIELAB utilizando un iluminante D65 y un ángulo de visión de 10° .

La medida de la textura se realizó a los trozos (cubos) de zanahoria separados cuidadosamente de la ensaladilla. La determinación de la textura de la zanahoria se realizó en un texturómetro (TEXTURE ANALYSER Stable Micro System TA-XT2) con el programa Texture Expert haciendo ensayos de punción. Este ensayo lo que mide fundamentalmente es la fuerza que ejerce el texturómetro para introducir una fina aguja (de 1 mm de diámetro), en la muestra.

Las condiciones de medida fueron las siguientes:

- Velocidad preensayo: 0,5 mm/s.
- Velocidad ensayo: 0,5 mm/s.
- Velocidad postensayo: 0,5 mm/s.
- Distancia de ruptura: 1 cm
- Fuerza: 20 g.
- Distancia: 20 mm.

Las medidas de color y textura se realizaron en muestras tratadas térmicamente. El almacenamiento durante 12 meses se realizó a temperaturas de 2, 20 y 37°C . Cada medida de color se realizó en muestras de dos envases diferentes y cada una por triplicado para obtener un promedio. La medida de la textura se hizo a todos los cubos (mínimo 5), obtenidos de dos envases diferentes de ensaladilla.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dada la estabilidad que cabe esperar de este tipo de alimento y debido al interés por conocer la calidad del producto tras un almacenamiento en condiciones extremas, se realiza un número reducido de determinaciones a las muestras recién fabricadas y un estudio más detallado al cabo de un año de almacenamiento. De los resultados de calidad en las muestras recién fabricadas, no pueden deducirse diferencias entre tratamientos.

Para estudiar el efecto de diferentes variables sobre el color del atún se ha considerado únicamente el parámetro L^* (claridad), ya que la calidad del atún está en función de su claridad, cuanto más claro se considera de mejor calidad [8].

El resultado del análisis de la varianza multifactorial del efecto de la temperatura de tratamiento, la intensidad del tratamiento (F_0) y la temperatura de almacenamiento en la variabilidad del color del atún (medido como valor de L^*), se muestra en la Tabla 2. Estos resultados indican que tanto la temperatura de tratamiento como la de almacenamiento, son significativas ($p < 0,05$) en la variabilidad del color del atún. Para el intervalo de F_0 estudiado (entre 1,10 y 4,60) no se encontraron diferencias significativas en el color del atún debidas a la intensidad del tratamiento.

Fuente	Suma cuadrados III	de tipo gl	F	Significación
Modelo corregido	346,843	26	6,033	0,000
Intersección	139675,793	1	63169,588	0,000
Temp. de tratamiento	20,192	2	4,566	0,020
F ₀	7,034	2	1,590	0,224
Temp. de almacenamiento	187,846	2	42,478	0,000
Temp. de trat. * F ₀	82,884	4	9,371	0,000
Temp. de trat. * Temp. de alm.	25,744	4	2,911	0,042
F ₀ *Temp. de alm.	10,325	4	1,167	0,349
Temp. de trat*F ₀ *Temp. de alm.	14,813	8	0,837	0,579
Error	55,278	25		
Total	145047,900	52		
Total corregida	402,121	51		

Tabla 2. Análisis de la varianza multifactorial para el color del atún.
Variable dependiente: claridad del atún (L*)

El las Tablas 3 y 4 se muestran los resultados de la prueba DMS para la temperatura de tratamiento y de almacenamiento, respectivamente. En cuanto a la temperatura de tratamiento, hay diferencias entre 112 y 118°C. En la Figura 1 se observa que a medida que aumenta la temperatura de tratamiento, y en consecuencia disminuye el tiempo, mejora

el color del atún. Con respecto a la temperatura de almacenamiento, no hay diferencias en el color del atún cuando la ensaladilla se almacena a 2 y a 20°C, pero sí hay una diferencia significativa entre almacenar a estas temperaturas y almacenar a 37°C. En la Figura 2 se muestran estos resultados.

Temperatura de tratamiento (I)	Temperatura de tratamiento (J)	Diferencia entre medias (I-J)	Significació n
112	115	-0,3965	0,438
115	118	-0,9206	0,083
118	112	1,3171*	0,015

Basado en las medias observadas

*La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 3. Resultados de la prueba DMS de comparaciones múltiples por parejas de la temperatura de tratamiento (color del atún).

Temperatura de almacenamiento (I)	Temperatura de almacenamiento (J)	Diferencia entre medias (I-J)	Significación
2	20	1,0138	0,055
20	37	3,3706*	0,000
37	2	-4,3843*	0,000

Basado en las medias observadas

*La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 4. Resultados de la prueba DMS de comparaciones múltiples por parejas de la temperatura de almacenamiento (color del atún).

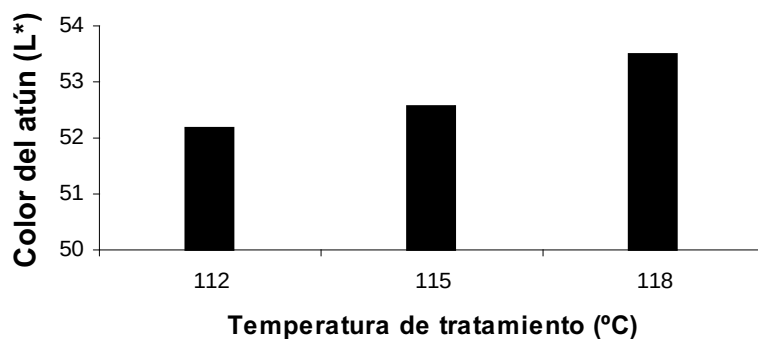


Figura 1. Evolución del color del atún con la temperatura de tratamiento.

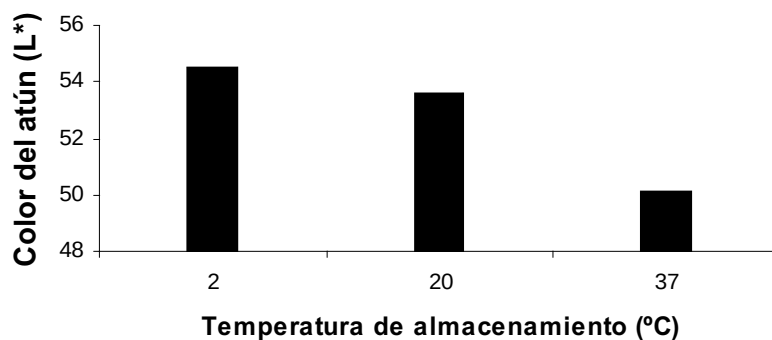


Figura 2. Evolución del color del atún con la temperatura de almacenamiento.

Todas las variables básicas consideradas (Temperatura de tratamiento, F_0 y temperatura de almacenamiento) son significativas ($p < 0,05$) en la variabilidad del logaritmo de la textura de la zanahoria

(Tabla 5). Fue necesario transformar la variable textura de la zanahoria a la variable logarítmica, para conseguir una distribución normal de la variable dependiente.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	F	Significación
Modelo corregido	3,490	26	14,361	0,000
Intersección	354,999	1	37980,110	0,000
Temp. de tratamiento	0,193	2	10,304	0,000
F ₀	0,177	2	9,474	0,000
Temp. de almacenamiento	1,477	2	78,995	0,000
Temp. de trat. * F ₀	0,02388	4	0,639	0,635
Temp. de trat. * Temp. de alm.	0,593	4	15,869	0,000
F ₀ *Temp. de alm.	0,368	4	9,848	0,000
Temp. de trat*F ₀ *Temp. de alm.	0,212	8	2,832	0,005
Error	1,879	201		
Total	387,021	228		
Total corregida	5,369	227		

Tabla 5. Análisis de la varianza multifactorial para la textura de la zanahoria.
Variable dependiente: Logaritmo de la textura de la zanahoria

En la Figura 3 se observa que el logaritmo de la textura de la zanahoria fue mayor a temperaturas de tratamiento más altas y tiempos más cortos, aunque no se observaron diferencias significativas para 115 y 118°C (Tabla 6). En cuanto a la

intensidad del tratamiento, se observó que a medida que aumentaba el valor de F₀, disminuía el logaritmo de la textura de la zanahoria (Figura 4), las diferencias son significativas sólo entre los tratamiento extremos (Tabla 7).

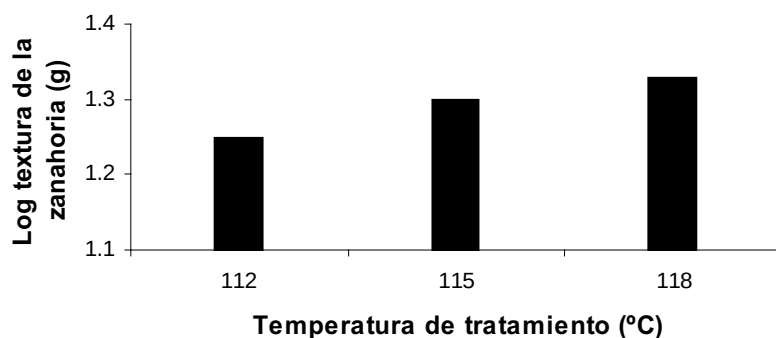


Figura 3. Evolución del logaritmo de la textura de la zanahoria con la temperatura de tratamiento.

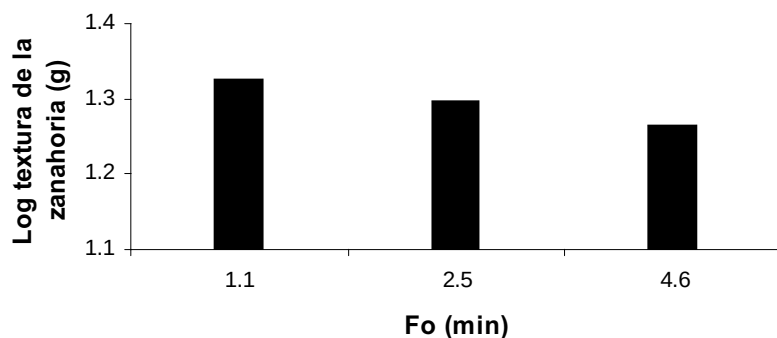


Figura 4. Evolución del logaritmo de la textura de la zanahoria con el F_0 .

Temperatura de tratamiento (I)	Temperatura de tratamiento (J)	Diferencia medias (I-J)	entre Significación
112	115	-0,0487*	0,002
115	118	-0,0292	0,060
118	112	0,0779*	0,000

Basado en las medias observadas

*La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 6. Resultados de la prueba DMS de comparaciones múltiples por parejas de la temperatura de tratamiento (logaritmo de la textura de la zanahoria).

F_0 (I)	F_0 (J)	Diferencia medias (I-J)	entre Significación n
1,10	2,58	0,0291	0,070
2,58	4,60	0,0300	0,050
4,60	1,10	-0,0511*	0,000

Basado en las medias observadas

*La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 7. Resultados de la prueba DMS de comparaciones múltiples por parejas del F_0 (logaritmo de la textura de la zanahoria).

Es importante señalar que los resultados relacionados con la calidad del producto, deben ser comprobados con estudios de análisis sensorial, en los que, a través de un panel de catadores, se compruebe si

efectivamente las diferencias encontradas instrumentalmente, son detectadas por el consumidor.

4. CONCLUSIÓN

En base al análisis estadístico realizado a los datos de color del atún y textura de la zanahoria, lo más recomendable sería tratar el producto a 118 °C, debido a que a esta temperatura, tanto el valor de L* (claridad del atún) como el logaritmo de la textura de la zanahoria, son mayores. Esto indica que, dentro del intervalo de temperaturas y tiempos estudiados, ambas características dependen más del tiempo de tratamiento que de la temperatura a la que se trate el producto.

Dado que no se encontraron diferencias en el color del atún debidas a la intensidad de los tratamientos aplicados, y en cuanto a la textura, sólo se observaron diferencias entre los tratamientos extremos, podrían recomendarse como adecuados los de mayor intensidad ($F_0 = 4,6$ min), debido a su mayor grado de seguridad y su reducido impacto sobre la calidad.

