



DERROTERO

Edición No. 7 Año 2013

ISSN 2027-0658

Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"

La revista **DERROTERO de la Ciencia y la Investigación**, es una publicación con periodicidad anual de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" que pone al alcance de la comunidad académica y, en general, al público interesado en los temas de desarrollo científico y académico, los resultados de las investigaciones más destacadas en las áreas de Ingeniería Naval, Administración Marítima, Oceanografía Física, Ciencias Navales y Ciencias Sociales y Humanidades. Todos los artículos se someten a revisión por pares o árbitros con amplia experiencia sobre las temáticas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores.



1935 - 2013

Revista Indexada en
Publindex Colciencias,
Categoría C

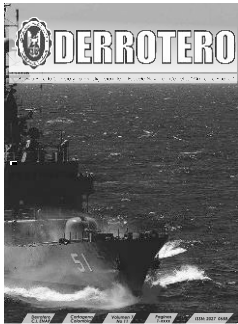
Derrotero
C.I. ENAP

Cartagena
Colombia

Volumen 7
Año 2013

Paginas
1-225

ISSN:
2027-0658



Nuestra Portada



DERROTERO

Edición No. 7 Año 2013

ISSN 2027-0658

Nuestra imagen de portada en esta edición es la Fragata “Almirante Padilla”, FM-51 perteneciente a la Armada Nacional de Colombia.

DIRECTOR:	Contralmirante Jorge Enrique Carreño Moreno
SUBDIRECTOR:	Capitán de Navío Fernando Parra Silguero
DECANO ACADÉMICO:	Capitán de Fragata Rafael Ricardo Torres Parra
EDITOR:	Capitán de Corbeta Elkin Fernando Mejía Chaparro, Msc Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
COMITÉ EDITORIAL:	Capitán de Fragata Rafael Ricardo Torres Parra, PhD Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
	Juan Antonio Contreras Montes, PhD Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
	Gisela Mayo Mancebo, Msc. CIOH - Dirección General Marítima, Colombia
	Lina Suárez, Msc. Corporación de Ciencia y Tecnología “COTECMAR”
	Adriana Puello Alcázar, Msc. Universidad de Cartagena, Colombia
	Willian Caballero Guardo, Msc. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
	Orlando Zapateiro Altamiranda, Msc. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
	Geraldine Delgado Jaime, Ing. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia
COORDINADOR EDITORIAL:	George Washington Archbold Taylor, Ing. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia

Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
Isla de Manzanillo, Teléfono: (575) 6724610, Cartagena, D.T.y C. – Bolívar
e-mail: derrotero@enap.edu.co

CONTENIDO

EDITORIAL.....	7
DESARROLLO DE ECUACIONES DE SINTONÍA PARA CONTROLADORES PI DIFUSOS BASADAS EN MODELOS DE PRIMER ORDEN MÁS TIEMPO MUERTO POR MINIMIZACIÓN DE IAE Y VARIANZA DE LA VARIABLE CONTROLADA (artículo original en inglés)	
Escobar Porto Andrea, Sanjuán Marco.....	9
ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL DE LOS MOTORES DIÉSELA BORDO DE LAS UNIDADES A FLOTE DE LA ARMADA NACIONAL	
Ricardo Lugo Villalba, Miguel Calvache Ramírez, Yecson Omar Rico Granados.....	21
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AGUA FRÍA DEL CHILLER PARA UNA EMBARCACIÓN TIPO PATRULLERA DE APOYO FLUVIAL LIVIANA (artículo original en inglés)	
Diana Marcela Ramírez Wilches.....	33
DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA EL ANÁLISIS DE LA “SECCIÓN TRANSVERSAL DE RADAR” (RCS) USANDO HERRAMIENTAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA (artículo original en inglés)	
Vladimir Díaz Charris, Karen Domínguez, Jymmy Saravia.....	51
ESTUDIO COMPARATIVO DEL FUNCIONAMIENTO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN MOTOR FUERA DE BORDA DOS TIEMPOS CON EL USO DE DIFERENTES MEZCLAS DE GASOLINA-ETANOL DERIVADO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	
Andrés Luque Lozano, Jorge Acevedo Talero.....	69
DESARROLLO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AUTÓNOMA PARA EL UAV 1 DE LA ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA”	
Ernesto Araujo Fernández, Ramiro José García González.....	87

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA BAHÍA ANCÓN DE SARDINAS (RÍO MATAJE)

Jorge Omar Pierini, Diego Salguero Londoño, Alexandra Chadid Santamaría.....99

LA CORTE INTERAMERICANA DE DERECHOS HUMANOS (CORTE IDH) Y SUS EFECTOS EN LOS ESTADOS PARTE DE LA CONVENCION AMERICANA SOBRE DERECHOS HUMANOS

Oscar Manuel Ariza Orozco.....115

IMPACTOS Y RETOS DEL PLAN ESTRATÉGICO Y PROSPECTIVO DE CTI DE BOLÍVAR Y SU ARTICULACIÓN CON EL SISTEMA DE INNOVACIÓN DEPARTAMENTAL

Paola Amar Sepúlveda, Julio Amézquita López, Luis Arraut Camargo, Alexander Zapata Rodríguez, Diana Martínez Torres, Ingrith Rodríguez, Rodrigo Miranda Redondo.....133

DESARROLLO COMPETITIVO DE LAS CIUDADES: UNA REFLEXIÓN A PARTIR DE LA ESTRATEGIA Y LA PROSPECTIVA

Oriana Martínez Palomino, Alberto Gómez Torres.....157

LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS COMO FUENTE DE VENTAJAS COMPETITIVAS EN ECONOMÍAS GLOBALIZADAS

Cristian Giovanni Gómez M.....183

ALINEAMIENTO DINÁMICO DE LA CADENA DE SUMINISTROS COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS

Boris Batista Gomez Casseres, Edilberto Gutierrez Puentes, Jorge Velez Zarate.....201

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES.....217

CONTENTS

EDITORIAL	7
TUNING EQUATIONS SET FOR FUZZY PI CONTROLLERS BASED ON FOPDT MODEL IDENTIFICATION AND MINIMUM IAE AND OUTPUT VARIANCE MINIMIZATION Escobar Porto Andrea, Sanjuán Marco.....	9
ALTERNATIVE USE OF WASTE HEAT FROM DIESEL ENGINES ABOARD OF COLOMBIAN NAVY AFLOAT UNITS Ricardo Lugo Villalba, Miguel Calvache Ramírez, Yecson Omar Rico Granados.....	21
HYDRAULIC DESIGN OF COLD WATER CIRCUIT FOR AIR CONDITIONS SYSTEM IN THE RIVER SUPPORT PATROL VESSEL Diana Marcela Ramírez Wilches.....	33
DETERMINATION OF THE BASE LINE FOR THE ANALYSIS OF SHIP “RADAR CROSS SECTION” (RCS) BY USING TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE TOOLS Vladimir Díaz Charris, Karen Domínguez, Jymmy Saravia.....	51
COMPARATIVE STUDY OF THE PERFORMANCE AND FUEL CONSUMPTION OF A TWO-STROKE OUTBOARD ENGINE USING DIFFERENT BLENDS OF GASOLINE-ETHANOL FROM SUGARCANE Andrés Luque Lozano, Jorge Acevedo Talero.....	69
DEVELOPMENT OF THE AUTONOMOUS NAVIGATION SYSTEM FOR THE NAVAL ACADEMY "ALMIRANTE PADILLA" UAV 1 Ernesto Araújo Fernández, Ramiro José García González.....	87
OCEANOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF ANCON OF SARDINES BAY (MATAJE RIVER) Jorge Omar Pierinia, Diego Salguero Londoño, Alexandra Chadid Santamaría.....	99
THE INTER-AMERICAN COURT OF HUMAN RIGHTS (IACHR) AND ITS EFFECTS ON THE AMERICAN CONVENTION ON HUMAN RIGHTS PARTY STATES Oscar Manuel Ariza Orozco.....	115

IMPACTS AND CHALLENGES OF THE BOLIVAR ST&I STRATEGIC AND PERSPECTIVE PLAN AND ITS INTERACTION WITH DEPARTMENTAL INNOVATION SYSTEM

Paola Amar Sepúlveda, Julio Amézquita López, Luis Arraut Camargo, Alexander Zapata Rodríguez, Diana Martínez Torres, Ingrith Rodríguez, Rodrigo Miranda Redondo.....133

COMPETITIVE DEVELOPMENT OF CITIES: A REFLECTION FROM THE STRATEGY AND PROSPECTS

Oriana Martínez Palomino, Alberto Gómez Torres.....157

SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AS A SOURCE OF COMPETITIVE ADVANTAGE IN GLOBAL ECONOMIES.

Cristian Giovanni Gómez M.....183

DYNAMIC ALIGNMENT OF SUPPLY CHAIN AS A TOOL TO INCREASE COMPETITIVENESS IN COMPANIES.

Boris Batista Gomez Casseres, Edilberto Gutierrez Puentes, Jorge Velez Zaratea.....201

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....217

EDITORIAL

La región Caribe colombiana y, en particular, la ciudad de Cartagena han venido siendo favorecidos en los últimos años con una cantidad notable de recursos de inversión, tanto públicos como privados, con los cuales se busca aprovechar la ubicación geográfica privilegiada con la que fueron premiados. Obras como la ampliación de la Refinería de Cartagena (más de USD \$5.000 millones), la Ruta del Sol con sus carreteras de doble calzada (USD \$ 2.600 millones), el oleoducto que conectará Cartagena con Coveñas (USD \$ 400 millones), la construcción de la Sociedad Portuaria Puerto Bahía (USD \$ 500 millones) y el gran impulso a la industria de construcción naval que le ha imprimido la Armada Nacional a través del empleo de importantes recursos para la elaboración de patrulleras de río, de costa y de la que será la fragata colombiana, entre otras, son muestras fehacientes de ello.

En concordancia con lo anterior, la relación Universidad-Empresa-Estado ha experimentado un fortalecimiento como nunca antes se había visto. Los proyectos de investigación, que obedecían a la solución de un problema netamente teórico y que no trascendía a las fronteras productivas de las empresas, le han abierto paso a programas y proyectos serios que le apuntan a resolver problemas de producción, lo cual redundará en disminución de costos y en aumento de productividad de dichas empresas; todo esto, contando con el apoyo decidido del gobierno a través de sus órganos de financiación.

En la presente edición de la Revista Derrotero, contamos con artículos de diferentes universidades amigas que ven al sector naval como un nicho importante de investigación, desarrollo e innovación; así como con trabajos realizados por estudiantes de la Escuela Naval “Almirante Padilla”, que se presentan como alternativas de solución a problemas reales de la Armada Nacional.

Los invito a que disfruten del trabajo colaborativo plasmado en ésta edición y a que hagamos de éste espacio, un sitio que congregue investigadores e interesados en desarrollar y fortalecer un tema tan fértil y trascendental como lo es el área naval.

Contralmirante Jorge Enrique Carreño Moreno
Director Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

TUNING EQUATIONS SET FOR FUZZY PI CONTROLLERS BASED ON FOPDT MODEL IDENTIFICATION AND MINIMUM IAE AND OUTPUT VARIANCE MINIMIZATION

Escobar Porto Andrea^a
portoa@uninorte.edu.co

Sanjuán Marco^b
msanjuan@uninorte.edu.co

Fecha de recepción: agosto de 2013, Fecha de aceptación: septiembre de 2013

Abstract: A new set of tuning equations for PI-Fuzzy Logic Controllers based on FOPDT models were developed. A multilevel factorial experiment was designed and its output variable was a cost function based on IAE (Integral Absolute Error) and controlled variable variance. The proposed tuning equations set were obtained by developing regression models to optimum tuning parameters for every experimental condition. Regression models and variance analysis were statistically tested for significance. Dynamic simulations tests were carried out in order to compare the performance of two PI-FLC architectures based on tuning equations developed in this research and those available in the literature. Results demonstrate an improved performance by using a 2-membership functions FLC tuned with this new set.