Las condiciones de almacenamiento, son un factor importante a tener en cuenta en el diseño de un proceso térmico para una conserva, en este estudio se ha puesto de manifiesto una vez más, la influencia que tienen las altas temperaturas de almacenamiento en la degradación del color.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Van Loey, A., Hendrickx, M., De Cordt, S., Haentjens, T. y Tobback, P. 1996. Quantitative evaluation of thermal processes using time-temperature integrators. *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 7. 16-26.
- [2]. Abbatemarco, C. y Ramaswamy, H.S. 1994. End-over-end thermal processing of canned vegetables: Effect on texture and color. *Food Research International*. 27, 327-334.
- [3]. Banga, J.R., Alonso, A.A., Gallardo, J.M., Pérez-Martín, R.I. 1993. Kinetics of thermal degradation of thiamine and surface colour in canned tuna. *Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*. 197, 127-131.
- [4]. Khayat, A. 1973. Some observations on the color measurement of canned tuna. *Journal of Food Science*. 38, 716-717.
- [5]. Little, A.C. 1969. Reflectance characteristics of canned tuna. 1. Development of an objective method for evaluating color on an Industry-wide basis. *Food Technology*. 23, 1301-1304.
- [6]. Bourne, M.C. 1987. Effect of blanch temperature on kinetics of thermal softening of carrots and green beans. *Journal of Food Science*. 52(3), 667-668 y 690.
- [7]. Ramesh, M.N., Sathyanarayana, K., y Girish, A.B. 1996. Kinetic modeling of vegetable cooking at 100°C. *Journal of Texture Studies*. 27, 257-264.
- [8]. FDA (1990). Canned Tuna. Food and Drug Administration Standards of Identity. Washington.

MODELANDO CAMBIO ORGANIZACIONAL

Humberto R. Álvarez A¹., Ph. D., Thomas J. Crowe², Ph. D.,
José Luis Zayas-Castro³, Ph.D.
Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales
halvarez@utp.ac.pa

² University of Missouri-Columbia
Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering
CroweT@missouri.edu

³University of South Florida
Department of Industrial and Management Systems Engineering
zayascastro@usf.edu

RESUMEN

En este trabajo se propone un modelo que permite a las organizaciones implantar iniciativas de cambio con una mejor perspectiva de éxito. El Modelo de Influencias para el Cambio Organizacional – IMOC- se los procesos dinámicos que ocurren dentro de una organización utilizando un enfoque sistémico. Las relaciones de IMOC se presentan como un modelo de dinámica de sistemas. Su impacto como herramienta de decisiones que permite estudiar, analizar y aprender sobre cambio organizacional desde una perspectiva multidimensional.

Palabras claves: cambio organizacional, modelación, dinámica de sistemas, análisis sistémico, sistemas complejos.

ABSTRACT

This research proposes a model to help organizations implement change initiatives with an increased likelihood of success. The Influence Model for Organizational Change – IMOC - was developed with the hope of better demonstrating the dynamics that take place in the organization by using a systems engineering view. A systems dynamic model was developed in order to represent IMOC as a dynamic change system. The impact of IMOC as a decision tool is that it is oriented towards studying, analyzing and learning about organizational change from a multidimensional perspective.

Key words: organizational change, modeling, systems dynamic, systems analysis, complex systems.

1. INTRODUCCIÓN

Amburgey, et al., (1993) definen la organización como un “sistema estructurado de rutinas inmerso en una red de interacciones con el ambiente externo (p. 52)”, Gharajedaghi, (1999) la define como una “asociación voluntaria de miembros con un propósito, quienes manifiestan un fin y medios comunes (p.12).”

Tradicionalmente las organizaciones se han visto como una serie de funciones separadas de tal manera que se supone la aditividad en el comportamiento de las

diferentes áreas y departamentos (Wu, 1994).

Pero no es posible analizar el comportamiento organizacional como la adición o agregado de una serie de comportamientos individuales con el mismo comportamiento en promedio. Es necesario definir la organización como una serie de subsistemas altamente relacionados, todos ellos formando parte de una sola entidad (Wu, 1994).

Para que una organización se desarrolle es necesario que ocurran cambios (Burke, 1994). Una vez reconocida la necesidad de

cambio, es necesario contestar dos preguntas: ¿Qué cambios son necesarios? y ¿Cómo esos cambios pueden afectar a la organización? El contestar esas preguntas se hace indispensable para asegurar el éxito de cualquier iniciativa de cambio (Heller, 2000).

El cambio organizacional puede variar desde un simple proyecto interno a una total y compleja transformación (Harrison, 1994), y se hace crítica e inevitable debido a la naturaleza inestable del ambiente competitivo actual (Spector, 1989). Este cambio tiene como objetivo crear diferencias significativas en la competitividad de las organizaciones, lo que requiere el rediseño de productos, servicios y procesos (Kim, 2000). El reto es crear organizaciones que sean flexibles y adaptables, haciendo posible la supervivencia y crecimiento en tiempos de cambio continuo (Burke and Trahan, 2000). Aunque no existe consenso en la literatura

acerca de lo que es cambio organizacional (Poole, 1998), McAfee and Champagne (1987), definen el proceso de cambio organizacional como “cualquier intento deliberado de modificar el funcionamiento de una organización, o uno de sus principales componentes a fin de mejorar su eficiencia y efectividad (p. 451).” Dos elementos son importantes en esta definición. Primero el cambio organizacional es un proceso deliberado, por lo que se hace necesario planificar el mismo. Segundo, es importante considerar en esta definición la organización como un todo, en otras palabras, como un conjunto de elementos y variables interrelacionados con un propósito común (Gharajedaghi, 1999). El cambio organizacional involucra la transformación de la organización a través del tiempo (Barnett and Carroll, 1995) y puede ser estudiado desde tres dimensiones diferentes: el contexto el contenido y el proceso de cambio tal y como se muestra en la tabla 1.

Proceso del cambio	Contenido del cambio	Contexto del cambio	Elementos afectados	Tipo de cambio
Rutina	Administrativo	Periférico	Elementos transaccionales	Transaccional o continuo
Radical	Tecnológico	Central	Elementos transformacionales	Transformacional o radical

Tabla 1 Taxonomía del Cambio
(Alvarez, 2002)

El contexto del cambio define el por qué se hace necesario el cambio, así como las condiciones en las que el mismo se ejecuta y los elementos a ser afectados, y puede ser medido mediante un diagnóstico de las condiciones ambientales y de la organización.

El contenido del cambio es identificado con las metas y objetivos del cambio y puede ser medido por un análisis longitudinal de la empresa antes y después del proceso de cambio.

Finalmente el proceso de cambio involucra el cómo la organización logra el cambio a través del tiempo.

2. EL ENFOQUE SISTÉMICO EN EL CAMBIO ORGANIZACIONAL

El cambio organizacional ocurre cuando eventos puntuales alteran la situación diaria de una organización (Sastry, 1997, Kelly and Amburgey ,1991), rompiendo la inercia en la misma. Debido a que esos eventos puntuales son múltiples, los diferentes subsistemas que componen la organización están fluctuando de manera permanente,

influyendo y siendo influenciados por el proceso de cambio.

Tal y como se aprecia en la figura 2, la maraña de interacciones que definen el contexto del cambio es tan complicada que

explicar cambio organizacional mediante un modelo simple es imposible.

Sterman (2002) define los sistemas complejos como sistemas que: evolucionan, aprenden, buscan un equilibrio dinámico y rechazan cambios en rutinas.

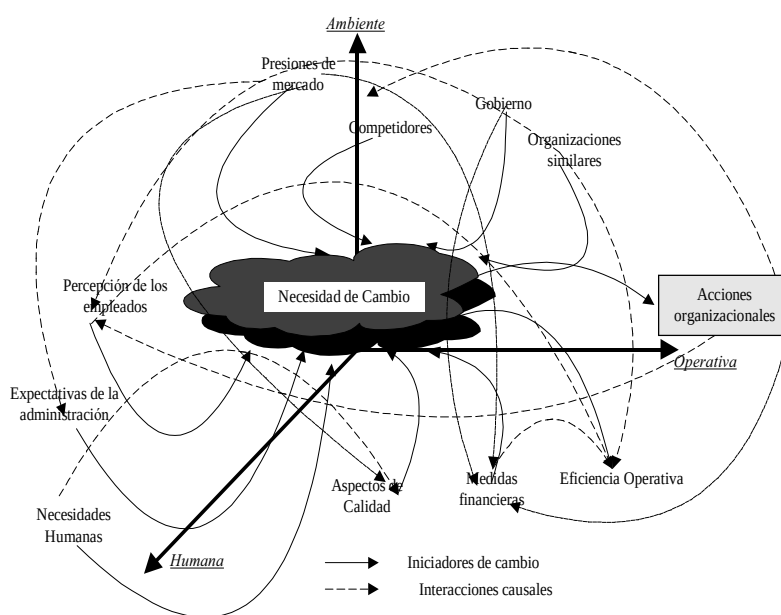


Fig. 2 El cambio como un proceso multidimensional (Zayas, et. al., 2002)

Así, las organizaciones son sistemas sociales complejos ya que tienen dichas características. Debido a que las organizaciones son sistemas sociales complejos, sus respuestas a situaciones definidas es no lineal. En otras palabras, dos subsistemas responderían de manera diferente a problemas similares o posiblemente, el mismo subsistema respondería de manera diferente a una misma situación, dependiendo del contexto de las mismas.

Traducir sistemas sociales complejos a un modelo que sea creíble y apropiado es una tarea no solamente compleja, pero nace como un reto para el estudioso de los procesos de cambio organizacional. Así, por ejemplo Klabbers (2000) reflexiona

sobre las limitaciones de los modelos matemáticos tradicionales al modelar sistemas sociales. Entre ellas se definen el inadecuado o incompleto conocimiento del estado del sistema, limitaciones en la identificación de los componentes del sistemas, el concepto de retroalimentación y las dificultades al modelarla matemáticamente de manera discreta, la falta de datos que no se vean afectados por ruidos o relaciones espurias y la necesidad de una investigación multidisciplinaria en áreas posiblemente no compatibles entre sí. Por otro lado Sterman (2002) afirma que los modelos causales tradicionales se basan en correlaciones entre las variables del sistema, las que a su vez se basan en comportamientos pasados y no representan realmente la estructura del sistema. Como

consecuencia, modelos causales tradicionales no muestran como ocurren las interacciones entre las variables y de que manera un cambio en alguna de ellas afectaría comportamiento futuros del sistema. Los modelos causales tradicionales se basan en la cláusula del *ceteris paribus* (Bal and Nijkamp, 2001) ya que los análisis se conducen asumiendo una pequeña variación en una de las variables independientes y considerando que el resto permanece constante, lo que no va de acuerdo al comportamiento de los sistemas complejos afectando la validez de los resultados y de los modelos mismos.

Giaglis (2001) afirma que debido a la naturaleza compleja y dinámica de las organizaciones, es necesario seleccionar una metodología de modelado que ayude a entender, más que simplemente expresar, la naturaleza de los sistemas. La metodología más propicia es aquella que proporciona un modelo útil (más no necesariamente elegante) que permita explicar las relaciones que se están modelando y sus efectos sobre el sistema. El modelo desarrollado debe incluir no solo elementos involucrados en el proceso de cambio. De integrar también el comportamiento dinámico del cambio, el contexto dentro del cual el cambio se desarrolla y las medidas que permitan evaluar el proceso de cambio organizacional.

3. METODOLOGÍA

A fin de analizar y estudiar problemas organizacionales complejos, DeTombe (2001) desarrolló la metodología COMPRAM la cual utiliza un proceso secuencial para analizar la información recogida. El proceso y metodologías utilizadas durante la investigación se muestran en la figura 3.

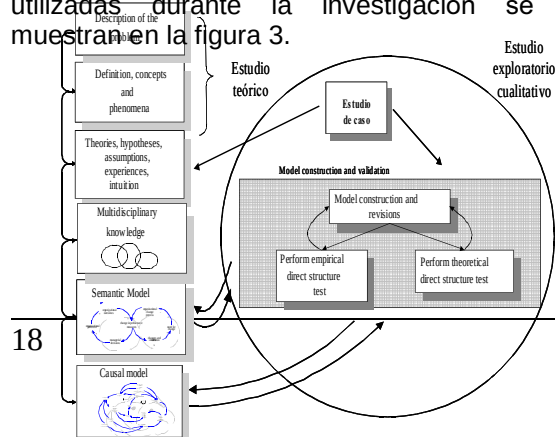


Fig. 3 Metodología COMPRAM
(Álvarez, 2002)

Se escogió la dinámica de sistemas como herramienta de modelado con el objeto de presentar un modelo dinámico del proceso de cambio organizacional. La dinámica de sistemas fue originalmente desarrollada por Forrester (1961) para tratar de explicar las relaciones no lineales que existen en los sistemas organizacionales. Por sus características la dinámica de sistemas permite explicar las diferentes relaciones y estructuras en los sistemas complejos.

Debido a que el modelado de sistemas a través de la dinámica de sistemas es un proceso holístico, es necesario el uso de un enfoque multidisciplinario para el desarrollo del modelo. De esta manera se hace necesario desarrollar una metodología que permita el análisis de un sistema real como un todo, definiendo las diferentes variables, relaciones, causalidades e influencias dentro del sistema. Se escogió el estudio de casos como la metodología a ser utilizada ya que permite analizar situaciones donde los fenómenos son apenas conocidos (Yin, 1994). Para tal efecto se realizó una investigación dentro de una agencia estatal en el Estado de Missouri, Estados Unidos, que presenta características que combinan aspectos de empresa pública con elementos típicos de organizaciones privadas. A través de este estudio se pudieron definir las características y relaciones más relevantes existentes dentro del proceso de cambio organizacional. Dentro del estudio se desarrolló una serie de hipótesis o proposiciones que fueron estudiadas y analizadas a fin de poder modelar el cambio organizacional.

Las fuentes principales de información utilizadas durante el estudio fueron las documentales, información de archivos, la aplicación de una encuesta y la realización de entrevistas. En el caso de la encuesta, la misma fue desarrollada en base a los protocolos establecidos por la literatura (Gummesson, 1991). Este proceso de desarrollo incluyó el estudio del cuestionario por parte de expertos basado en lo encontrado por Burke y Litwin previamente. El cuestionario se aplicó a todo el personal de la agencia recibiendo un 43% de respuestas apropiadas, cifra considerada aceptable ya que la literatura presenta una tendencia a tener porcentaje de respuestas de entre 15 y 20% para estudios similares (Grover, et al., 1995, Grover, 1999).

Finalmente, se realizó un estudio de factores para confirmar la validez del cuestionario utilizado y un análisis de Cronbach para verificar su confiabilidad como instrumento. Ambas pruebas proporcionaron resultados aceptables para el estudio.

4. MODELANDO CAMBIO ORGANIZACIONAL

El presente documento tiene como propósito el presentar un nuevo modelo de cambio organizacional llamado El Modelo de Influencias – IMOC por sus siglas en inglés – que trata de enlazar el contexto, contenido y procesos de cambio con los resultados organizacionales durante y después que las iniciativas de cambio han sido desarrolladas (Zayas-Castro, et al., 2002, Zayas-Castro, et al., 2003).

El marco teórico que sustenta IMOC se basa en la Teoría de la Inercia Estructural de Tushman y Romanelli (en Sastry, 1997) y el modelo inercial para el cambio organizacional presentado por Kelly y Amburgey (1991). Ambos modelos proponen que el cambio radical es generado por acciones puntuales que vencen la inercia organizacional y que la

resistencia al cambio aparece cuando los elementos centrales de la organización se ven afectados. Adicionalmente, el modelo conceptual presentado por Burke y Litwin (1992) el cual sustenta la relación entre las variables transformacionales y transaccionales con los resultados del proceso de cambio.

Adicionalmente, los conceptos de pensamiento sistémico incluidos en el modelo responden a la necesidad de ver la organización, sus actividades, decisiones y resultados como una combinación de relaciones complejas y causalidades en el contexto del ambiente social. Finalmente, los modelos de dinámica de sistemas ayudan a describir dichas relaciones y causalidades.

Los modelos de dinámica de sistemas ayudan a representar sistemas sociales sin las limitaciones de los modelos matemáticos tradicionales (Álvarez, 2002, Klabber, 2000).

IMOC abarca desde una vista global del sistema de cambio, a una visión más detallada de dicho sistema de cambios. Esto es así para poder mostrar que el cambio organizacional no es una actividad aislada, sino un proceso de actividades coordinadas e integradas y de procesos que compiten entre sí por recursos y pertenencia.

El primer nivel de IMOC presenta el cambio organizacional como un conjunto de iniciativas diferentes con un objetivo común: el negocio u organización revisada. Los procesos de cambio se ven limitados por una serie de factores internos y externos que serían constantemente controlados por un conjunto de medidas que serían tanto indicadores de cambio como retroalimentación del sistema.

La figura 4 muestra el diagrama de lazo del primer nivel de IMOC, considerando las diferentes dimensiones que participan en el proceso de cambio.

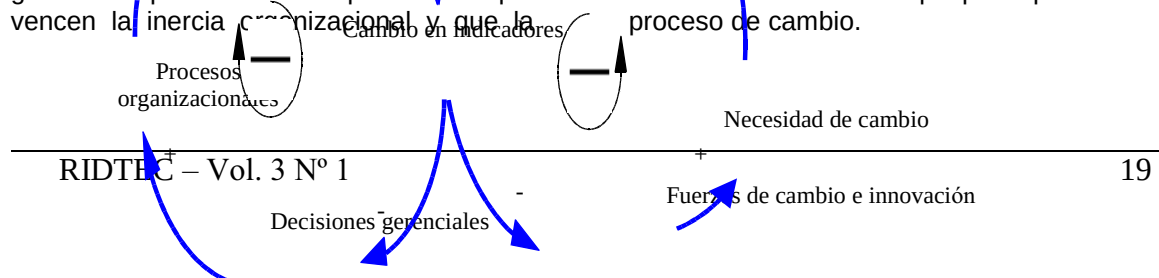


Fig. 4 Diagrama causal de la vista física global del sistema de cambio.
(Alvarez, 2002)

Tal y como se ve en la figura 4, las fuerzas que generan cambio e innovación, tanto externas como internas, crean una necesidad de cambio. Esta necesidad de cambio genera procesos de cambios tácticos y estratégicos. A mayor necesidad de cambio, mayor es el impacto de los procesos en cambio definidos por la organización. Un cambio exitoso genera cambios positivos en los indicadores de funcionamiento y operacionales de la organización.

Por otro lado y gracias a los procesos de retroalimentación existe una relación

inversa entre los resultados del cambio y las acciones a seguir.

Cambios positivos en las medidas operacionales pueden generar que disminuyan en la administración los deseos generar nuevas acciones ya que la administración puede sentirse conforme con los resultados y pueda no atreverse a cambiar las condiciones que generaron dicho cambio positivo.

La figura 5 muestra las variables que tendrán un efecto importante en el cambio de los indicadores. Cabe señalar dos aspectos importantes en dicha figura.

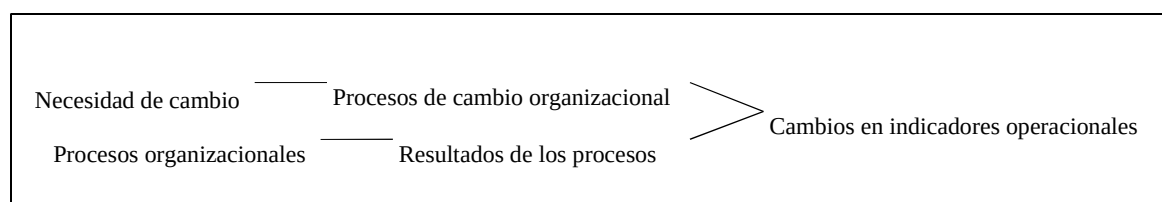


Fig. 5 Relaciones causales de cambio en indicadores
(Alvarez, 2002)

Por un lado la importancia de tener a mano información confiable y válida acerca de los resultados de los procesos de cambio que se estén dando en cualquier momento

dentro de la organización y por la otra, el haber definido con suficiente profundidad tanto los procesos que han de ser

cambiados como los procesos mismos de cambio.

El segundo nivel de IMOC, mostrado en la figura 6, presenta una visión del sistema de control de las acciones y decisiones que se crean cuando una decisión sobre cambio es tomada.

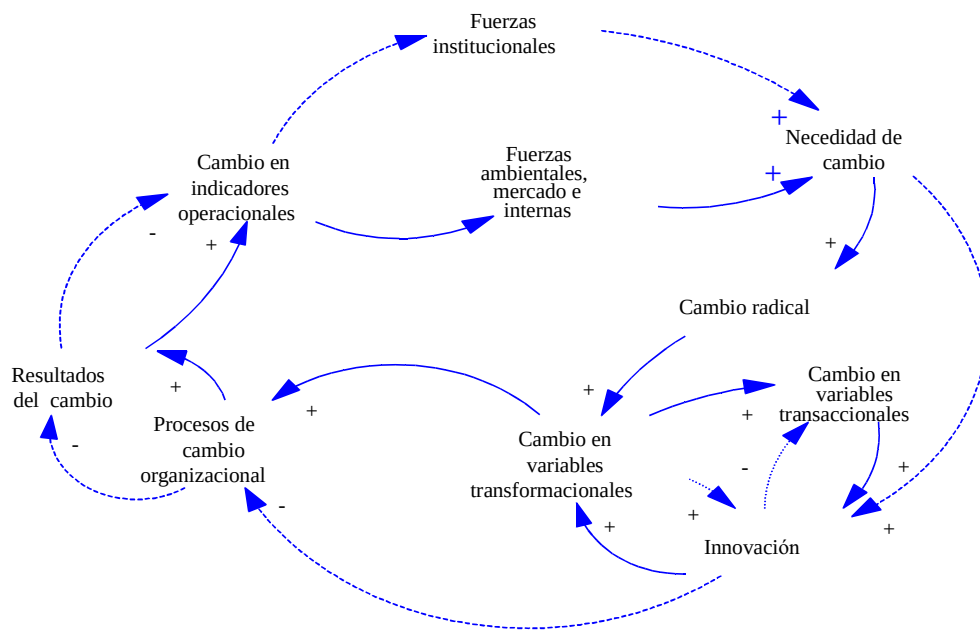
Las fuerzas de cambio e innovación motivan y presionan por cambio, creando la necesidad del mismo. La necesidad de cambio se traduce en una serie de iniciativas de cambio que pueden clasificarse como innovaciones o cambio radical. El modelo supone que mientras que fuerzas ambientales e internas tienden a generar cambios transformacionales, las fuerzas institucionales tienden a motivar innovaciones específicas dentro de la organización. De acuerdo al modelo, una vez la necesidad de cambio ha sido identificada, se crea la necesidad a innovar. Será necesario entonces que se genere un plan para implantar el cambio identificando si se requieren cambios radicales o incrementales que involucren cambios en variables transformacionales o transaccionales respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, el cambio puede crear la necesidad de innovaciones. El modelo propone que la adopción de innovaciones sin un cambio real, o la conciencia de la necesidad de un cambio real, modificaría las rutinas diarias y los resultados operativos. Es más, en ciertos casos la adopción de innovaciones requiere cambios profundos para los cuales no se habían identificado estrategias para asegurar el mismo. En estos casos el modelo sugiere que la inercia permitiría que la organización operase con la nueva adopción por cierto tiempo sin implantar el cambio necesario. Sin embargo después de cierto tiempo la organización comenzaría a disminuir sus resultados esperados.

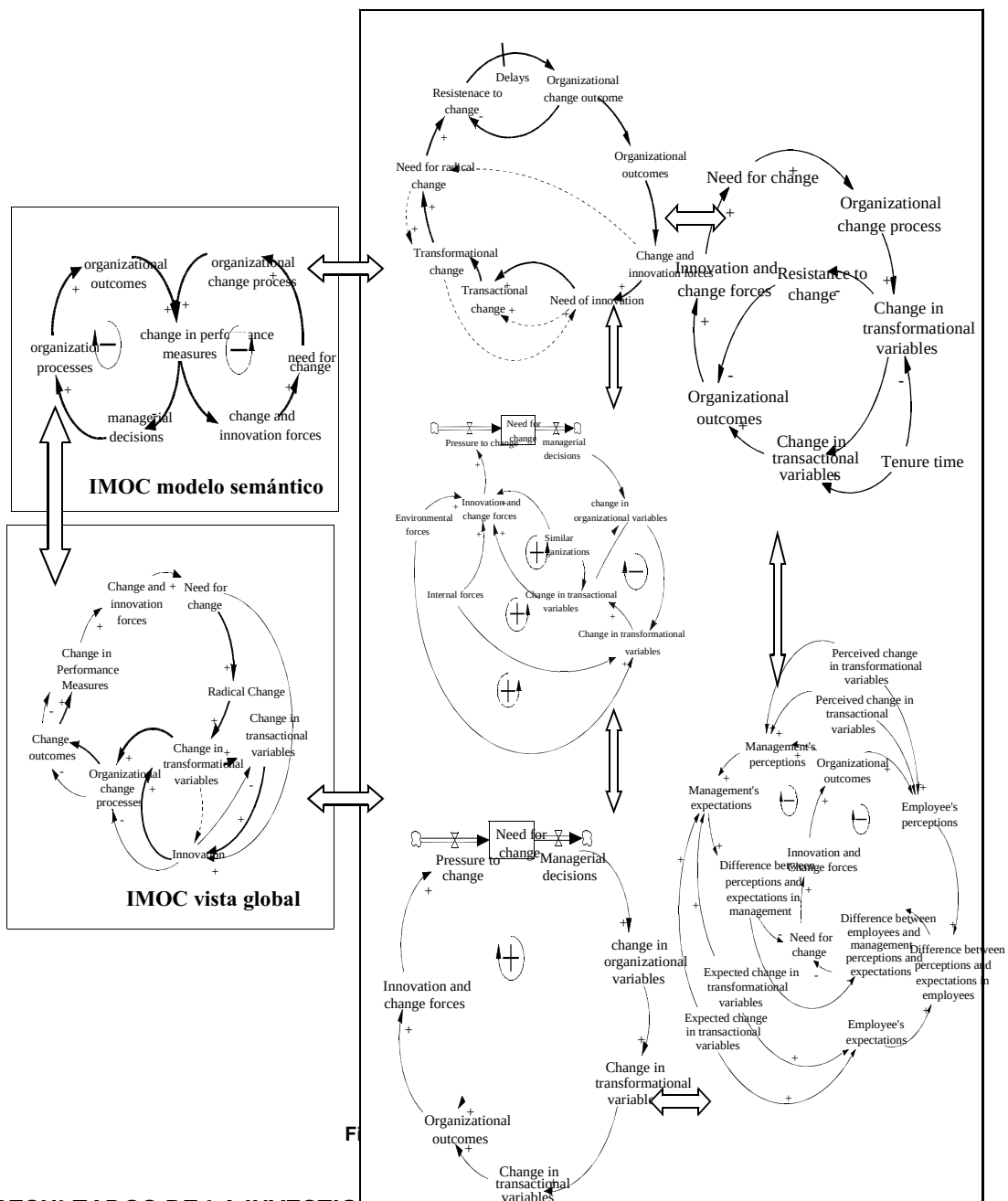
Es posible obtener varios modelos derivados de este nivel de IMOC. Estos sub modelos enlazan variables que están presentes tanto en los modelos semánticos presentados, como en las variables incluidas en dichos modelos.