Keywords: *PI-Fuzzy Logic Controller; Tuning Equations; Optimal Gain; FOPDT model.*

Resumen: Se ha desarrollado un nuevo conjunto de ecuaciones de sintonía para controladores PI difusos basado en la respuesta dinámica de proceso como un modelo de primer orden más tiempo muerto (FOPDT). Se diseñó un experimento factorial cuya variable de salida corresponde a una función de costo basada en la integral del valor absoluto del error (IAE) y la varianza de la variable controlada. El conjunto de ecuaciones de sintonía propuesto se obtuvo mediante el desarrollo de modelos de regresión que mejor ajusten los parámetros de sintonía

^aIngeniero Mecánico. Doctor en Ingeniería, Universidad del Sur de la Florida (USA). Profesor de tiempo completo, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

^bIngeniera Mecánica. Candidata a Magister en Ingeniería Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

óptimos para cada condición experimental. Los modelos de regresión obtenidos y el análisis de varianza fueron verificados estadísticamente para determinar significancia. Se llevaron a cabo simulaciones dinámicas con el fin de comparar el desempeño de dos arquitecturas de controladores PI difusos sintonizados con las ecuaciones desarrolladas en la presente investigación y otras disponibles en la literatura. Los resultados demuestran una mejora en el desempeño al sintonizar con el conjunto de ecuaciones propuesto, así como con la utilización de controladores basados en lógica difusa (FLC) con dos funciones de pertenencia en su arquitectura.

Palabras Clave: Controlador PI basado en lógica difusa, Ecuaciones de sintonía, Ganancia optima, modelo de primer orden más tiempo muerto (FOPDT).

1. INTRODUCTION

During the past several years fuzzy control has become one of the most active and fruitful fields for research in the application of fuzzy set theory (Woo, Chung, & Jin-Jye, 1998). The fuzzy control strategy considered in this paper is based on feedback control. Fuzzy logic controllers (FLCs) are rule-based systems which are useful in the context of complex processes, especially those who can be controlled by a skilled human operator without knowledge of their underlying dynamics (Herrera, Lozano, & Verdegay, 1995). The basic structure of FLC proposed by Mandami (Fig. 1) consists of four conceptual components, namely: the knowledge base, the fuzzification module, the inference engine and the defuzzification module [3,4]. The knowledge base system contains all the knowledge including a fuzzy control rule base and a database comprising facts, terms and concepts (Lucena, Palma, Cardozo, & Gil, 2012). The inference engine performs inference procedures upon the fuzzy control rules and given conditions to derive a reasonable control action (Lucena, Palma, Cardozo, & Gil, 2012). The fuzzyfication module defines a mapping from a real-value space to a fuzzy space, while the defuzzification module implements a mapping from a fuzzy space defined over an output universe of discourse to a real-value space (Feng, 2006).

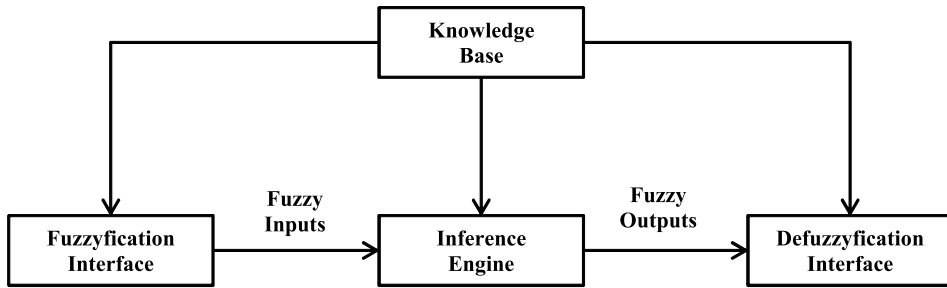


Figure 1. General structure of a Mandami-type Fuzzy Logic System

Although the application of fuzzy logic in designing a controller has many advantages compared with other methods (van der Wal, 1995), PID controllers are still the most widely used in industrial control loops worldwide. This is because PID controllers have simple structures, can be designed easily, offer good control system performance at acceptable cost (Precup & Hellendoorn, 2011), and there is a wealth of tuning methods available. However, FLCs are more robust than conventional PID controllers and their performance is less sensitive to parametric variations of systems or to unmeasured disturbances (Lucena, Palma, Cardoso, & Gil, 2012) because fuzzy controllers are composed by rules of conditional linguistic statements on the relationship between the input and output variables, and this provides them with the advantage of emulating the behavior of a human operator while dealing with model uncertainty (Woo, Chung, & Jin-Jye, 1998).

In the literature there are many categories of Fuzzy Logic Controllers based on the differences of fuzzy control rules and their generation methods, but this article it will focus on PI-type FLCs in order to develop a new set of tuning equations based on FOPDT models.

2. PI – Fuzzy Controller Structure

Let us consider a two-dimension PI fuzzy logic controller structure, in which error $e(t)$ and change in the error $\Delta e(t)$ are selected as input variables, while the output from the fuzzy logic system is chosen as the increment of control action

represented by the signal to the control valve $m(t)$ [3,7,8]. In Figure 2 it is shown the PI-FLC block diagram, used in this paper.

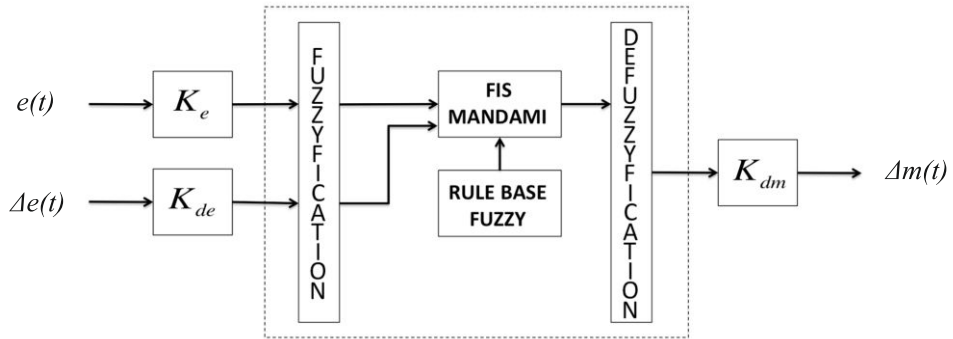


Figure 2. PI – Fuzzy Logic Control schematics

For the design of the PI-Fuzzy Controller, the linguistic variables are: $e(n)$, $\Delta e(n)$ and $\Delta m(n)$ where n is the current discret time. The normalized universe of discourse for \hat{e} and Δe were chosen to be $[-1.0, 1.0]$ and partitioned into five fuzzy sets, namely: Negative Big (NG), Negative Small (NP), Zero (Z), Positive Small (PP) and Positive Big (PG). For the fuzzy controller output, Δm , the corresponding universe of discourse was defined in the range $[-1.0, 1.0]$ and partitioned into seven fuzzy sets, namely: Negative Big (NG), Negative Medium (NM), Negative Small (NP), Zero (Z), Positive Small (PP), Positive Medium (PM) and Positive Big (PG). The membership function of e , Δe and Δm are presented in Figure 3.

The rule base used in this work comprises twenty-five rules (see Table 1) based on an invert action controller (Gutiérrez & Sanjuan, 2006). For direct action, the sign of the rules scaling parameter must be change.

Table 1. Format of the Rule Base used (Gutiérrez & Sanjuan, 2006)

$\Delta\hat{m}(n)$		$\Delta\hat{e}(n)$				
		NG	NP	Z	PP	PG
$\hat{e}(n)$	NG	NG	NG	NM	NP	Z
	NP	NG	NM	NP	Z	PP
	Z	NM	NP	Z	PP	PM
	PP	NP	Z	PP	PM	PG
	PG	Z	PP	PM	PG	PG

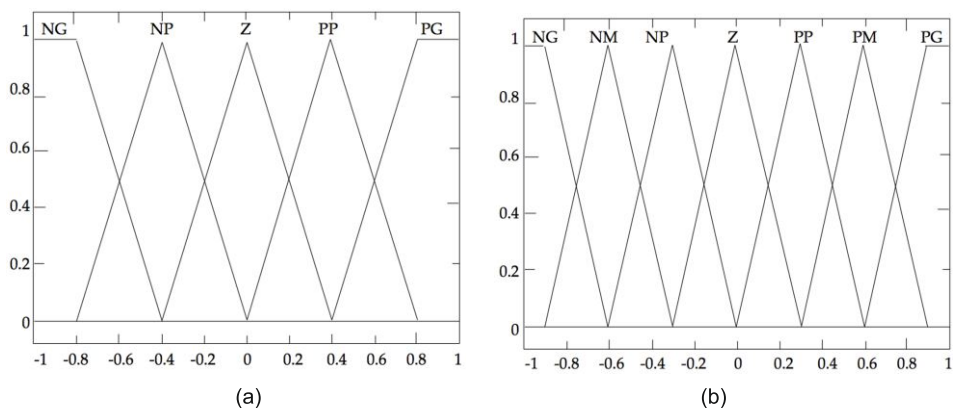


Figure 3. Membership Functions (Gutiérrez & Sanjuan, 2006) for (a) Input Variables (b) Output Variable

3. Design and Analysis of the Experiment

In general, for process control, it is expected a closed loop response that provides minimum deviations from the desired operation point and, consequently, minimum tracking error. Therefore, a multilevel factorial experiment was designed and carried out in order to obtain a new set of tuning rules for PI-Fuzzy Logic Controllers based on first order plus dead time process model (FOPDT); taking into account, the expected closed loop response.

In this factorial experiment, four different factors were chosen in order to obtain the tuning equations: the first three of them were the FOPDT model parameters, (a) the process gain K_p (b) the time constant τ (c) and dead time to time constant ratio t_0/τ ; the fourth factor was (d) the sample time T included because the FLC is a digital controller and this parameter could affect its performance. The experimental design is known as a 3^4 ; the three equally spaced levels defined to each factor are given in Table 2. The experimental design was generated by Statgraphics Centurion XIV®. A total of 81 runs without replications or blocks were carried out to complete the experiment. The experimental runs order was completely randomized.

Table 2. *Experimental Design: Factors and Levels*

Level	Experimental Factors			
	K_P	τ	t_0/τ	T
Low	0.5	0.5	0.2	0.05
Medium	2.0	3.0	0.6	0.30
High	3.5	5.5	1.0	0.55

The experiment outputs are K_e , K_{dc} and K_{dm} , the optimum PI-Fuzzy Logic Controller tuning parameters for every given process model. In each experimental run, a cost function is minimized by varying the set of PI-FLC parameters using Simulink® and Matlab®. The cost function was defined as:

$$O(K_e, K_{dm}) = \int |e(t)| dt + \sigma^2 c(t) \quad (1)$$

The experimental results were studied performing an analysis of variance with a confidence interval of 95% using Statgraphics Centurion XIV® software. The influence of the main factors effects and their second order interaction in the PI-FLC tuning parameters were identified. For each case, the normality, constant variance and independence assumption were checked by examining the residual plots and no violations were found. The most significant factors, obtained by the ANOVA analysis, are summarized on Table 3.

Table 3. Results Summary

PI-FLC Tuning Parameters	Experimental Factors			
	K_P	τ	t_0/τ	T
K_e	X	X	--	X
K_{dc}	X	X	X	X
K_{dm}	X	--	X	X

Three regression models were found to fit the experimental data obtained for K_e , K_{dc} and K_{dm} . Different equations structures were proposed based on the analysis results. The coefficients and exponents associated with significant factors were adjusted in order to obtain the regression model that provides the best coefficient of determination R^2 for each PI-FLC controller parameter. The proposed set of equations is given in Table 4.

Table 4. PI-Fuzzy Logic Controller Tuning Equations

Equation	Coefficients			R^2
	a	b	c	
$K_e = a \left(\frac{T}{K_P \tau} \right)^b$	0.0532	-0.8439	--	0.8795
$K_{dc} = \frac{a}{K_P} \left(\frac{t_0}{\tau} \right)^b \left(\frac{T}{\tau} \right)^c$	0.1595	0.1885	-0.5195	0.9542
$K_{dm} = \frac{a}{K_P T^b} \left(\frac{t_0}{\tau} \right)^c$	5.6664	0.0450	0.0571	0.9366

4. MODELING AND VALIDATION RESULTS – CASE STUDY

This section will show the results of simulation tests carried out in order to compare the PI-FLC performance with some reference cases. The controllers were tested in the same process and tuned based on the same process parameters.

CASE STUDY: HOT COLD TANK

Let considered the mixing tank shown in Figure 4. It is necessary to implement a control strategy in order to maintain the mixing temperature at the desired value.

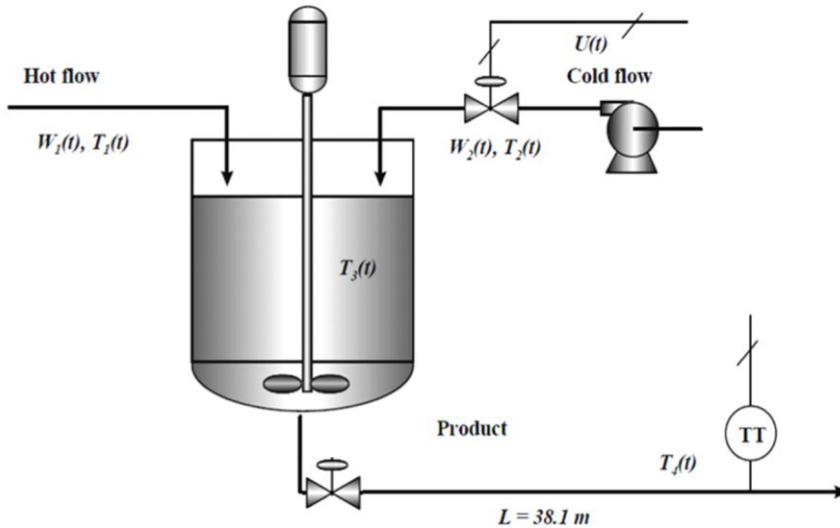
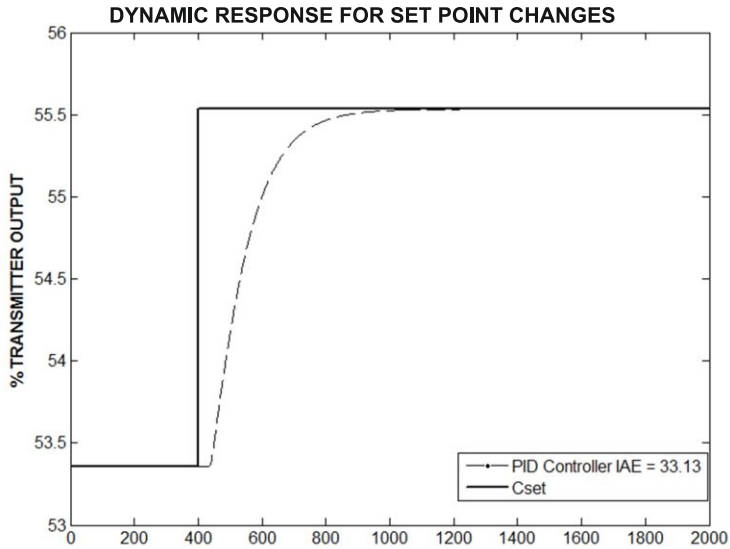


Figure 4. Mixing Tank

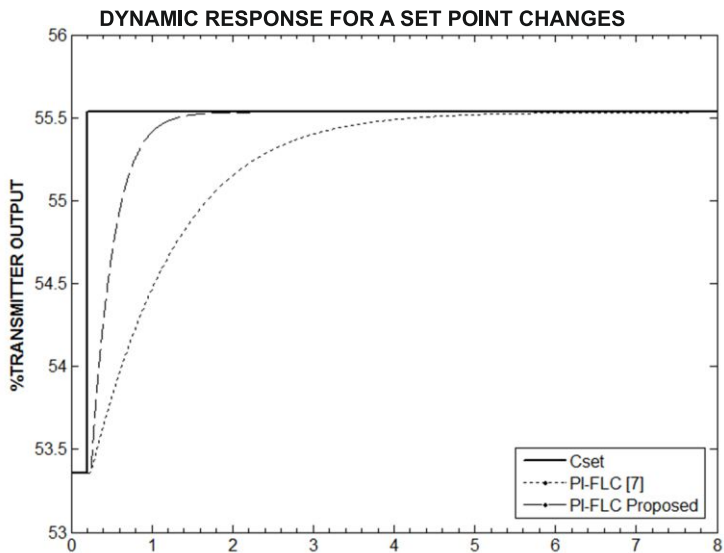
The process identification was performed to obtain the FOPDT parameters used to tune the implemented controllers in each case. For a set point change, the dynamic response of the closed loop was plotted and compared in each case. The tuning parameters used are those obtained directly using the corresponding tuning equations without adjusting.

4.1. PID Controller vs. PI-FLC Controllers

The performance of a PID controller tuned with no overshoot is compared with the performance of a PI-Fuzzy Logic Controller tuned using the tuning equations developed by Gutierrez and Sanjuan. Additionally, the performance of a PI-FLC tuned with the proposed tuning equations was also compared. All the controllers were tested with the same process parameters. Results are shown below (see Figure 5).



(a)



(b)

Figure 5. Dynamic Response for (a) PID Controller $IAE = 33.13$ (b) PI-FLC (Gutierrez & San Juan, 2006) vs. PI-FLC proposed

It was also compared the controller output signal performance in both PI-FLC cases. The results are shown below (see Figure 6).

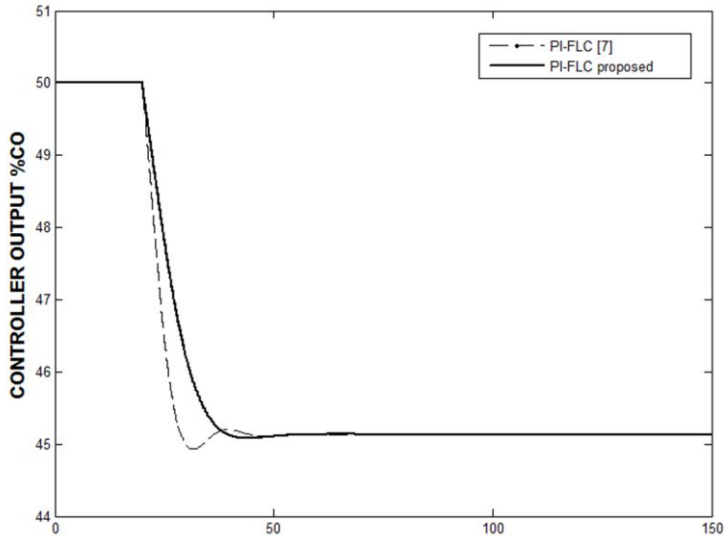


Figure 6. Controller Output Signal Performance (%CO)

4.2. Previous tuning equations (Gutiérrez & Sanjuan, 2006) vs. proposed tuning equations in a simplest FLC.

In this case, it will be compared the performance of a simplest Fuzzy Logic Controller tuned with (Gutiérrez & Sanjuan, 2006) and the same FLC tuned with the equations proposed in the present investigation. A simplest Fuzzy Logic Controller means a FLC with the minimum possible number of membership functions (2) for every fuzzy variable. Both controllers were tested with the same process parameters. These results are shown below (see Figure 7). Although previous tuning equations (Gutiérrez & Sanjuan, 2006) were not developed for this simplified FLC, this tests demonstrates the robustness of the new set of tuning equations to changes in the number of membership functions.

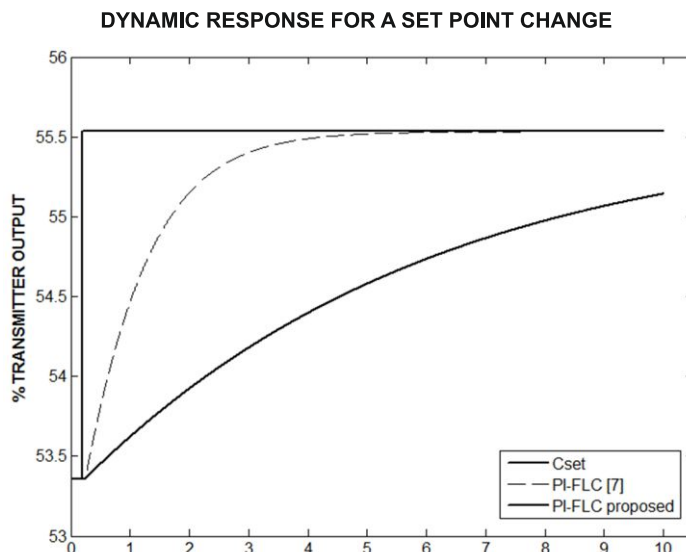


Figure 7. Dynamic Response for PI-FLC (Gutiérrez & Sanjuan, 2006) and PI-FLC proposed

5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In the first case (see Figure 5), it is shown the behavior of the system dynamic response with a PID controller and with a PI-FLC. The IAE for the PI-Fuzzy Logic Controller (28.98) is smaller than the one with the PID controller (33.13), although the difference between both of them is not significant. As the PID controller is easier to implemented, it will be better in this case, unless it cannot control in some process operation conditions. In Figure 5(b) it is shown two process dynamic responses with two PI-FLCs implemented, one of them tuned with the proposed tuning equations and the other one with those developed by Gutierrez and Sanjuan. It can be observed that the process with the PI-FLC tuned with the proposed equations, reaches the steady state before of the same one tuned with the Gutierrez-Sanjuan equations. The values of the Fuzzy Controller gains obtained with the proposed equations are greater so the controller is more aggressive and consequently it has a faster response.

Finally, in the last case (see Figure 7) the simplest PI-FLC tuned with Gutierrez – Sanjuan tuning equations does not reach the steady state

because it is not aggressive.

In addition, it can be concluded that fuzzy Logic Controllers are a powerful tool in process control because they are designed to simulate the operator decision-making ability. In this paper, a tuning equation set are developed and validated, obtaining as a result an aggressive and fast controller.

REFERENCES

- Feng, G. (2006). A survey on analysis and design of model-based fuzzy control systems. *IEEE Transaction on Fuzzy Systems*, 14, 676-697.
- Gutiérrez, A., & Sanjuan, M. (2006). Ecuaciones de sintonización para controladores difusos basadas en modelos de primer orden más tiempo muerto. *Ingeniería y Desarrollo*, 19.
- Herrera, F., Lozano, M., & Verdegay, L. (1995). Tuning Fuzzy Logic Controllers by Genetic Algorithms. *International Journal of Approximate Reasoning*, 12, 299-315.
- Lee, J. (1993). On Methods for Improving Performance of PI-type Fuzzy Logic Controllers. *IEEE Transaction on Fuzzy Systems*, 1, 298-301.
- Lucena, C., Palma, L., Cardoso, A., & Gil, P. (2012). Optimal gains tuning of PI-fuzzy controllers. *2012 20th Mediterranean Conference on Control & Automation (MED)* (pp. 824-829). IEEE.
- Precup, R.-E., & Hellendoorn, H. (2011). A survey on industrial applications of fuzzy control. *Computers in Industry*, 62, 213-226.
- van der Wal, A. J. (1995). Application of fuzzy logic control in industry. *Fuzzy Sets and Systems*, 74, 33-41.
- Woo, Z.-W., Chung, H.-Y., & Jin-Jye, L. (1998). A PI-type controller with self-tuning scaling factors. *Fuzzy Sets and Systems*, 93, 23-28.

ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL DE LOS MOTORES DIESEL A BORDO DE LAS UNIDADES A FLOTE DE LA ARMADA NACIONAL

Ricardo A Lugo Villalba^a
rlugo@cotecmar.com

Miguel Calvache Ramírez^b
calvache117@gmail.com

Yecson Omar Rico Granados^b
yeri85@gmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2012, Fecha de aceptación: enero de 2013

Resumen: La Armada Nacional de Colombia (ARC) destina anualmente una cantidad de dinero en la compra del combustible para mover sus unidades a flote, las cuales en su gran mayoría son propulsadas por motores de combustión interna. En este sentido se ha encontrado que a pesar que el rendimiento de este tipo de máquinas es muy bajo, del orden del 30 al 40%, las tecnologías de cogeneración permiten aumentar el rendimiento global hasta un 85% si se logra dar un uso útil a la energía residual generada por los mismos. En el presente estudio se encontraron algunas tecnologías de cogeneración en artefactos navales las cuales pueden ser aplicables a las necesidades de la institución como son la climatización con base en tecnologías por sorción¹, desalinización por evaporación, calentamiento de ACS² y generación de electricidad. Finalmente se contrastan los datos aproximados de cantidad de energía necesaria para cada tecnología dependiendo el número de tripulantes, carga térmica y otras características de cada buque con la energía residual disponible de motores propulsores y generadores para hallar algunos buques con mejores posibilidades de implementación. Así mismo se propone mejorar el manejo de la información técnica y registro de los parámetros de operación de las unidades creando sistemas de medición y documentación electrónica.