La figura 6 muestra los diferentes niveles de IMOC integrados de tal manera que se muestran las interrelaciones existentes entre dichos niveles y las variables definidas durante el proceso de investigación.

Tal y como se muestra, el proceso de modelado del cambio organizacional inicia con el modelo semántico. Este describe de manera general el proceso de cambio organizacional. Las macro variables que aparecen en este nivel del modelo aparecen conectadas a través de relaciones causales. Estas relaciones crean una representación cíclica de los elementos influyentes durante el cambio organizacional. El modelado inicia con la selección de una de las variables y desarrollando un análisis hacia adelante o hacia atrás, para así estudiar como la variable seleccionada afecta otras variables y es a su vez, afectada en estas relaciones. IMOC permite navegar entre los diferentes niveles del modelo para ver con mayor detalle como un determinado factor influencia el proceso de cambio organizacional y así poder determinar, con anticipación, las estrategias a seguir para maximizar las posibilidades de éxito de las diferentes iniciativas de cambio organizacional.



**Fig. 6 Vista global de IMOC
(Alvarez, 2002)**



5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tal vez el resultado más importante de esta investigación es el hecho de que el proceso

discretos, lo que va en contra del modelo tradicional de cambio presentado por Lewin

en los 1950's y que ha servido de base para el desarrollo teórico de las diferentes escuelas de cambio organizacional. El cambio organizacional está definido por una serie de elementos, procesos y actividades altamente complejos que evolucionan con el tiempo. El cambio no ocurre de manera individual, pero como una serie de actividades paralelas que continuamente compiten por recursos, relevancia y poder y que están fuertemente influenciadas por las actitudes y creencias de los individuos. Así, y tal como lo propone IMOC, cambio no debe verse como uno o varios procesos independientes, más bien como un sistema de interrelaciones en constante evolución. IMOC permite definir las fuerzas que motivan e impulsan el cambio.

Considerando dichas fuerzas dentro de cualquier iniciativa de cambio permiten el desarrollo de un plan proactivo que minimice los riesgos posteriores. El conocer y aprender de experiencias previas, así como el efecto de retrasar políticas de cambio es importante. Experiencias no muy positivas, así como retrasos innecesarios provocan resistencia al cambio la que, si no se combate a tiempo, resultará en barreras que impidan el desarrollo de estrategias y cumplimiento de objetivos y metas.

El uso de la dinámica de sistemas como herramienta para desarrollar y expresar IMOC permite el análisis de los efectos que las variables que influyen en el sistema de cambio a través del tiempo.

El refinamiento, extensión y generalización de IMOC son los siguientes pasos a seguir en este proceso. Para tal efecto será necesario, por un lado el desarrollo de modelos de dinámica de sistemas que permitan simular dinámicamente el sistema de cambios.

Por otro lado, es necesario un meta análisis a fin de poder extender los modelos a diferentes áreas y situaciones a fin de poder generalizar IMOC y desarrollar de manera más precisas las expresiones funcionales que regirán el sistema de cambios modelado por IMOC. Para terminar, el uso

de la dinámica de sistemas presenta una oportunidad interesante para entender los diferentes procesos que involucran relaciones complejas humanas y tecnológicas. Un ejemplo sería el modelado de cadenas de suministro de múltiples niveles con relaciones estocásticas. Esta es un área de investigación que pudiera expandirse a partir del uso de esta herramienta, la cual junto a las experiencias y caracteres típicos de un modelo como IMOC, ayudaría a desarrollar expresiones y modelos que puedan tratarse y manejarse de manera más sencilla y que permitan también explicar y ayudar a pronosticar posibles comportamientos de dichos sistemas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alvarez, Humberto R. (2002) *A diagnostic investigation and a corrective model for implementing change in response to innovation*, University of Missouri – Doctoral Dissertation.
- [2] Amburgey, Terry L., Dawn Kelly, and William P. Barnett (1993), "Resetting the Clock: The Dynamics of Organizational Change and Failure," *Administrative Science Quarterly*, v. 38, n. 1, pp. 51-73.
- [3] Ancona, Philip, Alan Meyer, Kathleen Eisenhardt, Kathleen Carley, and Andrew Pettigrew (1999) "Applications of Complexity Theory to Organization Science," *Organization Science*, v. 10, n. 3, May-June, pp; 233-236.
- [4] Bal, Frans, and Peter Nijkamp (2001) "In Search of Valid Results in Complex Economic Environment: The Potential of Meta-Analysis and Value Transfer," *European Journal of Operational Research*, v. 128, n. 2, pp. 364-384.
- [5] Barnett, William P., and Glenn R. Carroll (1995) "Modeling Internal Organizational Change," *Annual Review of Sociology*, v. 21, pp. 217-236.
- [6] Burke, W. Warner (1994) "Diagnostic Models for

- Organization Development,” in Ann Howard and Associates (Ed.), *Diagnosis for Organizational Change: Methods and Models*, The Guilford Press, New York.
- [7] Burke, W. Warner, and George H. Litwin (1992) “A Causal Model of Organizational Performance and Change,” *Journal of Management*, v. 18, n. 3, pp. 523-545.
- [8] Burke, W. Warner, and William Trahan (2000) *Business Climate Shifts: Profiles of Change Makers*, Butterworth-Heinemann, U. S. A.
- [9] DeTombe, Dorian J. (2001) “Compram, A Method for Handling Complex Societal Problems,” *European Journal of Operational Research*, v. 128, n. 2, pp. 266-261.
- [10] Forrester, Jay W. (1961) *Industrial Dynamics*, The M. I. T. Press – Massachusetts Institute of Technology and John Wiley & Sons, Inc., U. S. A.
- [11] Gharajedaghi, Jamshid (1999) *Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity. A Platform for Designing Business Architecture*, Butterworth – Heinemann, Boston
- [12] Giaglis, George M. (2001) “A Taxonomy of Business Process Modeling and Information Systems Modeling Techniques,” *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, v. 13, n. 2, pp. 209-228.
- [13] Grover, Varun (1999) “From Business Process Reengineering to Business Process Change Management: A Longitudinal Study of Trends and Practices,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 46, n. 1, February, pp. 36-46.
- [14] Grover, Varun, Seung Ryul Jeong, William J. Kettinger, and James T. C. Teng (1995) “The Implementation of Business Process Reengineering,” *Journal of Management Information Systems*, v.12, n. 1, Summer, pp. 109 – 144.
- [15] Harrison, Michael I. (1994) *Diagnosing Organizations: Methods, Models and Processes*, Sage Publications, London.
- [16] Heller, Trudy (2000) “If Only We’d Known Sooner:” Developing Knowledge of Organizational Changes Earlier in the Product Development Process,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 47, n. 3, August, pp. 335 – 344.
- [17] Jiang, James J., Marion G. Sobol, and Gary Klein (2000) “Performance Ratings and Importance of Performance Measures for IS Staff: The Different Perceptions of IS Users and IS Staff,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 47, n. 4, November, pp. 424-434.
- [18] Kelly, Dawn, and Terry L. Amburgey (1991) “Organizational Inertia and Momentum: A Dynamic Model of Strategic Change,” *Academy of Management Journal*, v. 34, n. 3, pp. 591-612.
- [19] Kim, Hee-Woong (2000) “Business Process Versus Coordination Process in Organizational Change,” *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, v. 12, n. 4, October, pp. 275-290.
- [20] Klabbers, Jan H. G. (2000) “Learning as Acquisition and Learning as Interaction,” *Simulation & Gaming*, v. 31, n. 3, September, pp. 380-406.
- [21] McAfee, R. Bruce, and Paul J. Champagne (1987) *Organizational Behavior: A Manager’s View*, West Publishing Co., U. S. A.
- [22] Poole, Peter P. (1998) “Words and Deeds of Organizational Change” *Journal of Managerial*

- Issues*, v. 10 n. 1, Spring, pp.45-59.
- [23] Sastry, M. Anjali (1997) "Problems and Paradoxes in a Model of Punctuated Organizational Change," *Administrative Science Quarterly*, v. 42, pp. 237-275.
- [24] Spector, Bert A. (1989) "From Bogged Down to Fired Up: Inspiring Organizational Change," *Sloan Management Review*, v. 10, n. 4, Summer, pp.29 – 34.
- [25] Sterman, John D. (2001) "System Dynamics Modeling: Tools for Learning in a Complex World," *California Management Review*, v. 43, n. 5, Summer, pp. 8 – 25.
- [26] Wu, Bin (1994) *Manufacturing Systems Design and Analysis. Context and Techniques*, Chapman & Hall, New York.
- [27] Yin Robert K. (1994) *Case Study Research: Design and Methods*, Sage Publications, U. S. A.
- [28] Zayas-Castro, José L., Humberto Alvarez, and Thomas J. Crowe (2003) "Formulating and Modeling the Dynamics of Enterprise Change," *Proceeding of the 2003 Annual Industrial Engineering Research Conference, Institute of Industrial Engineers, Portland, Oregon* (Abstract accepted in December 2002, final paper accepted on February, 2003).
- [29] Zayas-Castro, José L., Thomas J. Crowe, and Humberto Alvarez (2002) "Organizational Change: A Case for More Systematic and Dynamic Modeling," *Proceedings of the 2002 Annual Industrial Engineering Research Conference, Institute of Industrial Engineers, Orlando, Florida*, May 18-22, 10 pages, CR-ROM published.
- [30] Humberto R. Álvarez A.: Profesor titular de Ingeniería Industrial y Director del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales de la Universidad Tecnológica de Panamá. Ingeniero Mecánico Industrial de la Universidad Tecnológica de Panamá, M. Sc., y Ph. D. en Ingeniería Industrial en la Universidad de Missouri - Columbia. Miembro de Institute of Industrial Engineers, INFORMS y la Sociedad de Honor TBII.
- [31] Thomas J. Crowe: Profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas de Manufactura de la Universidad de Missouri-Columbia. Ingeniero Industrial y M. Sc en la Universidad Estatal de Pennsylvania y Ph. D. en la Universidad de Arizona. Consultor privado y presidente del grupo Crowe Industries Inc. Anterior a trabajar en la Universidad de Missouri el Dr. Crowe fue ingeniero en Motorola y GE. Es miembro de Institute of Industrial Engineers, American Society of Engineering Education, NFORMS y de la Sociedad de Honor TBII.
- [32] José Luis Zayas-Castro: Profesor y Director del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas Administrativos en la Universidad del Sur de la Florida – Tampa. Ingeniero Industrial de la Universidad de Puerto Rico, campus de Mayagüez. M. Sc.y D. B. A., Instituto Politécnico de Reanssalar, Nueva York Miembro distinguido del IIE (Fellow), American Society of Engineering Education y además es par evaluador del National Science Foundation (NSF).

SIMULACIÓN ESTADÍSTICA DE UNA LINEA DE ENVASE DE GASEOSAS

Aranzazu Berbey-Álvarez, Tomas Bazán.
aberbey@utp.ac.pa, tbazan@ciar.utp.ac.pa

Universidad Tecnológica de Panamá

Apartado 6-2894, El Dorado, Panamá, República de Panamá

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo modelar una línea de envase de bebida gaseosa utilizando la técnica de simulación estocástica. Los registros de tiempos de proceso de las máquinas y cintas transportadoras de la línea, sirvieron de base para determinar las funciones aleatorias de entrada al modelo de simulación. Seguidamente, se construyó el modelo de simulación y se validó con datos históricos de producción, observándose un adecuado nivel de concordancia.

Palabras claves: Simulación, manufactura, líneas industriales de producción, Técnica de Simulación Montecarlo.