^a Ingeniero Naval, Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial, Cartagena, Colombia.

^b Ingeniero Naval, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" Cartagena, Colombia.

¹ Término utilizado para agrupar los procesos de absorción y adsorción.

² Agua caliente sanitaria

Palabras clave: Cogeneración, poligeneración, energía residual, buques, diésel, absorción, desalinización.

Abstract The National Colombian Navy expend big amount of money every year to buy fuel to move its vessels, which ones are propelled by internal combustion engines. In that way and however the performance of this kind of machines are very low, in order of 30 to 40%, the cogeneration's technologies allow grow up its global performance until a 85% if the rejected heat is usefully used. In the research some technologies of cogeneration on ships were founded and can be applied to solve some institution's necessities as the sorption refrigeration, freshwater makers, and heaters of water and generation of electricity. Finally, the approximated data of the amount of energy needed to each one technology, which depends of the quantity of people on board, cold load and another issues of each vessel, is contrasted with the available energy of its engines and thus find some war ships with better opportunities of implementation. As additional recommendation is proposed get in better the technical information management and register of the operation parameters of the ships, making measuring and electronic documentation systems.

Keywords: Cogeneration, ships, vessel, diesel, absorption, freshwater maker.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de combustible en la Armada Nacional representa uno de sus mayores rubros (el segundo en gastos de funcionamiento), (Jefatura de Operaciones Logísticas - Armada República de Colombia, 2012) debido al consumo de los motores que se encuentran instalados en sus buques de guerra, así como al perfil de operación propios de la misión de la Armada Nacional referida a la presencia y soberanía en los ríos y mares de Colombia.

Sin embargo, al momento se observa que a nivel mundial existen varios lugares donde se han implementado sistemas que aprovechan la energía residual térmica de los motores de combustión interna para generar otro tipo de trabajo, en un proceso de cogeneración, trigeneración o poligeneración, para así producir calor y/o frío funcional para otros procesos que se requieran y obtener independencia de la energía eléctrica generada desde el combustible Diésel. Entre estos ejemplos se encuentran hospitales, hoteles, centros educativos y fábricas industriales, donde producen su propia energía eléctrica y aprovechan el calor para algunos procesos (calentamiento de agua para confort, para tratamientos médicos, pasteurización de productos etc.) y en otros casos incluso frío para refrigerar sus productos o climatizar sus instalaciones (García Garrido & Fraile Chico, 2008), (Internacional Energy Agency, 2008).

Por lo anterior es necesario realizar un estudio en el tema para determinar de qué manera estas tecnologías existentes pueden ser aplicadas a los artefactos y unidades navales que la Armada Nacional posee en la actualidad o incluso entre las que planea construir acuerdo sus criterios de diseño. Por tanto se considera como problema formulado para el presente trabajo de investigación el saber qué ventajas ofrecen las tecnologías implementadas en el aprovechamiento energético en motores de combustión interna y como serían aplicables en las unidades navales a flote de la Armada Nacional.

2. ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE LA ARMADA NACIONAL PARA COGENERACIÓN

Inicialmente se estudió a las unidades a flote de la Armada Nacional al obtener la información básica de cada una y técnica de motores, equipos de refrigeración y cantidad de personal en un proceso un poco largo debido a que ésta no se encuentra centralizada o actualizada en los sistemas de información que se tienen como lo es la plataforma SAP³. En este análisis se comprueba que el perfil

³SAP® software. <http://www.sap.com/index.epx> - plataforma de manejo integral de datos corporativos.

operacional de los buques de la ARC es muy variable entre cada uno debido a que se consideran operaciones donde no se requiere viajar de un puerto a otro y así mantener una carga de motor relativamente constante, sino que por el contrario se deben realizar pausas para establecer controles de área y demás patrullajes que se designen, al igual que no existe una correlación entre la potencia de los motores propulsores y los generadores (Figura 1) ni entre la cantidad de personal y la potencia eléctrica requerida a bordo (Figura 2), debido a que existen diferentes capacidades de operación (guerra submarina, aérea, de interdicción, de apoyo, etc.) que varían sustancialmente la cantidad de equipos y personal requerido.

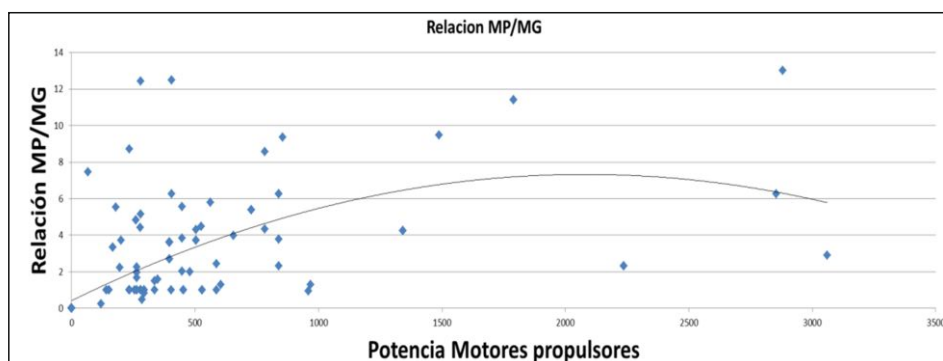


Figura 1. Relación MP/MG de las Unidades a flote de la ARC

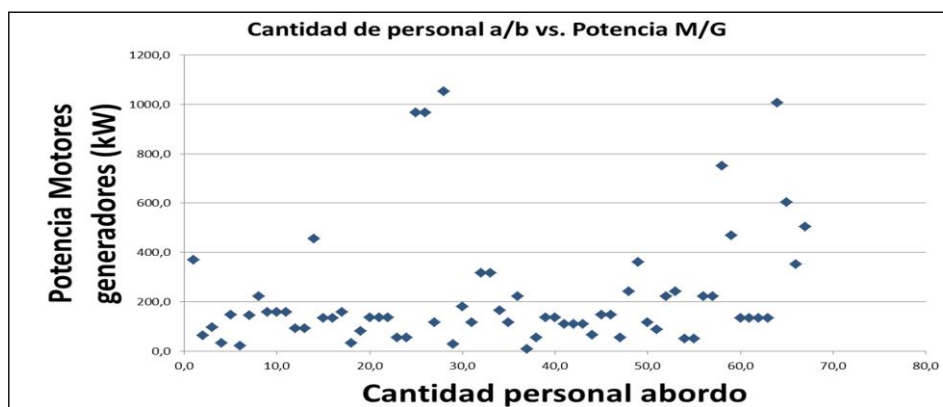


Figura 2. Comparación de la cantidad de personal a/b con la potencia de sus motores generadores

En el mismo sentido se indagó por conocer la eficiencia energética de los motores diésel y sus oportunidades de mejorar su rendimiento global, encontrando que en promedio se tiene un 65% de energía no aprovechada y que considerando las condiciones reales de intercambio de calor se puede lograr el uso de un 37% del total entregado por el combustible para cogenerar (Caterpillar), (García Garrido & Fraile Chico, 2008), (Internacional Energy Agency, 2008), (Wang, Zhang, & Peng, 2011). Es así que se determina acuerdo los rubros ejecutados en los últimos años que aproximadamente en la ARC se podría utilizar una energía que en la actualidad se está disipando al ambiente por un valor de \$4'136.548 USD⁴ aproximadamente, tal y como se puede ver en el diagrama 1, derivado del total del rubro utilizado en la compra de combustible. (Oficina de Planeación Logística - Armada Nacional, 2012).

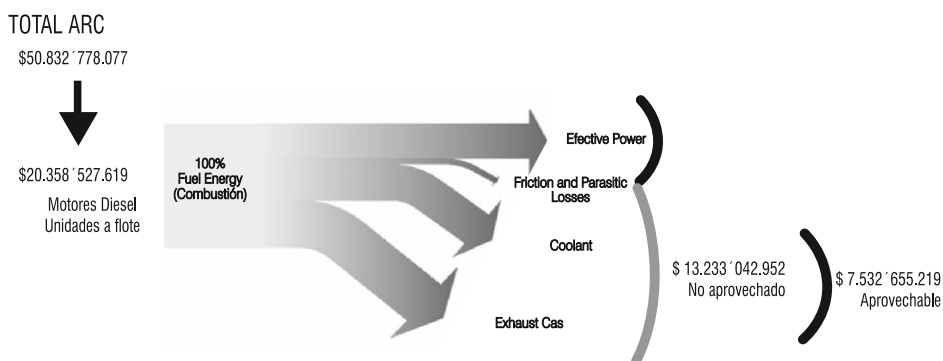


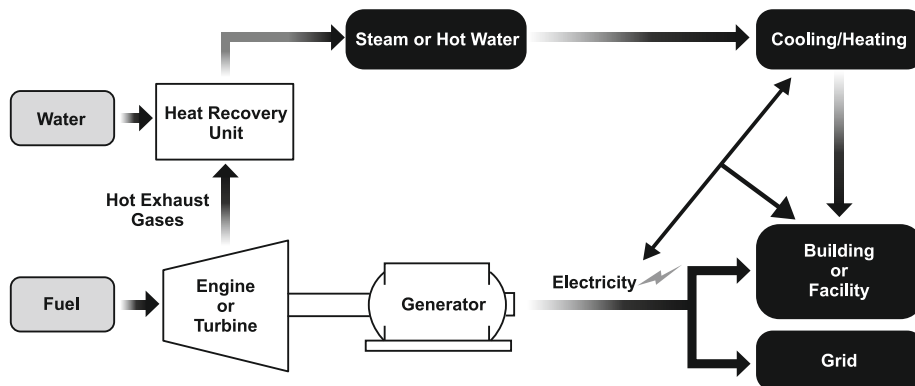
Figura 3. Distribución del rubro de compra de combustible en la ARC
Fuente. <http://www.cleargas.org/>

3. COGENERACION

En general la cogeneración procura utilizar una sola fuente de energía (en el caso estudiado el combustible) para producir dos o más procesos útiles (propulsión y/o generación y otro proceso). En la Figura 3 se muestra un ejemplo de cogeneración donde se produce electricidad y vapor a partir del combustible en una sola máquina principal.

⁴Este valor se considera aproximado pues se deriva de un promedio de rendimientos y sistemas de escape entre las marcas de motores diésel más utilizadas en la Armada Nacional y no un estudio detallado de cada uno de ellos por separado. Tasa de cambio a fecha 03/DIC/12 – 1821.00 COP= 1USD

En el caso estudiado, lo principal es entender cuáles motores pueden cogenerar y en qué se podría aprovechar el calor emitido. Para esto se entiende que por configuración, los más opcionados son los motores diésel los cuales se encuentran en cuartos de máquinas donde se pueden instalar equipos adicionales, contrario a los motores de gasolina fuera de borda que no permiten una instalación similar por su ubicación en la lancha y por tanto no es objeto de éste estudio.



Fuente EPA (Environmental Protection Agency). Combined Heat and Power Partnership. Tomado de <http://www.epa.gov/chp/basic/index.html>

Figura 4. Diagrama general de cogeneración para un sistema de generación de electricidad

Por otro lado, a excepción del buque ARC Gloria, ningún otro buque está planeado para desarrollar operaciones en ambientes fríos y por tanto requieran calefacción, además que la necesidad de tener agua potable es casi constante para todos los buques y así aumentar su autonomía y bienestar. Por todo lo anterior se determinan que las tecnologías aplicables en las unidades a flote de la Armada Nacional son las de 1- refrigeración por sorción, 2- desalinización por evaporación, 3- calentamiento de ACS y 4- generación de electricidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada una de las tecnologías escogidas se estudiaron los diferentes avances, rendimientos, investigaciones y productos para lograr establecer unos valores de referencia en las necesidades de cada buque acuerdo sus datos particulares, desde un enfoque inicial y aproximado. Los criterios de estudio

establecidos son los mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de observación en las tecnologías de cogeneración analizadas

	REFRIGERACIÓN	DESALINIZACIÓN	ACS	GENERACIÓN
Motores generadores	SI	SI	SI	
Motores propulsores	SI			SI
Variables adicionales consideradas	Demanda de frío	Cantidad de personal	Cantidad de personal	Carga eléctrica del buque
Valores de referencia	Eficiencia equipos sorción = 0.5	20 gal/persona/día	9 litros/min Número de duchas	Eficiencia global = 0,0855 (intercambiador, turbina, alternador)

<ul style="list-style-type: none"> * Unidades Fluviales * Unidades en bahía * Instalaciones terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> * ARC Gloria * Unidades para transporte de tropa 	<ul style="list-style-type: none"> * ARC Gloria * Todas las unidades a flote 	<ul style="list-style-type: none"> * Grandes relaciones de MP/MG
---	---	--	---

Fuente: Elaboración propia

En general se estableció la potencia disponible de los motores para cogenerar el 94,59% de la potencia nominal, debido a la relación entre éste tipo de energías, determinada como $\frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Energía aprovechable para cogeneración}} = \frac{0.35}{0.37} = 0.9495$; lo anterior basado en el análisis de las energías aprovechables de los sistemas de enfriamiento del motor y gases de escape del mismo, considerando la temperatura mínima a la que pueden descender mencionados gases sin que se condensen y ocasionen corrosión a las tuberías, que dan como resultado una energía aprovechable promedio igual al 37% de la que ingresa por concepto de combustible. (García Garrido & Fraile Chico, 2008).

Como resultado de estos análisis iniciales se establecieron las siguientes relaciones destacadas así como el número total de buques que presentan relaciones

superiores a 1, dato que se encuentra al final de cada tabla como “Total buques”.

Formulación para desalinización:

Potencia requerida para desalinización =PRD

$$PRD = \text{Cantidad de personal} * 30 \frac{\text{gal}}{\text{persona} * \text{día}} * 3.785 \frac{\text{litro}}{\text{galón}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} * 0.448 \frac{\text{kWh}}{\text{litro}}$$

Tabla 2. Mayores relaciones para desalinización (Unidades navales)

UNIDAD	Potencia disponible propulsores/Potencia requerida para desalinización
ARC Pijao*2	71,88595635
ARC Providencia	14,61875196
ARC José María Palas	12,32363917
ARC José María García y Toledo*2	11,71026674
ARC Almirante Padilla*4	11,13748195
ARC Malpelo	10,9153801
ARC 20 De Julio	9,493495067
ARC Cabo Tiburón*2	9,096192065
ARC 11 de Noviembre	7,501889627
ARC Quitasueño	7,318916709
TOTAL BUQUES	36

Fuente: Elaboración propia

*Las unidades señaladas con asterisco representa el número de buques “hermanos” o desarrollados en el mismo astillero bajos los mismos diseños y características técnicas. (Aplica para las tablas 2 a 6)

La potencia del A/A tomada para cada buque, corresponde a la demanda de frío, es decir las toneladas de refrigeración necesarias convertidas a valores de kW pero no representan el consumo eléctrico realmente, pues para los equipos de refrigeración por compresión se manejan eficiencias altas de 0.8 - 1.2 kW por tonelada de refrigeración aproximadamente, mientras que en los equipos de sorción se manejan rangos de 5.25 kW por tonelada de refrigeración, o sea una eficiencia de 0.66 aproximadamente, por lo que la potencia disponible se multiplica por éste factor y se divide por la carga de frío del buque.

Tabla 4. Mayores relaciones para desalinización (Unidades fluviales)

UNIDAD	Potencia disponible propulsores/Potencia requerida para desalinización
ARC Tenerife*8	26,15155219
PRF 320*3	18,83669594
ARC TBT 387*3	18,22906058
ARC CP. Filigonio Hichamon	11,89323965
ARC Diligente	6,587025039
TOTAL BUQUES	46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Mayores relaciones para refrigeración por sorción (Motores propulsores)

UNIDAD	Potencia disponible propulsores/Potencia requerida de refrigeración
ARC Arica*3	135,2000362
ARC TBT 387*	60,84001631
ARC Medardo Monzón Coronado	48,30943439
ARC Cabo Tiburón*2	45,29009474
ARC TECIM Jaime E. Cárdenas Gómez	45,04854757
ARC Rafael del Castillo y Rada	40,15718385
TOTAL BUQUES	78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Mayores relaciones para refrigeración por sorción (Motores generadores)

UNIDAD	Potencia disponible propulsores/Potencia requerida de refrigeración
ARC José María Palas	4,9978935
ARC TE Juan Lucio*3	4,2611428
ARC Bahía Cupica*2	3,1959523
ARC Cabo Tiburón*2	2,8559933
ARC TEFIM Juan Ricardo Oyola Vera	2,6642857
ARC ProvidenciaARC CPCIM.	2,6631904
Guillermo Londoño Vargas*2	2,198035
TOTAL BUQUES	36

Fuente: Elaboración propia

Para la generación de electricidad se toma como base la energía disponible de los motores propulsores, multiplicando por algunos factores de eficiencia de las máquinas ser utilizadas y así tener una potencialidad de generación eléctrica.

Potencia motores $x a x b x c$

$a = 0.92$ (Eficiencia alternador)

$b = 0.9$ (Eficiencia intercambiador de calor, evaporador)

$c = 0.1$ (Eficiencia turbina de vapor).

En esta última se deja un valor muy bajo para tener un factor de seguridad respecto a la eficiencia de estas turbinas normalmente, sobre todo teniendo en cuenta que la temperatura con la que se va a evaporar es relativamente baja (400°C de los gases de escape) y se encuentra que la energía del vapor no será muy alta.

Tabla 7. Mayores relaciones generación de electricidad

UNIDAD	Potencia disponible propulsores/Potencia eléctrica del Buque
ARC Arica*3	15,89445
ARC Almirante Padilla*4	3,85837
ARC TBT 387*3	3,12109
ARC 11 de Noviembre	2,11645
ARC TECIM Jaime E. Cárdenas Gómez	1,85409
ARC Medardo Monzón Coronado	1,85341
PRF 320*3	1,56055
ARC Rafael del Castillo y Rada	1,54121
ARC Cabo Corrientes	1,52325
ARC Tenerife*9	1,44437
ARC CS. Carlos Rodríguez	1,39650
ARC Valle del Cauca	1,02031
ARC Cabo Tiburón*2	1,01689
ARC Manacacias	1,01689
ARC Vengadora	1,01147
TOTAL BUQUES	33

Fuente: Elaboración propia

Para calentar un flujo de 8 gal/persona/día como ACS (Agua caliente sanitaria) para la ducha, en un flujo que surta a una cantidad de duchas igual a $\frac{1}{3}$ (cantidad de personas), se requiere el siguiente valor de calor

$$= \frac{\text{Cantidad de personal}}{6} * 9 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}} * \frac{1000\text{g}}{1\text{litro}} * 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} * (50^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}) * \frac{4.1868\text{J}}{1\text{cal}} * \frac{1\text{min}}{60\text{s}} * \frac{1\text{kW}}{1000\text{w}}$$

Lo anterior teniendo en cuenta que Por norma de clasificación ABS "CREW HABITABILITY ON SHIPS" se debe tener de una ducha por cada 6 tripulantes y un aumento de 20°C es suficiente para dar un confort al personal en la ducha.

Como resultado el 100% de los buques cumple éste requerimiento para los motores propulsores y un 82% para los motores generadores.

5. CONCLUSIONES

En el ámbito naval ya existen tecnologías de aprovechamiento sobre todo las difundidas por los buques mercantes en calentamiento de carga y espacios habitables. En los buques de la ARC se detectó un gran potencial de implementación y se recomienda el estudio a profundidad y detallado en cada una de las alternativas estudiadas (refrigeración por sorción, desalinización, ACS – HVAC y generación de electricidad) recomendando algunos buques en específico para cada caso.

Se recomienda realizar proyectos de investigación encaminados a determinar viabilidades de implementación de sistemas de cogeneración de energía eléctrica y refrigeración para las instalaciones militares de la Armada Nacional y así disminuir costos de funcionamiento y tener planes alternos en caso de blackout para no reducir su seguridad física.

REFERENCIAS

ANES (ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGIA SOLAR). (s.f.). Obtenido de: <http://www.anesmichoacan.mx/anes2009/jueves10sept2009/4Poligeneracion%20de%20energia%20y%20agua%20%20estado%20de20las%20tecnologias%20y%20posibles%20aplicaciones.pdf>.

Caterpillar. (s.f.). Colling System - Application and instalation guide (Manual).

Federación de la Energía de la comunidad de Madrid - Fenecom. (s.f.).

Guía de la cogeneración. Obtenido de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Cogeneracion-fenercom-2010.pdf>

García Garrido, S., & Fraile Chico, D. (2008). *Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas*. España: Diaz de Santos.

Internacional Energy Agency. (2008). *Combinated Heat and Power Evaluating the benefits of greater global investment*. Paris.

Jefatura de Operaciones Logísticas - Armada República de Colombia. (2012). *Orden Administrativa 001*.

Oficina de Planeación Logística - Armada Nacional. (2012). *Envío información estadística rubro de compra de combustible*. Bogotá D.C.

Wang, T., Zhang, Y., & Peng, Z. (2011). A review of reseraches on thermal exhaust heat recovery with Rankine cycle.

HYDRAULIC DESIGN OF COLD WATER CIRCUIT FOR AIR CONDITIONS SYSTEM IN THE RIVER SUPPORT PATROL VESSEL

Diana Marcela Ramírez Wilches^a

dramirez@cotecmar.com

Fecha de recepción: agosto de 2012, Fecha de aceptación: enero de 2013

Abstract: The process of auxiliary systems ship design is based on the selection of materials and equipment of each of the auxiliary systems that attending the services of the ship as they are the bilge, ballast, drinking water, fuel consumption, air conditioning among others, the object of this work is the design of circulation of cold water to the climate control system in a Fluvial Support Patrol Vessel developed by the Direction of Research, Design and Innovation of COTECMAR, this work is intended to analyze the hydraulic calculation considering the different combinations of the factors involved in the process as such as the material of pipe, the pipe diameter, equivalent length, diameter of impeller pump and types of valves. We identified the optimal values through the appropriate selection of diameters, lengths and valves to minimize losses in the system given that these constitute one of the factors which deplete efficiency in a system (LEÓN & CRUZ, 2007). In this work were developed two designs of experiments, one to screening the process and find the most significant factors in the calculation of the losses total circulation of cold water circuit, and a second experiment of background to analyze the effects of factors and their optimal combinations to minimize the total losses in the system. Hydraulic calculations of the circulation of cold water circuit were developed in the fluid analysis software Pipe Flow Expert. Experimental data were processed in the statistical software STATGRAPHICS Centurion XV. In the same way in this work gets a mathematical expression to predict the behaviour of total losses from the adjustment and the regression model of the collected dates in experiments carried out.

^a Designer of Naval Equipment and Propulsion Department- Office of Research, Design and Innovation of COTECMAR, Cartagena D, T and C, Colombia.

Keywords: Estuary, circulation, residual currents, temperature and salinity gradients, forcings.