ABSTRACT

This study is aimed at modeling a bottling line of gaseous drinks using stochastic simulation techniques. The data for determining statistical input functions was obtained by sampling processing times of equipments and conveyors of the transportation line. Next, a simulation model was built and validated against historical production records, displaying an adequate level of agreement.

Keywords: Simulation, manufacturing, industrial production lines, Montecarlo Simulation Technique.

1 Introducción.

Este estudio se propuso la simulación estocástica de una línea automatizada de envase de gaseosas, enfocándose en los siguientes objetivos:

1. Estudiar la variabilidad estadística de los tiempos de la línea de envase.
2. Establecer relaciones entre los tiempos de manufactura y parámetros significativos de producción.

La simulación de sistemas industriales es el proceso de diseñar el modelo lógico-matemático de un sistema industrial real y experimentar con él en una computadora con el fin de conocer su funcionamiento y poder tomar decisiones eficientes de producción. Un estudio de simulación, a menudo permite ahorrar importantes recursos al minimizar el factor de riesgo y al facilitar un diseño equilibrado del sistema. [6]

Esto permite la evaluación de diseños alternativos de sistemas de manufactura, de

nuevas opciones de maquinaria, equipos, recursos tecnológicos y nuevas estrategias de producción.

Si estos cambios fueran efectuados en el sistema original resultarían muy costosos, de no resultar los más adecuados u óptimos. Por otro lado, estos no se podrían efectuar si lo que se estudia es un proyecto por realizar. La simulación facilita el estudio de la relación causa efecto a través del cambio de los parámetros que rigen al modelo, lo que permite que se pueda efectuar un proceso de retroalimentación al modelo o sistema de un modo económicamente practicable." [1]

2 Descripción de la línea de envase.

La figura 1 muestra el proceso de envase, iniciando con la máquina despaletizadora (M1) de las cajas desde las tarillas o pallets.

En la desempaquetadora (M2) se separan las 24 botellas vacías por caja, por grupos de 7 cajas. De aquí, las botellas son conducidas a la lavadora de botellas (M3), mientras que

las cajas vacías van a la lavadora de cajas (M8).

El inspector electrónico (I1), detecta botellas sucias, quebradas, con residuos u objetos no deseados. Las botellas verificadas pasan luego a la codificadora de botellas (M4), que imprime el lote, nombre del producto y fecha de expiración. En la llenadora/selladora de botellas (M5) se

inyecta la bebida gaseosa. El control de volumen de llenado se realiza a través del inspector de nivel (I2). La empacadora (M6) introduce 24 botellas de bebida gaseosa en grupos de 7 cajas a la vez. La inspección final se realiza a través del inspector de caja llena (I3), verificando que cada caja contenga 24 botellas. Finalmente, la máquina paletizadora (M7) agrupa tarimas de 42.

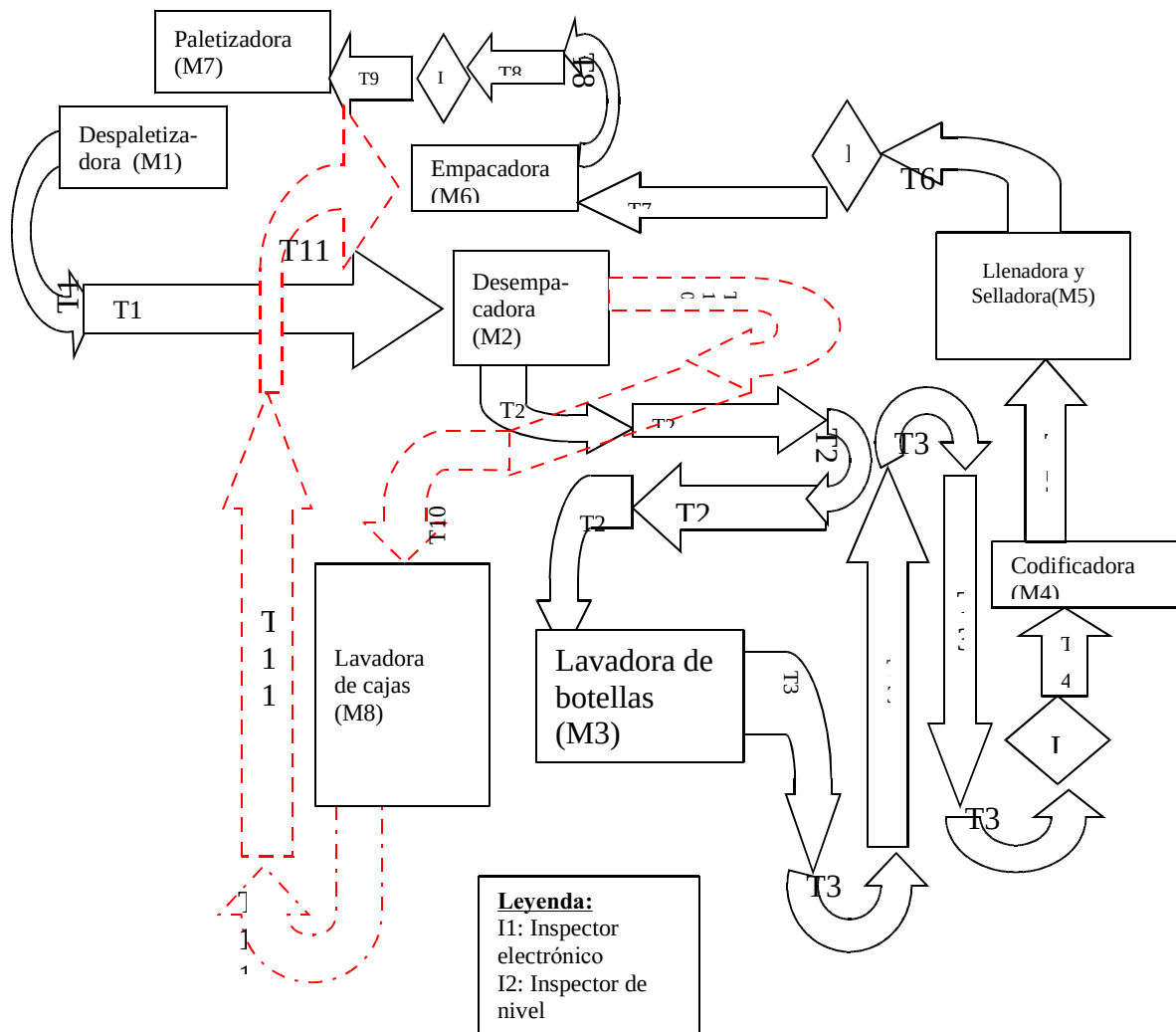
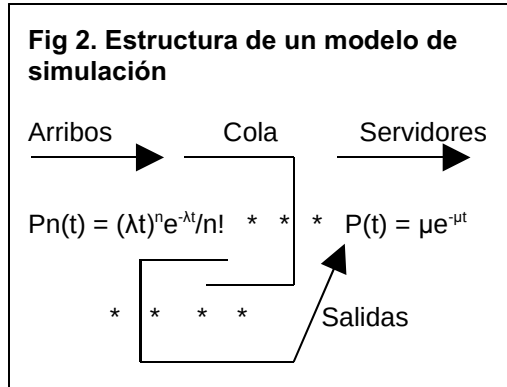


Fig. 1. Mapa esquemático de la línea de envase de bebida gaseosa.

3 Diseño del modelo de simulación.

Para modelar un sistema típico de cola o espera, los programas de simulación usan los cuatro componentes básicos mostrados en la Figura 2, con las siguientes descripciones genéricas:



- ✓ **Arribos:** llegada de poblaciones de clientes, materiales, productos, partes, etc.
- ✓ **Colas:** líneas de espera, cintas transportadoras, etc.
- ✓ **Servidores:** operarios, máquinas, inspectores, centros de atención o de servicio.
- ✓ **Salidas:** partida de poblaciones, revisión.[3]

Se requiere también especificar reglas de entrada y salida para los servidores, disciplinas y capacidades de las colas, y la secuencia e interconexión entre los componentes de la línea.

Considerando el modelo más general, basado en una disciplina de cola "primero que llega, primero atendido", tiempo de atención exponencial con media (μ) y tasa de llegadas Poisson con media (λ), las ecuaciones de probabilidad para un número (n) de clientes en el sistema resultan en:

$$d/dt P_n(t) = \lambda P_{n-1}(t) + \mu P_{n+1}(t) - (\lambda + \mu) P_n(t)$$

$$d/dt P_0(t) = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t)$$

4. Determinación de funciones estadísticas de entrada

Los tiempos de entrada, salida y transición de las botellas o cajas entre servidores se registraron mediante cuatro técnicas de identificación: cintas de colores, botellas de colores, ligas y rechazo por contenido.

Para ajustar funciones estadísticas de entrada a estos tiempos muestreados, se utilizaron las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Ji-cuadrado

La distribución Erlang, representada en la Figura 3, resultó por su grado de complejidad la mejor ajustada a los tiempos de la máquina desempacadora.

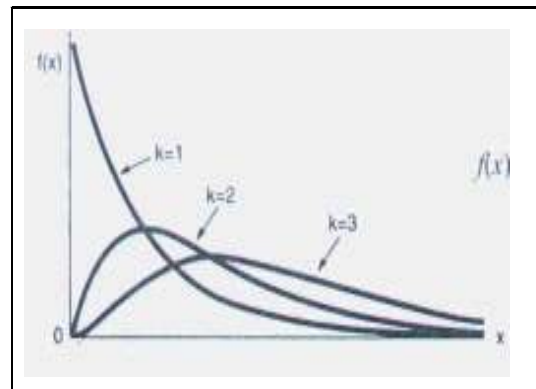


Fig. 3. Gráfica de la función Erlang [5]

Para una media (β) y factor de forma (k), la función Erlang de probabilidad es expresada como:

$$F(x) = \frac{\beta^{-k} (x-a)^{k-1} e^{-(x+a)/\beta}}{(k-1)!} \text{ para } x > 0$$

La Tabla 1 resume las distribuciones estadísticas resultantes para tiempos de entrada a cada uno de los componentes de la línea de envase

Maquina	Nomen- clatura	Cola Siguiete	Tiempo de transferrica (minutos)	Distribución de tiempos de servicios	Parámetros	Error cuadratico
Customer	P	Despale- tizadora	----	NORMAL/0.993/0 .0406	Distribución / media/ desviación estándar	0.1061
Despaletiza- dora	M1	T1	1.12	NORMAL/1.05/0 81	Distribución / media/ desviación estándar	0.0293
Desempaca- dora	M2	T2	1.20	ERLANG/0.6/0.13 1/3	Distribución / media exp/ factor de forma / parámetro de colocación	.00888
Lavadora de botellas	M3	T3	1.25	CONSTANT/1	-----	-----
Inspector electrónico	I1	T4	1.05	CONSTANT/1.12	-----	-----
Codificadora	M4	T5	1.00	CONSTANT/1.12	----	-----
Llenadora/ selladora	M5	T6	1.19	CONSTANT/1.12	-----	-----
Inspector de nivel	I2	T7	1.19	CONSTANT/1	-----	-----
Empacadora	M6	T8	1.19	NORMAL/0.946/0 .214	Distribución / media/ desviación estándar	0.010462
Inspector de caja llena	I3	T9	1.19	CONSTANT/1	-----	-----
Paletizadora	M7	----	-----	NORMAL/1.23/0. 108	Distribución / media/ desviación estándar	0.0181
Lavadora de Cajas	M8			TRIANGULAR/3.5 /3.93/4.7	Distribución/ Mínimo/ modo/ máximo	0.02634

Tabla 1. Distribuciones estadísticas de la línea de envase

Se puede apreciar que las distribuciones estadísticas representativas de los tiempos de procesamiento de la línea de envase son predominantemente normales. Solo la despacadora presenta una distribución ajustada de tipo Erlang, mientras que la lavadora de botellas, el inspector electrónico, la codificadora, la llenadora/selladora y el inspector de nivel se manejan con tiempos constantes de entre 1.00 a 1.12 minutos.

5. Resultados y conclusiones de la simulación

La simulación de la línea de envase se realizó mediante algoritmos computacionales, integrando las funciones estadísticas de entrada de cada componente. En la Fig. 6 se puede apreciar la adecuada concordancia de los resultados de la simulación con los rangos históricos de producción de la máquina paletizadora,

para períodos estables de producción, todos de 7 horas de duración.

La simulación arrojó resultados favorables en el modelado del circuito principal de la línea a envase, constituido por las máquinas despaletizadora, paletizadora, despacadora y empacadora. Esto es evidente en las bajas significancias de los errores de ajuste de datos a las distribuciones estadísticas mostrados en la Tabla 1.