Resumen: El proceso de diseño básico de sistemas auxiliares de un buque se basa en la selección de los materiales y equipos de cada uno de los sistemas auxiliares que asisten los servicios del buque como lo son el achique, lastre, combustible, agua potable, aire acondicionado entre otros, el objeto de este trabajo es el diseño del circuito de circulación de agua fría para el sistema de climatización de un buque tipo patrullera de apoyo fluvial desarrollada por la dirección de investigación diseño e innovación de COTECMAR, en este trabajo se pretende analizar el cálculo hidráulico estudiando las diferentes combinaciones entre los factores que intervienen en el proceso como tales como el material de tubería, diámetro de la tubería, longitud equivalente, diámetros de impeler de la bomba, tipos de válvulas entre otros. Se determinaron los valores óptimos mediante la selección adecuada de diámetros, longitudes y válvulas para minimizar las pérdidas en el sistema dado que estas constituyen uno de los factores que empobrecen la eficiencia en un Sistema (LEÓN & CRUZ, 2007). En este trabajo se desarrollaron dos diseños de experimentos, uno para tamizar el proceso y encontrar los factores más significativos en el cálculo de las pérdidas totales en el circuito de circulación de agua fría, y un segundo experimento de fondo para analizar los efectos de los factores y sus combinaciones óptimas para minimizar las pérdidas totales en el sistema. Los cálculos hidráulicos del circuito de circulación de agua fría fueron desarrollados en el software de análisis de fluidos Pipe Flow Expert. Los datos experimentales fueron procesados en el software estadístico STATGRAPHICS Centurión.

Palabras clave: Hidráulica, Chiller, Patrullera de río, Pipe Flow Expert.

1. INTRODUCTION

There are various types of refrigeration units in design systems of air

conditioning for naval vessels either compression or absorption being the compression the most used. In the case of the system of air conditioning of the Support River Patrol Vessel, designed and built in COTECMAR a compression refrigeration plant was used with chillers and fan coils units with cooling through a closed- circulation circuit of cold water, for the distribution of air in the accommodation area of the ship. In Figure 1 is possible to see the functionality of the system by the schematic design of the same.

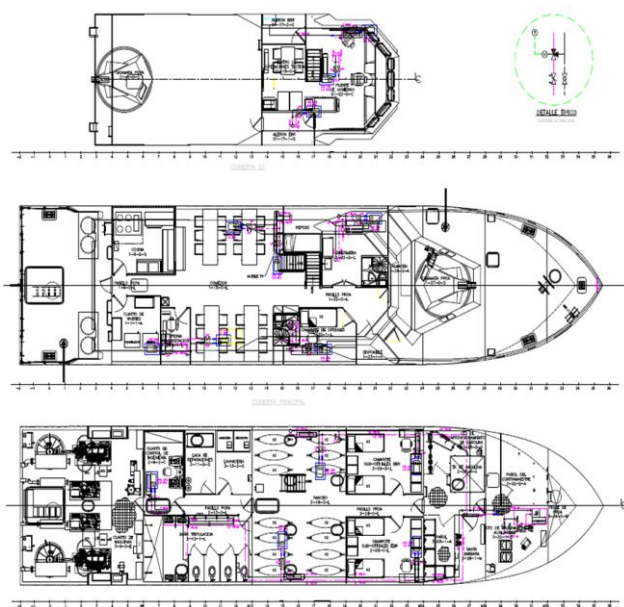


Figure 1. Schematic drawing of cold water circulation

In the basic design of the air-conditioning system in addition to the thermal load calculations that dimensioning the cooling unit, hydraulic calculations of circulating cold water circuit which is the subject of this work of experimentation is important(LINARES, 2007).

Different factors are involved in hydraulic calculations for water circulation circuits as the diameter of pipeline, the type of accessories and fittings used in the route which is represented by the equivalent length of the system, the material of the pipe, the type of valves, among others which allow to have an

appropriate selection of the pump itself for such a system.

This experimentation aims to obtain the combination of diameter of impeller pump, pipe diameter pipe, accessories and valves that tolerate more variations of the system performing minor lost totals due to friction and the components of the system, in order to optimize the current design.

- The air conditioning system installed on board the ship is currently comprised of the following elements:
- A Chillers unit with rated capacity of 16 tons of refrigeration, condensation by water, formed by four compressors scroll type, two evaporators shell and tube type, four condenser tube-tube type with coolant R-134.
- A centrifuge pump for the movement of water cold IG-IHM model Euro-Line 3 x 18 with 180 mm of impeller diameter.
- Fourteen fan coil units with the following capacities; two units of 11400 btu/h, five of 17300btu/h and seven from 9000btu/h, distributed in the accommodation area of the ship.

An isometric view of the system can be seen in Figure 2.

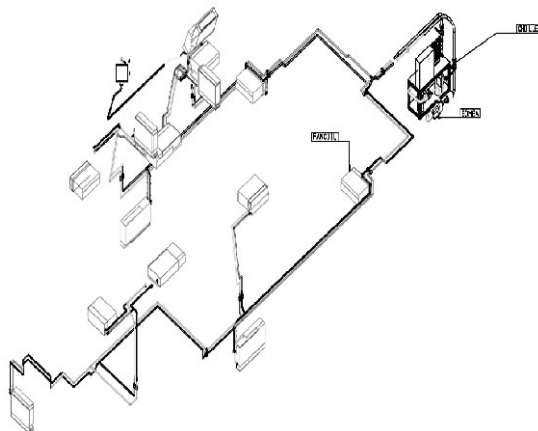


Figure 2. The air conditioning system isometric view

2. EXPERIMENTAL DESIGN

2.1 Selection of the screening design

To carry out experimentation proceeded to make a first design factorial type by 25 for the procedure of screening which presents 32 experimental conditions. The factors of entry levels which were considered in this experimentation can be seen in the table 1:

Table 1: Screening experiment input parameters

Parameters	Symbol	Levels	
		Min	Max
Pipe Diameter (DN)	A	50	65
Diametro Impeler	B	129	152
Valves type	C	Butterfly	Gate
Long Eq	D	3,87	5,03
Roughness Material	E	0,0015	0,046

Transported flow stood at 64 gpm which is the required flow for the functioning of the installed fan coils. Responses to analyze variables are: speed of the fluid and the total losses due to friction and pipe fittings. Experimentation will take place in the fluid analysis software Pipe Flow Expert, the experimental model does not include replies because the bullfights are developed software which does not have the natural variability of the process involved. Figure 3 presents the representation of the system in the fluid analysis software.

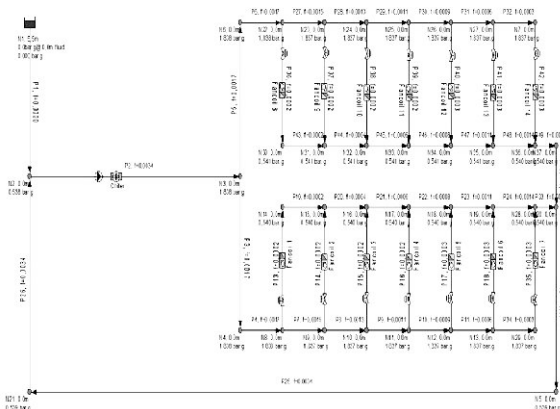


Figure 3. Outline of analysis in Pipe Flow Expert

2.2 Results of the screening design

Table 2 presents the results of the 32 experimental conditions associated with variables result.

Table 2: Experimentations results

A:Pipe diameter DN (mm)	B: Impeler (mm)	C:Valves	D:Long Eq k	E:Material (mm)	Speed m/s	Perdidas M
50	129	Buterfly	3,87	0,0015	2,076	6,866
65	129	Buterfly	3,87	0,0015	1,344	2,589
50	152	Buterfly	3,87	0,0015	2,076	6,866
65	152	Buterfly	3,87	0,0015	1,344	2,589
50	129	Gate	3,87	0,0015	2,076	4,994
65	129	Gate	3,87	0,0015	1,344	1,848
50	152	Gate	3,87	0,0015	2,076	4,994
65	152	Gate	3,87	0,0015	1,344	1,848
50	129	Buterfly	5,03	0,0015	2,076	9,767
65	129	Buterfly	5,03	0,0015	1,344	3,737
50	152	Buterfly	5,03	0,0015	2,076	9,767
65	152	Buterfly	5,03	0,0015	1,344	3,737
50	129	Gate	5,03	0,0015	2,076	7,895
65	129	Gate	5,03	0,0015	1,344	3,000
50	152	Gate	5,03	0,0015	2,076	7,895
65	152	Gate	5,03	0,0015	1,344	3,000
50	129	Buterfly	3,87	0,046	1,865	5,888
65	129	Buterfly	3,87	0,046	1,307	2,585
50	152	Buterfly	3,87	0,046	1,865	5,888
65	152	Buterfly	3,87	0,046	1,307	2,585
50	129	Gate	3,87	0,046	1,865	4,377
65	129	Gate	3,87	0,046	1,307	1,880
50	152	Gate	3,87	0,046	1,865	4,377
65	152	Gate	3,87	0,046	1,307	1,880
50	129	Buterfly	5,03	0,046	1,865	8,228
65	129	Buterfly	5,03	0,046	1,307	3,672
50	152	Buterfly	5,03	0,046	1,865	8,228
65	152	Buterfly	5,03	0,046	1,307	3,672
50	129	Gate	5,03	0,046	1,865	6,717
65	129	Gate	5,03	0,046	1,307	2,971
50	152	Gate	5,03	0,046	1,865	6,717
65	152	Gate	5,03	0,046	1,307	2,971

For the statistical analysis of the obtained experimentally values to employment the software STATGRAPHICS Centurion XV which was analysed each of the output of the variables process.

2.3 Analysis of the losses in the system

As you can see in Figure 4 the most significant variables for losses by pipe and accessories are the diameter of the pipe, the equivalent length of the system; in a second instance of significance are the type of valves, the roughness of the material of the pipe, the interaction of the diameter of the pipe and the equivalent length, the interaction of the diameter and material, and the interaction of the diameter of the pipe and the type of valves.

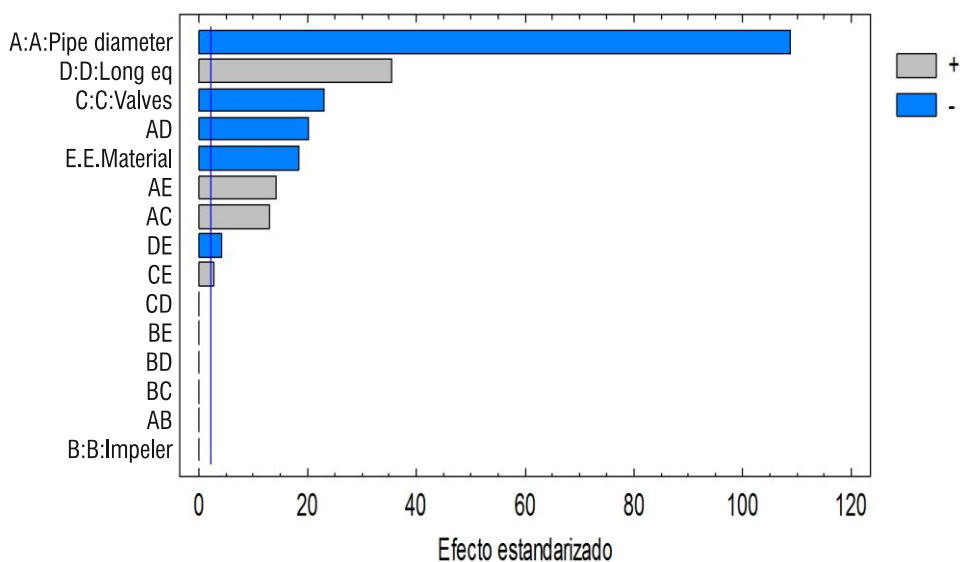


Figure 4. Pareto diagram for the lost totals

The significance of these factors and their interactions can be seen highlighted in red in the table III relevant to the analysis of variance for the system total losses due to friction and accessories.

Table 3: Analysis of variance for total losse

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:A:Pipe diameter	131,625	1	131,625	11843,43	0,0000
B:B: Impeler	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
C:C:Valves	5,85474	1	5,85474	526,80	0,0000
D:D:Long eq	14,0354	1	14,0354	1262,88	0,0000
E:E:Material	3,71426	1	3,71426	334,20	0,0000
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
AC	1,88374	1	1,88374	169,50	0,0000
AD	4,506	1	4,506	405,44	0,0000
AE	2,25356	1	2,25356	202,77	0,0000
BC	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
BD	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
BE	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
CD	0,000008	1	0,000008	0,00	0,9789
CE	0,0788045	1	0,0788045	7,09	0,0170
DE	0,193442	1	0,193442	17,41	0,0007
Error total	0,177821	16	0,0111138		
Total (corr.)	182,73	31			

Just as in Figure 5 can be seen the main effects of each of the factors on the total loss, each of the lines indicates the change estimated in losses according to each factor (diameter of pipe, type of valves, pipe materials and equivalent length) is moved below its upper level. Of the main effects graphic notes that as the diameter of the pipe increase the losses diminish and as the equivalent length increases the losses in the system also increases.

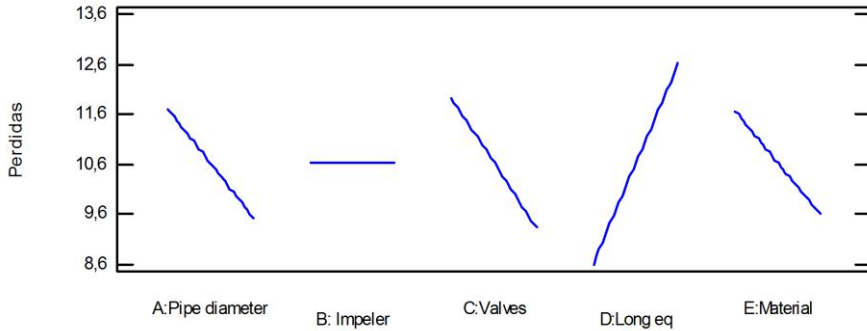


Figure 5: Main effects for total loss drawing

2.4 Analysis of the speed of the flow

The recommended speed of the fluid in a pipe for this kind of application should be between 1.5-3 m/s to maintain the allowable noise levels set for water in movement, as well as the effects of erosion in the pipes (CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY).

In the experiment the diameter selected for the system have a speed within these ranges, as expected for a steady stream as diameter moves from the minimum value to its maximum value is decreased the speed, in the same way as the roughness of the material increases with the speed decreases; This can be seen in Figure 6 for the graphics of the main effects. Likewise you can see that the speed is not affected when moving values between the minimum and maximum of factors equal length, the diameter of the impeller pump and valves type.

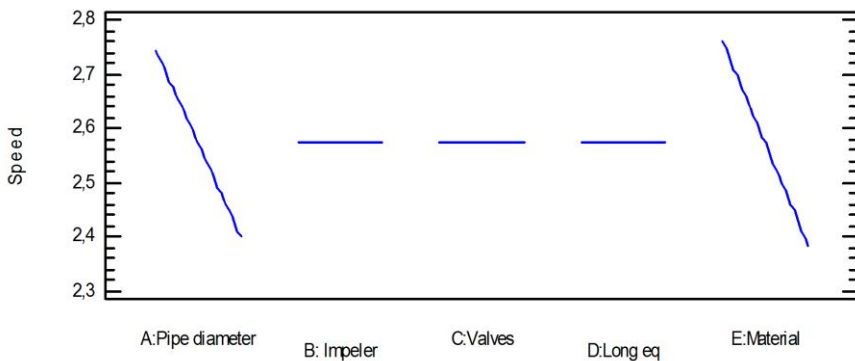


Figure 6: Graph of Main effects

In Figure 7 can be seen the factors that are significant to the speed of flow which are the type of material of the pipe, the diameter of the pipe and the second degree significantly, the interaction between these two factors.

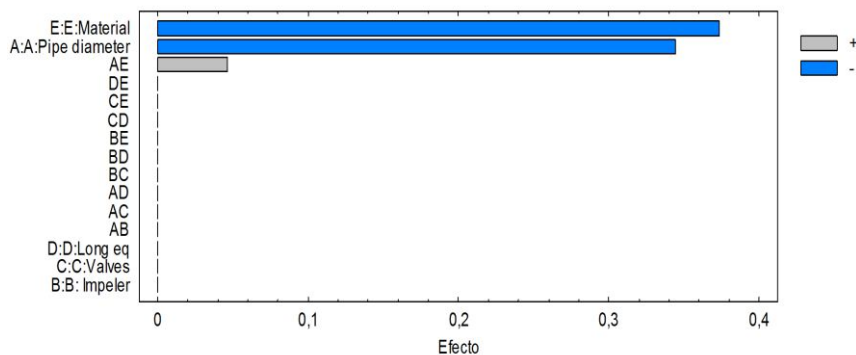


Figure 7. Pareto diagram for speed

The experiment of screening can be seen that the most significant variables in the process of the hydraulic circuit design of circulation of cold water to the air conditioning system are the material of the pipe, the diameter of the same, the equivalent length of the system and the type of valves. These factors are input to a second experiment of background which will allow us to make an approximate regression of the equation that governs the loss in the pipe.

2.5 Selection of the experimental background design

For the background experiment three levels of the factors that were most significant in the experiment of screening are analyzed, in the table IV can be seen used levels for the realization of the experiment factorial type 3^3 for a total of 27 experimental conditions and factors. Given that the size of the impeller pump is not significant that remains in 129 mm at this stage of the experiment. In the case of material of the pipe is a significant factor but because the use of materials with minor roughness such as polymers (PVC) is restricted in some marine applications depending on the fire rules to be used, for this stage of the experiment the roughness will be maintained in 0,0015 mm is the roughness for copper pipes to simplify a bit experimental conditions, and is more common to use copper pipes for this application.

The experimentation took place again in the fluid Pipe Flow Expert analysis software, and the results will be analyzed in the statistical software STATGRAPHICS Centurion XV.

Table 4: The experiment of Fund input parameters

Parameters	Symbol	Levels		
		Min		Max
Pipe Diameter (DN)	A	40	50	65
Long Eq	B	3,87	5,03	7,05
Valves type	C	Buterfly	Gate	Ball

3. RESULTS AND DISCUSIÓN

Table 5 response of each of the carried out experimental conditions variables are appreciated.

Table 5: Experimental Results

A:Pipe diameter (mm)	B: Lon Eq m	C:Valves k	Speed m/s	Total Loss m
40	3,87	Butterfly	3,236	19,509
50	3,87	Butterfly	1,849	5,504
65	3,87	Butterfly	1,197	2,0732
40	5,03	Butterfly	3,236	3,800
50	5,03	Butterfly	1,849	6,947
65	5,03	Butterfly	1,197	2,6952
40	7,05	Butterfly	3,236	7,322
50	7,05	Butterfly	1,849	7,805
65	7,05	Butterfly	1,197	2,9841
40	3,87	Gate	3,236	4,578
50	3,87	Gate	1,849	4,019
65	3,87	Gate	1,197	1,4861
40	5,03	Gate	3,236	8,869
50	5,03	Gate	1,849	5,462
65	5,03	Gate	1,197	2,1082
40	7,05	Gate	3,236	2,391
50	7,05	Gate	1,849	6,319

65	7,05	Gate	1,197	2,3971
40	3,87	Ball	3,236	4,002
50	3,87	Ball	1,849	3,83
65	3,87	Ball	1,197	1,4071
40	5,03	Ball	3,236	8,292
50	5,03	Ball	1,849	5,274
65	5,03	Ball	1,197	2,0292
40	7,05	Ball	3,236	1,814
50	7,05	Ball	1,849	6,131
65	7,05	Ball	1,197	2,318

3.1 Analysis of total losses.

Figure 8 shows the most significant variables for total losses are the diameter of the pipe in its linear and quadratic component, equivalent length; a second grade of significance of the interaction between the material and the equivalent length of the system, as well as the type of valves and the interaction between the valves and the diameter is also significant in a second degree of importance.

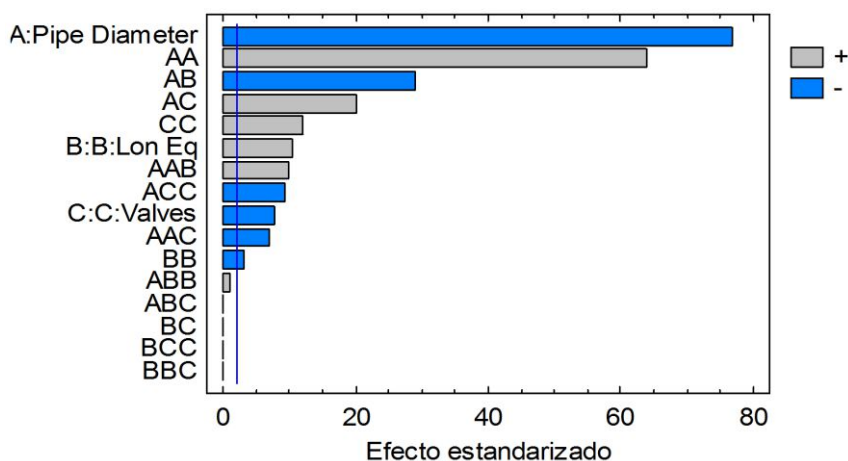


Figure 7: Pareto diagram for total losses

Total losses are diminished as the diameter of the pipe increases, and at the same time losses decline as the equivalent length of the system decreases, these effects are analysed and observed from Figure 8.

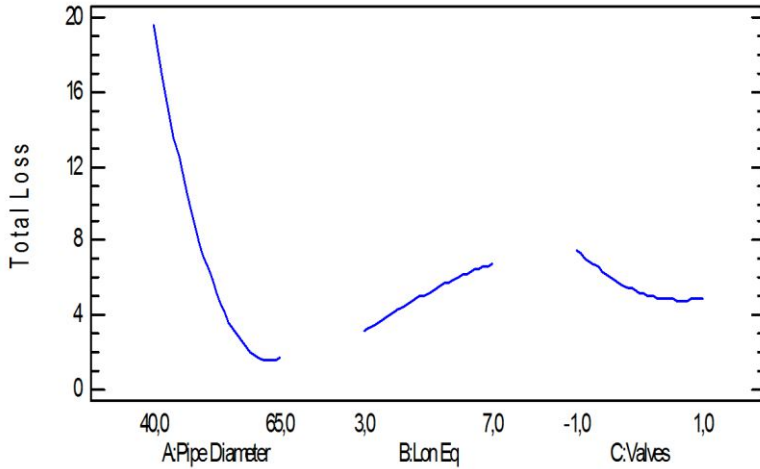


Figure 8: Graph of main effects

At the same time losses are diminished with the implementation of ball valves.

Verification of assumptions of normality par total missed wings can be seen from Figure 9

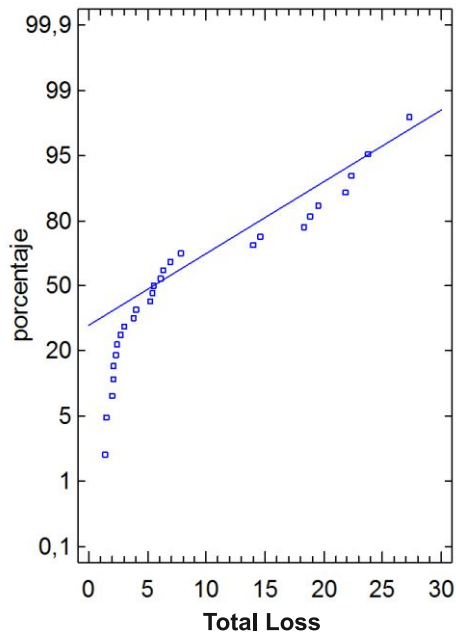


Figure 9: Graph of Normal Probability

Analysis of variance for the experimental results, which confirm the significance of the factors mentioned above for this process can be seen in table VI.

Table 6: Analysis of variance for total losse

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:A:Pipe Diameter	252,835	1	252,835	5890,96	0,0000
B:B:Lon Eq	4,7633	1	4,7633	110,98	0,0000
C:C:Valves	2,52071	1	2,52071	58,73	0,0000
AA	176,013	1	176,013	4101,04	0,0000
AB	35,7248	1	35,7248	832,37	0,0000
AC	17,5813	1	17,5813	409,64	0,0000
BB	0,474703	1	0,474703	11,06	0,0077
BC	8,33333E-8	1	8,33333E-8	0,00	0,9989
CC	6,3229	1	6,3229	147,32	0,0000
AAB	4,24841	1	4,24841	98,99	0,0000
AAC	1,99704	1	1,99704	46,53	0,0000
ABB	0,0474514	1	0,0474514	1,11	0,3178
ABC	1,25E-7	1	1,25E-7	0,00	0,9987
ACC	3,69857	1	3,69857	86,18	0,0000
BBC	2,77778E-8	1	2,77778E-8	0,00	0,9994
BCC	2,77778E-8	1	2,77778E-8	0,00	0,9994
Error total	0,429191	10	0,0429191		
Total (corr.)	1779,58	26			

3.2 Regression

Performing a regression non linear and constant equal to zero, the equation those best suits the analyzed process is given by the following expression:

$$\text{Total Loss} = 0,14 A - 0,0012 A^2 - 0,138 AB + 8,22 B$$

Where A is the pipe diameter and B is the equivalent length of the system. The correlation factors and total losses were verified for the regression. It also verified the significance of the coefficients of regression and the self regression. Regression introduced a regression coefficient of $r^2 = 0,84$ in Figure 10 you can observe the independence of the residual checking so this is regression model more successful for predicting total losses of the system.