Similarmente, en la Tabla 2 se aprecia como la variabilidad de los tiempos de servicio del circuito principal cae dentro del rango de una desviación estándar. Esto representa un reflejo de la adaptabilidad de las distribuciones encontradas a las mediciones. En los casos de la empacadora y la paletizadora,

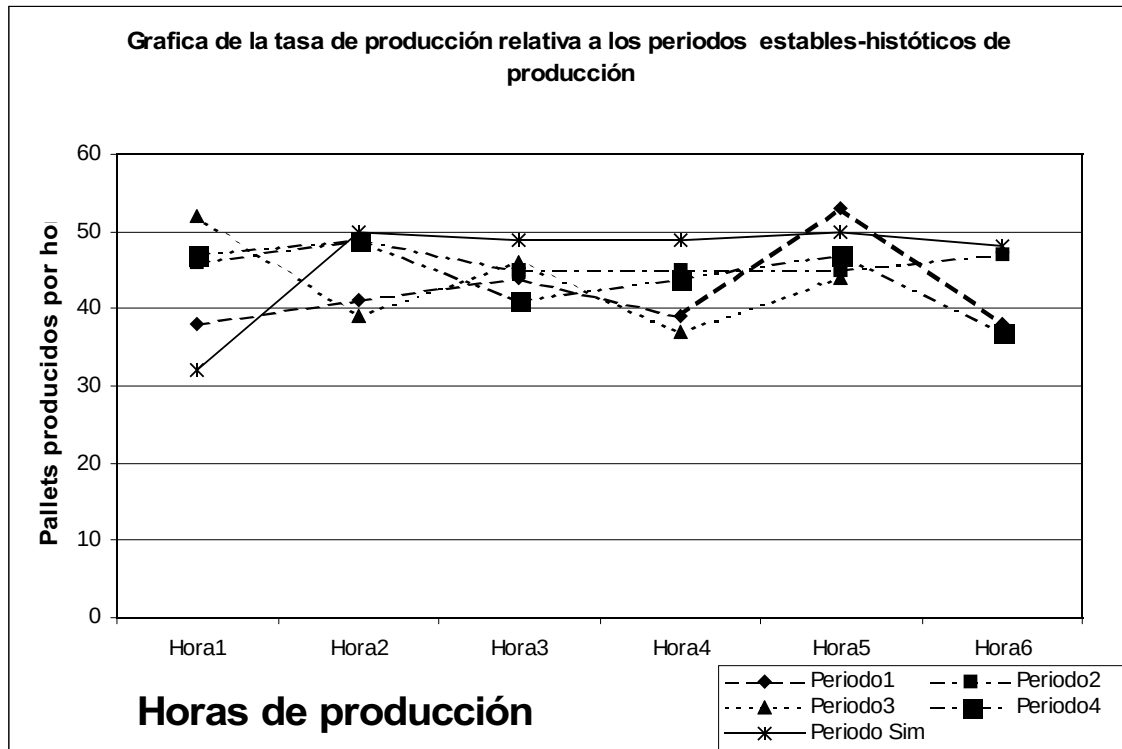


Fig 6. Comparación entre periodos simulados e históricos de producción

Maquina	Nomenclatura	Distribución estadística de tiempos de servicio (min)	Intervalos (min)		Capacidad nominal de producción (min)
			Máximo	Mínimo	
Despaletizadora	M1	NORMAL/1.05/0.081	0.969	1.131	1.15
Desempacadora	M2	ERLANG/0.6/.131/3	-----	-----	1.15
Lavadora de botellas	M3	CONSTANT/1	-----	-----	0.992
Llenadora/selladora	M5	CONSTANT/1.12	-----	-----	0.892
Codificadora	M4	CONSTANT/1.12	-----	-----	0.892
Empacadora	M6	NORMAL/0.946/0.214	0.732	1.16	1.15
Paletizadora	M7	NORMAL/1.23/0.108	1.122	1.338	1.15
Inspector electrónico	I1	CONSTANT/1.12	-----	-----	1.12
Inspector de nivel	I2	CONSTANT/1	-----	-----	1
Inspector de caja llena	I3	CONSTANT/1	-----	-----	1

Tabla 2. Tiempos de servicio de acuerdo a las distribuciones estadísticas de entrada y a capacidades nominales de producción.

podemos apreciar claramente como el valor de diseño de 1.15 minutos/pallets es “atrapado” o esta dentro de la serie de valores de las distribuciones normales en cada una de estas máquinas, de más o menos una desviación estándar. Es observable igualmente, la cercana aproximación entre las capacidades constantes muestreadas y las capacidades nominales de producción de las máquinas lavadora de botellas, llenadora/selladora, y codificadora.

6. Avances en técnicas de simulación de la producción.

En el mercado existen una gran variedad de herramientas y aplicaciones interesantes para el modelado de sistemas productivos utilizando técnicas de simulación. Una alternativa probada con éxito, y cuyos resultados tienen un alto nivel de detalle, es la utilización de forma cooperativa de algoritmos genéticos y algoritmos de flujos en redes junto con modelos de simulación, de forma que cada uno actúe sobre aquellos aspectos en los que presenta una clara ventaja competitiva.[7] Otra alternativas consiste en el desarrollo de herramientas computacionales basadas en Redes de Petri Coloreadas[8], [9] consideradas como una de las técnicas mas completas para el modelado de sistemas de producción.

7. Referencias:

- [1] Gasteazoro, Alex. La Simulación Como Herramienta De La Ingeniería Industrial. Universidad de Panamá.1980. Pág. 8.
- [2] Prawda, Juan. METODO Y MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES VOLUMEN 2, Limusa, 1986. Pág. 324.
- [3] Yih Long Chang. Winqsb. John Wiley and sons, 1998.
- [4] Barbey-Álvarez, Aranzazu. Simulación de una línea de envase de bebida gaseosa en la Cervecería Nacional. UTP.2003.
- [5] W. Kelton, R. Sadowski, D. Sadowski, Simulation with Arena. Mc Graw Hill. Second Edition. 2002
- [6] A. Guasch, M. A. Piera,., ACTIVIDADES DE

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL AMBITO DE LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES. UPC/UAB. 2001

- [7] F. Quintana, A. Ortega, C. Creus del Campo. COOPERACIÓN ENTRE SIMULACIÓN, ALGORITMOS GENETICOS Y ALGORITMOS DE FLUJOS EN REDES: APLICACIÓN A UN CASO REAL DE PLANIFICACIÓN DIA A DIA. UPM/UCM. 2001
- [8] M. Farias, M. Piera i Eroles. SISTEMA AUTOMATICO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA UNA CELULA FLEXIBLE DE FABRICACIÓN. UAB. 2001
- [9] A. Zimmermann, K. Dalkowski, G. Hommel. A CASE STUDY IN MODELING AND PERFORMANCE EVALUATION OF MANUFACTURING SYSTEMS USING COLORED PETRI NETS in 8th European Simulation Symposium.1996.

EL PLUTÓN DE CERRO AZUL Y SU RELACIÓN CON LOS ORÍGENES DEL ISTMO DE PANAMÁ

Tisla de Destro
Universidad Tecnológica de Panamá
Apartado 6-2894, El Dorado, Panamá, Rep. de Panamá
tisla.destro@utp.ac.pa

RESUMEN

El Plutón de Cerro Azul tiene estrecha relación con los orígenes del Istmo de Panamá y con el “eslabón ístmico” centroamericano. Actualmente el tema es de interés para la comunidad científica internacional y en consecuencia para los interesados en el desarrollo del turismo científico en Panamá. La Universidad Tecnológica de Panamá (U.T.P.), en la década de los 80, investigó algunos aspectos de éste cuerpo geológico y con éste ensayo retoma el tema. Se presenta la ubicación, la geomorfología y la hidrografía del área investigada además de la descripción genérica de la historia geológica del Istmo de Panamá y su relación con el Plutón de Cerro Azul para concluir analizando la relación del Istmo de Panamá con el “eslabón ístmico”

Palabras claves: Eslabón ístmico, plutón, arco isla, basamento, magma toleítico

ABSTRACT

The “Pluton of Cerro Azul” has a tight relation with the origins of the Isthmus of Panama and with the “link isthmico” central american. At present the theme is of interest for the international scientific community and consequently for them interested in the development of the scientific tourism in Panama. The Universidad Tecnológica de Panamá (U.T.P.), in the decade of the 80's, investigated some aspects of this geological body and with this essay takes up again the theme. The location is presented, the geomorphology and the hydrography of the area investigated, as well as the generic description of the geological history of the Isthmus of Panama and its relation with the “Pluton of Cerro Azul” to conclude thinking with relation to the importance of the Isthmus of Panama in the “link isthmico”.

Keywords: Link Isthmico, pluton, arch island, basement, magma toleítico.

1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones geológicas realizadas en el Istmo de Panamá generalmente se vinculan con necesidades relacionadas con la construcción del Canal y con las exploraciones de minerales metálicos y no metálicos. Sin embargo, existe un gran número de investigaciones científicas del Istmo Centroamericano que incluyen al Istmo de Panamá, en donde se refleja la importancia del Istmo de Panamá desde el punto de vista geológico.

El tema tratado en éste documento responde a la curiosidad científica del autor en busca de evidencias geológicas que expliquen los procesos geológicos

generales que dieron origen al Istmo de Panamá.

La investigación fue concluida en el año 1986[1] pero adquiere vigencia actual, en el contexto de la I+D:

- Por la importancia que tiene el fenómeno para el turismo de tipo científico toda vez que el cuerpo intrusivo de Cerro Azul despierta interés para investigadores. En modo particular mencionamos a investigadores de Columbus State University, con quienes intercambiamos información por estar ellos investigando el mismo cuerpo geológico, pero en

localidad diferente (Río Mamoní) [2];

- Porque las rocas plutónicas que se han ubicado a través de este estudio, son potenciales fuentes de explotación de materiales para la construcción.

2. HIPÓTESIS

Panamá es un “arco isla”, con basamento de rocas básicas y ultra básicas, originadas a partir de un magma toleítico. Dataciones radiométricas del cuerpo plutónico, que se introduce en las rocas del basamento, lo ubican cronológicamente en la era geológica en que se formó el Istmo de Panamá por lo que se deben encontrar en él, las evidencias de los orígenes del Istmo y del verdadero “eslabón ístmico”

3. METODOLOGÍA

Luego de sustentar ante las autoridades de la UTP los motivos de esta investigación, se realizaron los tramites ante el Ministerio de Comercio e Industrias, para obtener, en 1983, la Concesión Minera que otorgó a la Universidad Tecnológica de Panamá, los derechos de exploración geológica con fines de investigación en una extensión de 20,251 hectáreas, en correspondencia con el área de interés de ésta investigación.

En el área de la concesión minera, trabajando a escala 1:5,000, se hicieron los levantamientos geológicos con las correspondientes recolección de muestras de rocas representativas. Los análisis químicos y petrográficos de algunas muestras de rocas debidamente seleccionadas, se realizaron en la Dirección de Recursos Minerales. Estas informaciones fueron analizadas y utilizadas para la confección del correspondiente mapa geológico y para obtener las conclusiones y recomendaciones del Informe Técnico del Estudio del Plutón de Cerro Azul.

4. UBICACIÓN Y ACCESO DEL ÁREA ESTUDIADA

El área estudiada, correspondiente a una parte de la concesión minera otorgada a la UTP, que fue denominada, para efectos de éste estudio, “Área al Sur del Lago Cerro Azul”, tiene una extensión de 52.5 kilómetros cuadrados y se ubica en la Provincia de Panamá, Distrito de Panamá, en los corregimientos de Pedregal, Tocúmen y Pacora (Hoja topográfica Santa Cruz -Paja Peluda- Panamá, Provincia de Panamá, 4343 III NW escala 1 :25,000) (ver fig.1).

Para el acceso al área se utiliza la carretera principal No.83 de Cerro Azul y las carreteras que van hacia las localidades de Villalobos y Pedregal. Existen además, muchas vías secundarias que permiten el acceso con autos de doble tracción. Toda el área está frecuentemente atravesada por trochas y senderos.

5. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología general del área en estudio, es el resultado de una intensa erosión que ha puesto al descubierto un gran porcentaje de rocas plutónicas, eliminando, casi totalmente, el techo del plutón.(fig. 2)

La parte Norte de la zona en estudio, es un área montañosa, con elevaciones hasta de 700 m.s.n.m. cortada por valles profundos y angostos mientras que, en la parte Sur, se observan frecuentemente colinas que alcanzan hasta los 400 m.s.n.m. Los suelos son arcillosos y son el resultado del fuerte intemperismo de tipo químico de los silicatos típicos de rocas ígneas (ácidas y básicas) que se encuentran en el área. Es frecuente observar profundas cicatrices de movimientos de masas. Los afloramientos de rocas sanas del plutón y de las rocas del basamento ígneo, se localizan en el fondo de los valles en correspondencia de los cauces de los ríos

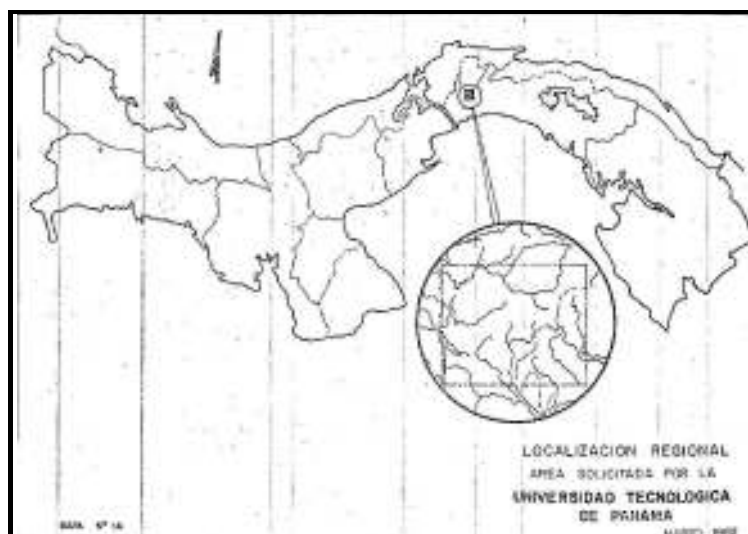


Figura N° 1. Mapa de Localización

6. HIDROGRAFIA

La intensa red hidrográfica del área diseña un drenaje de tipo dendrítico que desemboca en el Océano Pacífico a través de los ríos Cabra, Tocúmen, Tapia y Juan Díaz. En el área también se encuentra el lago Cerro Azul.

La gran cantidad de fallas geológicas que cruzan el área tienen mucha influencia en la hidrografía observándose gran parte de los ríos y afluentes correr en valles subsecuentes.

En la parte Norte del área, la hidrografía se encuentra en fase de juventud observándose ríos con una pendiente longitudinal fuerte y la existencia de rápidos causados por saltos tectónicos o variaciones litológicas.

7. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ORIGEN DEL ISTMO DE PANAMÁ

Durante el periodo Jurásico (hace más de 165 millones de años), como consecuencia de un fenómeno de “arco isla” causado por mecanismos de subducción, se originó una

gran fractura en la corteza oceánica. Ésta fractura se ubicaba en correspondencia del actual Istmo de Panamá. A través de esta fractura se derramó un flujo submarino de magmas toleíticos provenientes del manto terrestre que formaron las rocas básicas y ultra básicas del basamento [3].

En algunas localidades el basamento de magmas toleíticos está cubierto por sedimentos del Campaniano (plano localizado en la parte alta del Cretácico, existente hace más de 65 millones de años) que contienen especímenes de microfósiles indicativos de facies de mares muy profundos como el *Dyctyomitra torquata* FOREMAN [4]. La presencia de estos fósiles y estudios de biofacies asociada a las rocas antiguas del Istmo de Panamá permiten señalar que durante el cretácico superior, en el área que actualmente ocupa el Istmo de Panamá y específicamente en correspondencia a lo que es actualmente la península de Azuero, se formaron islas de origen volcánicas alineadas a lo largo de la

fractura de la corteza oceánica y rodeadas de un mar profundo.

A partir de ese momento y durante el oligoceno (periodo intermedio del terciario, hace más de 26 millones de años) hasta la época actual (hace aproximadamente 300 años), en el Istmo de Panamá se dieron violentos fenómenos de erupciones volcánicas y regresiones marinas que transformaron las antiguas zonas de mar profundo en mares poco profundos. Es en estas condiciones que se formaron las calizas coralinas en proximidad de las antiguas islas. Al darse el cambio de condiciones ambientales (variaciones de profundidades marinas, lejanías o cercanía

de las costas, etc) se dan los correspondientes cambios que dan origen a la variedad litológicos en las rocas sedimentarias que se encuentran asociada a las continuas manifestaciones volcánicas, Estas variaciones de condiciones ambientales y la intensa actividad vulcanica dieron origen a las características "formaciones" (Formación Panamá, Formación Cucaracha, Formación Gatún, etc.).

Durante el terciario medio y superior, surgen cordilleras y se forman depósitos continentales que terminan dando forma y posición el actual Istmo de Panamá.

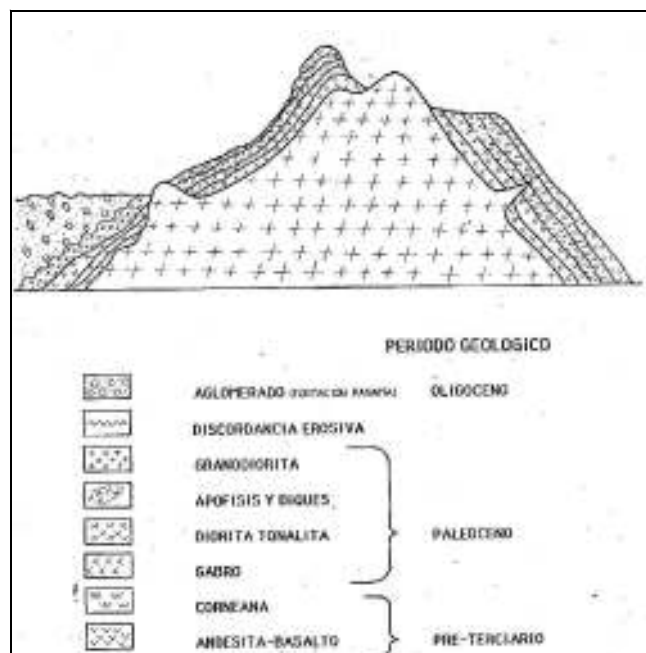


Fig. 2 Esquema del Plutón de Cerro Azul

8. EL PLUTÓN DE CERRO AZUL Y SU RELACIÓN CON LOS ORÍGENES DEL ISTMO DE PANAMÁ

El plutón de Cerro Azul es el cuerpo intrusivo más grande que ha aflorado en el Istmo de Panamá. Se extiende desde las cercanías de las costas Pacíficas, al este de la ciudad de Panamá, hasta proximidades de la costa Atlántica, en confines con la Comarca de San Blas.

Sus orígenes se encuentran en el cretácico (hace aproximadamente 61 o 62 millones de años) cuando se inicia un proceso de intrusiones magmáticas que permitieron que un gran cuerpos de rocas plutónicas cortaran el basamento antiguo que se había formado durante el jurásico (hace mas de 65 millones de años). ver tabla N°1,

El basamento antiguo se formó como consecuencia de la solidificación de un magma toleitico que subió a la superficie desde el manto terrestre, a través de la fractura que se originó en el jurásico. De éste basamento hacen parte las rocas más antiguas del istmo, actualmente aflorantes en Azuero.

Durante el eoceno medio y superior (parte inferior del terciario, hace más de 37 millones de años), se formaron fallas, perpendiculares a la dirección del alineamiento del plutón, que dividieron dicho plutón en dos grandes bloques: el bloque de Azuero y Soná y el bloque de Cerro Azul. Posteriormente el bloque de Cerro Azul migra hacia el norte ubicándose en su actual posición mientras que el bloque de Azuero – Soná permanece en su posición [5]

Estos movimientos fueron lentos, duran millones de años y debieron dar origen a un numero considerable de terremotos que provocaron la formación de diaclasas y fallas cuyas cicatrices están registradas en las rocas que existían. Actualmente los testimonio de estos eventos se observan en las numerosas fracturas (diaclasas y fallas) registradas en las rocas del basamento antiguo y del plutón de Cerro Azul.

Tabla N° 1 Edad Radiométrica de las Rocas Magmáticas de Panamá

rocas volcánicas		
Basalto, Veraguas	Toda roca	10.30 ± 0.4 m.a.
Ignimbritas, Formación Yeguada, veraguas	biotita	12.60 ± 0.8 m.a.
Basalto, Formación Cañazas, Veraguas	Toda roca	17.50 ± 0.6 m.a.
Grupo granodiorítico		
Granodiorita Cerro Colorado	biotita	3.34 ± 0.05 m.a.
Pórfido monzonítico, Cerranía de Tabasará	hornblenda	7.30 ± 1.16 m.a.
Diorita, Petaquilla	hornblenda	32.60 ± 0.16 m.a.
Cuarzo monzonita, Petaquilla	Hornblenda	36.41 ± 2.06 m.a.*
	feldespato	28.98 ± 0.35 m.a.
Grupo cuarzo-diorita		
Cuarzo diorita, Rio pito	Hornblenda	48.45 ± 0.55 m.a.
	Feldspato	49.23 ± 0.57 m.a.
¿ Intrusión de Azuero	Hornblenda	53.00 ± 0.00 m.a.
Cuarzo diorita, Cerro Azul	Hornblenda	61.58 ± 0.70 m.a.
	Feldspato	51.11 ± 0.56 m.a.**
Cuarzo- diorita , Azuero	Hornblenda	64.87 ± 1.34 m.a.
	Feldspato	52.58 ± 0.63 m.a.**
Cuarzo diorita , Azuero		69.00 ± 10.00 m.a.

m.a millones de años

*Probablemente contaminado con argón

**Probable pérdida de argón post cristalización

Fuente: Kesler et.al. , 1977

9. CUAL ES EL VERDADERO “ESLABÓN ÍSTMICO”

Con el término “eslabón ístmico” se indican las tierras emergidas que separaron el Océano Pacífico del Océano Atlántico y que unieron las tierras emergidas de los continentes de América del Norte y América del Sur.

Estudios y comparaciones de las características geoquímicas y de mediciones radio métricas de las rocas del

complejo ígneo básico de Panamá y del basamento de otras áreas geográficas limítrofes al Istmo de Panamá (Complejo de Nicoya en Costa Rica), señalan que la “provincia geológica de Panamá” tiene una historia única que las hace diferentes al resto de América Central. Las rocas de Panamá y en modo particular las rocas del basamento encontrado en Cerro Azul, reflejan la existencia de una transición en la serie arco-isla diferente a los basamentos de complejos básicos adyacentes

Tabla N° 2 Comparaciones Estadísticas De La Geoquímica De Las Rocas Toleíticas De Centroamérica

Detalle	1	2	3	4
Oxidos (wt.%)				
SiO ₂	53.1	49.8	51.6	49.6
Al ₂ O ₃	15.1	14.9	15.9	16.0
FeO	10.1	11.8	9.5	11.5
MgO	5.7	7.7	6.7	7.8
CaO	10.6	10.6	11.7	11.3
Na ₂ O	2.8	2.5	2.4	2.8
K ₂ O	0.6	0.4	0.4	0.2
TiO ₂	1.4	1.2	0.8	1.4
Elementos (ppm)				
Cu	215	133	--	77
Zn	92	121	--	--
Ni	95	54	30	97
Co	78	43	--	32
Cr	202	51	50	297
Rb	30	38	5	10
Sr	154	113	200	130
Zr	93	116	70	95
V	--	--	270	202
Ba	145	--	75	14
N° de análisis	12	9	--	--

1 Promedio en las rocas del Complejo Ígneo básico de Panamá

2 Promedio en las rocas del Complejo de Nicoya, Costa Rica

3 Promedio en los basaltos toleíticos del arco – isla

4 Promedio en las rocas toleíticas del piso oceánico

Fuente: Goossens et al., 1977

Es así que el estado de evolución del magma del basamento de Panamá sugiere la existencia de variaciones similares a la existente en los arco-isla circumpacíficos(ver tabla N° 2)

En Cerro Azul se observan variaciones laterales, según el estado de evolución del magma, de:

ROCAS TOLEITICA → CALCOALCALINA →ALCALINA

Las rocas alcalinas aparecen solo en arco -islas con avanzado estado de evolución. Estas son las que parecen que existen en el basamento encontrado en Cerro Azul. En otras palabras el basamento de Panamá se formó cuando el magma que se encontraba en el manto terrestre bajo el Istmo Centroamericano había logrado un estado de evolución mayor que el estado de evolución alcanzado por el magma que origino el basamento del resto de Centro América por lo que se deduce que el basamento de Panamá se formó con un mecanismo diferente al que dio origen al basamento del resto de América Central

Lo dicho antes da indicios de que el istmo de Panamá es único, importante y diferente al resto de América Central y de Sur América: **es el verdadero “eslabón ístmico” o sea es la última tierra que emerge y permite unir el norte con el sur.**

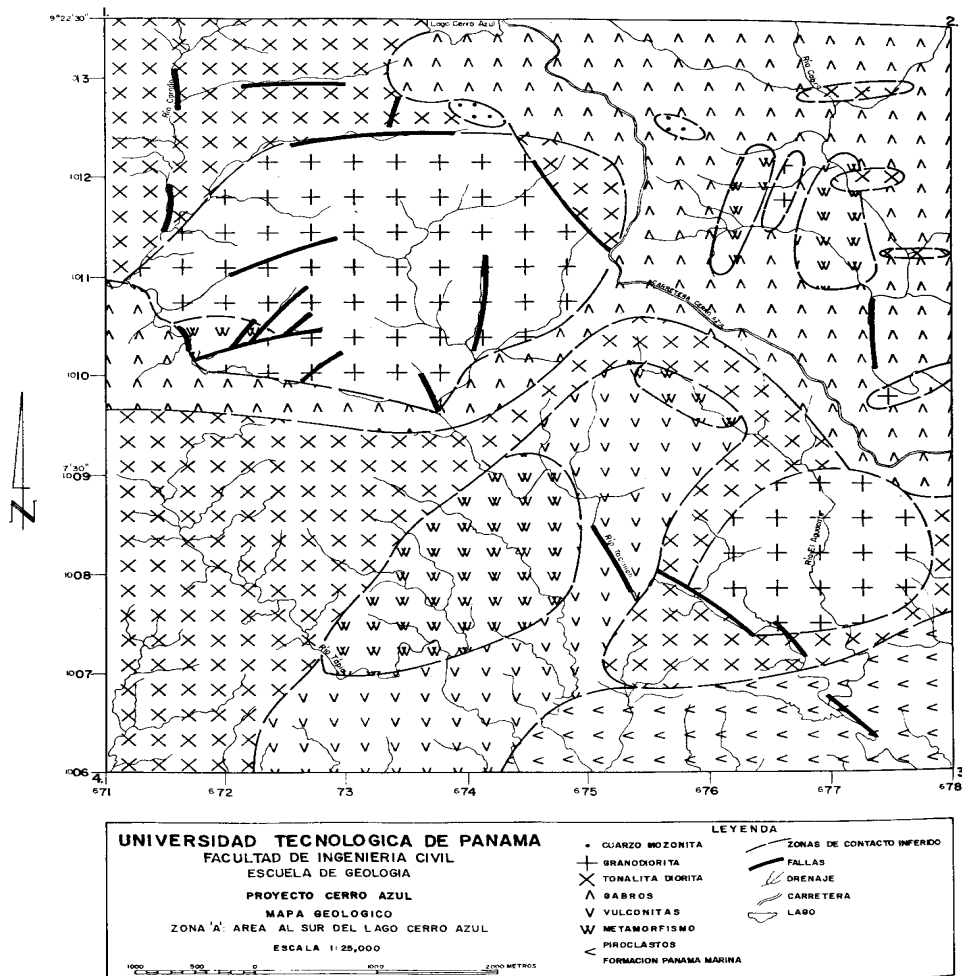


Figura N°3 Mapa geológico

10. CONCLUSIONES:

Para la ciencia, identificar el verdadero "eslabón ístmico" es importante toda vez que fue éste hecho el que permitió que se diera la migración de la flora y fauna continental de América del Norte hacia América del Sur y viceversa y originó la diferenciación entre la flora y fauna marinas que pueda encontrarse entre las costas del Pacífico y del Atlántico panameñas. Además este hecho provocó importantes variaciones de condiciones climáticas a escala mundial.

Confirmar, con estudios más documentados y mayor cantidad de análisis, informaciones de campo y correlaciones, si realmente Panamá es el verdadero "eslabón ístmico" es de gran importancia para la comunidad científica que busca entender la evolución de la corteza terrestre y éste interés científico se traduce en un interés económico cuando se reconoce en él un nicho de desarrollo de turismo científico toda vez que es una exclusividad de la geología del Istmo de Panamá que se suma

al ya reconocido interés científico que despierta la reconocida riqueza de la biodiversidad que tiene el Istmo.

Además, si bien el volumen de rocas plutónicas (cuarzodioritas, gabros, granodioritas y hasta puntos con pegmatitas entre otros) que se encuentran en el área de estudio pudieran ser motivo de interés para explotaciones de yacimientos no metálicos para la construcción, la alta incidencia de fracturas, desafortunadamente, perjudican el valor económico de este yacimiento si se considera su uso potencial para la industria de materiales de revestimiento para la construcción (mármoles y granitos comerciales) pero no impide que sea apto como materia prima para otras de las vastas aplicaciones que se han desarrollado en la industria de la construcción.

RECONOCIMIENTO:

Los trabajos de campo que sirvieron de base para la investigación realizada por la UTP en 1986, contaron con el apoyo de los investigadores colaboradores. Leonidas Rivera y Mavis de Sedas, actualmente docentes de la Facultad de Ing. Civil de la UTP.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Destro T. , EL PLUTÓN DE CERRO AZUL: Área al Sur del Lago Cerro Azul; Universidad Tecnológica de Panamá , Facultad de Ingeniería Civil , 1986

- [2] Hansel, K, Acres, Dept. of Geology, Georgia State University, Atlanta, GA 30303; Hanley, T. and Commander R, C, Dept. of Chemistry and Geology, Columbus State University, Columbus, GA 31907-5645, KAR, A, Cooperative Developmental Energy Program, Fort Valley State University, Fort Valley, GA 31030; La Tour, T. and Burnley P. Dept. of Geology, Georgia State University, Atlanta, GA 30303; PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL STUDY OF ROCHS FROM EASTERN PANAMA: AN ATLANTA CONSORTIUM OF RESEARCH IN EARTH SCIENCES (ACRES) PROGRESS REPORT , marzo 2004.
- [3] Weyls, R. ;Geology of Central América, Berlin, 1980
- [4] Fisher, S.P. y Possagno F.A, Upper Cretaceous Strata of North Western Panamá, 1965; Bandy & Casey, 1976, Bandy & Casey, 1973
- [5] Rechi G. Notas sobre la Geología de Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias, Dirección General de Recursos Minerales, Panamá, 1976

GUÍA PARA AUTORES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

DEFINICIONES

Artículos: Son trabajos originales de investigación, experimental y/o teórica no previamente publicados, cuyos resultados constituyen un aporte al estado del conocimiento en el tema tratado y dirigidos a una audiencia especializada.

Notas Técnicas: Son exposiciones de experiencias novedosas de aplicaciones de tecnologías de producción nacional o foránea a la solución de problemas de campo en ingeniería; además de resultados parciales o avances de investigación que contengan información novedosa y sustancial del proyecto. También se incluyen modificaciones a técnicas analíticas o experimentales existentes que no ameriten la confección de un artículo o cualquier otra modalidad contemplada en la Revista.

Ensayos Cortos: Son el resultado de un examen crítico de artículos de investigación científica publicados previamente, en donde se resaltan los trabajos más importantes o los que han brindado mayor aporte al conocimiento en un área determinado. También se incluyen, en esta modalidad, trabajos de reflexión y opinión sustentados y relacionados a la temática de ciencia y tecnología. En general serán limitados y solamente por invitación del Comité Editorial.

COMPONENTES DEL MANUSCRITO

Título: El título debe ser simple y conciso, reflejando el contenido del documento. En algunas ocasiones se puede describir el título utilizando dos partes. Se empezará la primera palabra con letra mayúscula y de allí en adelante se utilizará la mayúscula solamente para los nombres

propios, de marca o símbolos químicos. Se evitará el uso de abreviaciones y siglas en el título así como de palabras innecesarias (como un, una, sobre, el, etc.) al principio del título.

Nombre del (de los) autor (es) y afiliación:

Se recomienda a los autores usar la misma forma de su nombre en todas las publicaciones. Se debe escribir el nombre, la dirección institucional del o de los autores de la manera más completa afín de permitir una comunicación efectiva. Se recomienda incluir direcciones físicas, apartados postales, departamentos y direcciones electrónicas.

Resumen: Todo trabajo debe incluir un resumen de hasta 250 palabras presentado en español e inglés. También se deben incluir un máximo de seis(6) palabras claves para ambos idiomas presentadas en orden alfabético, permitiendo identificar y clasificar los contenidos del documento.

El resumen debe estar totalmente justificado, desde el inicio de la primera página, después de la información del autor. Debe usarse la palabra Resumen y Abstract como título del mismo.

Extensión: Los artículos científicos tendrán una extensión máxima de 30 páginas incluyendo ilustraciones y gráficos; las notas técnicas y los ensayos un largo no mayor de 15 páginas. Por página se entiende una cara de papel "8.5 x 11", escrito a doble espacio (unas 22 líneas) con letra de 12 puntos tipo Times Román, no comprimido, todos los márgenes de 1".

Cuerpo del Manuscrito: Las componentes principales del manuscrito

debe ser dividido en secciones con un uso apropiado de títulos y subtítulos según lo requieran la organización y el desarrollo lógicos del material. Las secciones más usuales, pero NO limitante, son las siguientes:

a. Introducción: Debe ubicar al lector en el contexto del trabajo. La introducción debe contener:

- La naturaleza del problema cuya solución se describe en el documento.
- El estado del arte en el dominio tratado (con sus respectivas referencia bibliográficas).
- El objetivo del trabajo, su relevancia y su contribución en relación al estado del arte.
- Los métodos utilizados para resolver el problema.
- Descripción de la forma como el documento está estructurado.

b. Material y Método: Deben consignarse los criterios de selección del material tratado y los controles y estudios planeados y realizados. Las medidas deberán ser en el sistema métrico decimal. Las abreviaturas usadas deben ser previamente definidas en su primera aparición en el texto. Se intentará evitar abreviaturas que no fueran de uso común.

c. Resultados: Se recomienda presentar los resultados en orden lógico y de la forma acostumbrada. En este apartado no deben realizarse consideraciones o

comentarios, ni se emplearán citas bibliográficas.

d. Discusión: Se destacarán y comentarán los aspectos importantes del trabajo. Toda afirmación debe estar avalada por los resultados obtenidos o por citas bibliográficas aportadas. Se recomienda extremar el poder de síntesis evitando repeticiones innecesarias.

e. Conclusión: Deben ser enunciadas con claridad y deberán cubrir :

- Las contribuciones del trabajo y su grado de relevancia.
- Las ventajas y limitaciones de las propuestas presentadas.
- Referencia y aplicaciones de los resultados obtenidos.
- Recomendaciones para futuros trabajos.

f. Agradecimiento y Reconocimientos

g. Referencias Bibliográficas: Las referencias se identificarán en el texto mediante números arábigos entre corchetes, alineados con la escritura. Se enumerarán correlativamente por orden de aparición en el texto apareciendo al final de cada trabajo. Las listas de referencias deberán realizarse siguiendo el estilo de la IEEE. Las citaciones de artículos de revistas deberán seguir este orden: nombre de autor, título del artículo, nombre de la revista, número de volumen y número de páginas, año de la publicación. Las citas de un libro deberán incluir el nombre del

autor, título del libro, lugar de la publicación, editor, año de la publicación.

No se aceptará que los nombres de todos los autores de un artículo o libro se den como *et al.*, debiéndose especificar la cita completa.

Para el caso de referencias electrónicas debe ser aplicada la Norma ISO 690.

El autor es responsable de la exactitud del contenido y citación de todas las referencias. Todas las referencias deberán ser citadas en el documento. Los números en el texto deben colocarse entre paréntesis.

Ejemplos:

Citación de un artículo:

- [1] J. Kajihara, G. Amamiya y T. Saya, "Leaming from Bugs", *IEEE Software*, volO, pp. 46-54, Septiembre 1999.
- [3] N. E. Fenton, M. Neü, y G. Ostrolenk, "Metrics and Models for Predicting Software Defects", Technical Report Report CRS/10/02, Centre for Software Reability, City Univ., Londres, 1995.

Citación de un libro:

- [5] J. Juran, *Managerial Breakthrough*, New York: McGraw-Hül, 1968.

Citación de un documento electrónico:

- [6] Land , T. *Web extensión to American Psychological Association style (WEAPAS)* [en

línea], Rev. 1.4, http://www.uvm.edu/ncrane/estyles/_mla.htm [Consulta: 24 abril 1999].

- h. Apéndices:** Cualquier otro material que impida el desarrollo continuo de la presentación, pero que pueda ser importante para justificar los resultados del artículo.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Los autores deberán enviar tres (3) copias de su manuscrito a:

Universidad Tecnológica de Panamá
Vicerrectoría de Investigación,
Postgrado y
Extensión
Comité Editorial
Apdo. Postal: 6-2894, El Dorado
Panamá, Rep. de Panamá

Además, debe adjuntarse una página con la dirección del autor para canje de correspondencia y envío de correcciones. Por favor incluir número telefónico, número de fax y dirección de correo electrónico.

Los dictámenes serán realizados por lectores con experiencia en el tema a evaluar y mantendrán su anonimato.

Para cualquier consulta sobre el procedimiento, favor enviar correo electrónico a la siguiente dirección:

tdestro@utp.ac.pa

ó

pablo.montero@utp.ac.pa

El someter el manuscrito a esta Revista implica que el documento no ha sido publicado previamente y que tampoco está siendo considerado para su publicación en otra revista.

Esta revista se terminó de imprimir en
la Imprenta de la
Universidad Tecnológica de Panamá
bajo la administración del
Ing. Salvador Rodríguez G.
En junio de 2004