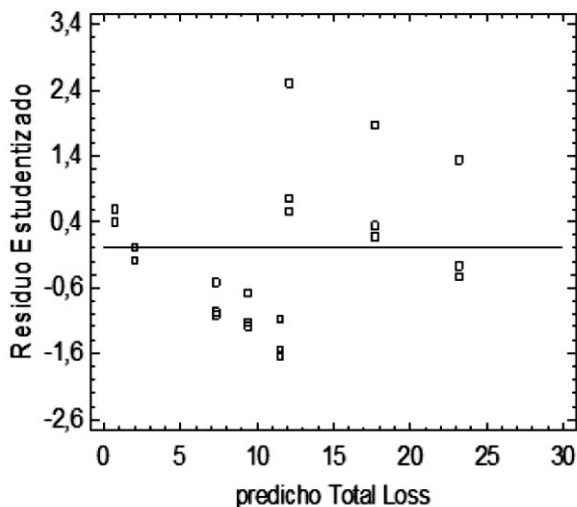


Figure 10: Graph of residual

3.3 Optimization

To minimize the total losses in pipe higher pipe diameters should be chosen and under equivalent length to a lower value of lost this can be seen in the graphic of contour surface of Figure 11, table VII are the combination of optimal

values desirable for each of the factors that allow minimizing the losses in the system.

Factor	Low	High	Optimus
A:Pipe Diameter	40,0	65,0	61,1389
B:Lon Eq	3,87	7,05	4,05333
C:Valves	Butterfly	Ball	Ball

Response	Optimus
Total Loss	1,2005

Table 7: Optimums Values

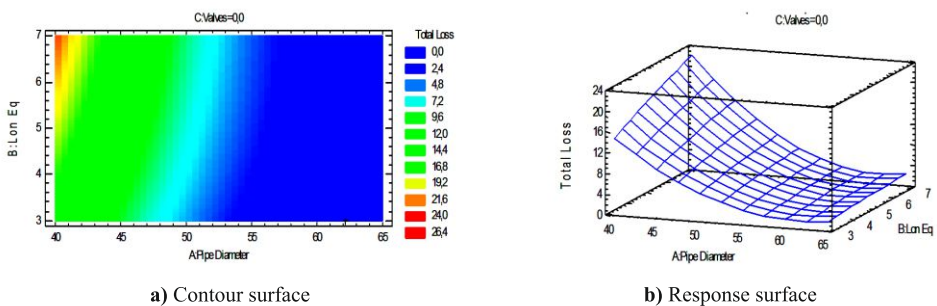


Figure 11. Response and contour surface graphics

4. CONCLUSIONS

- Factors that are significant in the hydraulic system of water circulation design for a Patrol River Vessel are the diameter of pipeline, the type of material, the equivalent length of the system and the type of valves to use.
- The diameter of the pump has no significant effect on the total losses of the system.
- For flow required by the units, fan coil system is necessary to keep the diameter of the pipe in a nominal value above to 40 mm, in order to maintain the speed of the flow in the recommended ranges.
- Combining optimal of factors to minimize the losses is diameter of pipe 60 mm, length equivalent 4.05 m and ball valves.

- The role of regression to the total loss depends on the diameter of the pipe in its linear and quadratic component and equivalent length in the system.
- The contour of the surface of response graph shows a desirable value to minimize losses to increase in diameter and decrease the length.

REFERENCES

Flow Serve Corporation. (2000). FLOWSERVE, Pump engineering manual. United Estates of America.

CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. (s.f). Handbook of Air Conditioning System Desing. Barcelona Mexico: Marcombo Boixareu Editores.

Chan, W.P., Jin, H.J., & Yong, T.K. (2004). Energy consumption characteristics of absorption chillers during the partial load operation. International Journal of Refrigeration, 27, 948-954.

Kirsner, W. (s.f). The demise of primary-secondary pumping paradigm for Chilled water plnat desingn. Atlanta, HPAC.

LEÓN, K., & CRUZ, J. (2007). Use of Absortion Chillers as an diagnosis for energy optimization of the system of circultion water cold type River tanker vessels built. Cartagena: Cotecmar. Technologic University.

LINARES, J. (2007). Use of absortion Chiller as an Alternative to Split Compresion Chillers for Home Air Conditioning. Pontificia Madrid University.

Lugo, R., Sierra, A., & De Armas, M. (August 19, 2005). Document: Evaluation of energy conversion ad energy consumption of ship type tender of second

generation system.

Montgomery, D. (2001). *Design and Analysis of Experiments*, 5th edition. Arizona State University.

StatPoint Technologies, Inc. (2006). *STATGRAPHICS Centurion XV, User Manual*.

Valencia, & Martinez. (March 6, 2009). Evaluation of the current conditions of operation and arrangement of improvements to the system of air conditioning of a military vessel.

DETERMINATION OF THE BASE LINE FOR THE ANALYSIS OF SHIP "RADAR CROSS SECTION" (RCS) BY USING TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE TOOLS

Vladimir Díaz^a Karen Domínguez^b
vdiaz@cotecmar.com kdominguez@cotecmar.com

Jymmy Saravia^c

jsaravia@cotecmar.com

Fecha de recepción: julio de 2013, Fecha de aceptación: septiembre de 2013

Abstract: This work presents the application of a technological surveillance process by using Goldfire and VantagePoint tools to determine the state-of-the-art of Radar Cross Section (RCS) within the framework of the research project "Exploration of Tools to predict Radar Cross Section (RCS) of Coastguard Patrol Boats". The exercise stems from understanding radar behavior and is supported on the technological surveillance process conducted with scientometric analysis; thereafter, it presents the analysis and listings of each of the results obtained, finally arriving at a conclusion that summarizes the state-of-the-art and makes recommendations on how to guide the research project.

Keywords: Radar detection, Radar Cross Section, Software tools, Technological surveillance, Ships.

Resumen: Este trabajo presenta la aplicación de un proceso de vigilancia tecnológica mediante el uso de las herramientas Goldfire y VantagePoint para la determinación del estado del arte de la Sección Transversal de Radar (Radar Cross Section - RCS) en el marco del proyecto de investigación "Exploración de Herramientas para predecir la Sección Transversal de Radar (RCS)

^aResearcher in the Direction of Research, Development, and Innovation (DIDESI), Science and Technology Corporation for the Development of Naval, Maritime and Riverine Industries - COTECMAR, Cartagena de Indias, Colombia.

^bTechnological Transference Manager in DIDESI, Science and Technology Corporation for the Development of Naval, Maritime and Riverine Industries - COTECMAR, Cartagena de Indias, Colombia.

^cHead of the Technological Division in DIDESI, Science and Technology Corporation for the Development of Naval, Maritime and Riverine Industries - COTECMAR, Cartagena de Indias, Colombia.

de Patrulleras de Costas”. El ejercicio parte del entendimiento del comportamiento del radar y se apoya en el proceso de vigilancia tecnológica realizado con herramientas de análisis cuantitativo, posteriormente presenta el análisis y las relaciones de cada uno de los resultados obtenidos, llegando finalmente a una conclusión que resume el estado del arte y da recomendaciones sobre la manera de orientar el proyecto de investigación. El resultado de este ejercicio permite obtener una comprensión completa sobre los conceptos, métodos de predicción, fabricantes, tipos de materiales usados, entre otros, identificando además los criterios incidentes en el manejo de la RCS de buques, así como las técnicas más frecuentes y usadas para reducción de la misma.

Palabras Clave: Detección Radar (Radar Detection), Sección Trasversal de Radar (Radar Cross Section), Herramientas Software (Software Tools), buques, absorbente, reducción.

1. INTRODUCTION

Technological management has been in charge since the 1990s of facilitating the execution of different processes that streamlines research, development, and innovation within any organization. One of the main processes implemented to recognize the environment, state of technologies, tendencies, players, among others, is technological surveillance, so that through it the necessary information can be obtained that permits organizations to make decisions focused on planning and guiding projects on research, development, and innovation.

This document discusses all the aspects directly influencing on the RCS variation, seeking the best way to reduce the radar signature of ships, exploring via search tools and technological surveillance, which permit effectively and efficiently developing the state-of-the-art of this theme. The result of this investigation provides support to the research project “Exploration of Tools to

Predict Radar Cross Section (RCS) of Coastal Patrol Vessel”, which seeks to identify and reduce the RCS of Coastal Patrol Vessel, design carried out within Cotecmar (Science and Technology Corporation for the development of Naval, Maritime and Riverine Industries).

Also, to conduct a complete study of this ship signature, Vantage Point and Goldfire tools were applied, through them permitting to screen the information obtained from literature searches in structured databases and navigation through a vast number of results to, thus, elaborate a subsequent analysis that clears the relationships and finds critical patterns that help to convert said information into knowledge.

1.1. TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE TOOLS

Vantage Point

Tool to analyze scientific articles and patents from databases, which permit quickly and efficiently processing large volumes of information (Search Technology 2012).

Goldfire

Software for innovation and knowledge management, which uses the method of the Theory of Inventive Problem Solving (TIPS) and a powerful research technology to provide decisive support in the resolution of technical problems, with facilities for collaboration and interaction among professionals. This software integrates knowledge bases, both from the Organization as from a global databank (IHS 2012).

Additionally, war ships must be designed to fulfill missions in scenarios with high levels of threats and danger caused by infrared or radar guided missiles, mines activated by acoustic, magnetic, or electric signatures, or acoustic or pressure self-guided torpedoes. (Vilches y Sierra 1999).

Low detection is one of the main objectives of design and construction in war ships, which is possible to achieve by reducing the ship's magnetic, infrared, acoustic, visual, etc., radar signatures; thereby managing to diminish the probability of detection and classification by enemy sensors. Given the aforementioned, this investigation focused on obtaining knowledge regarding the decrease of a ship's main signature (RCS) to be detected by enemy radars.

1.2. Radar behavior

To understand and analyze RCS behavior on surface boats, initially radar behavior is studied through its mathematical equation, which discusses the range of detection and the transmission characteristics, reception, antennae, target, and environment. Mainly, this equation is used to determine the maximum range at which given radar can detect a target and can be useful to understand the factors affecting radar performance and detection.

Two types of radars exist, bi-static and mono-static, where their main difference lies on the use of an antenna for transmission and a different one for reception in the bi-static, while the mono-static radar uses the same antenna for transmission and reception. Equation (1) for the mono-static radar,

$$P_t = \frac{P_t G^2 \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 R^4} \quad (1)$$

Where P_t is the power received by the radar in (Watts). P_t is the transmission power (Watts). G is the gain of the transmission or reception antenna, σ is the radar cross section (RCS) (m^2); λ is the wavelength of the radar's frequency of operation (m), and R between the radar range and the target (m).

The radar's maximum reach (R_{max}) is the distance beyond which the target cannot be detected. It is produced when the signal received (P_r) is only equal to the minimum detectable signal (S_{min}). Substituting $P_r = S_{min}$ in equation (1) and reorganizing terms, we obtain:

$$R_{max} = \left[\frac{P_t G^2 \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

This radar equation excludes several factors and generally predicts high values for the maximum range; however, it represents the relationship between the radar range and the target's RCS.

As shown by equation (2), RCS is a target feature, which disperses a certain amount of radar signal received. This amount of signal is represented in the echo magnitude of the signal received in the radar and can be defined as:

$$\sigma \equiv \frac{Pr}{I_p / 4p} \quad (3)$$

Where Pr is the power reflected to the receptor by the solid angle unit and Ip is the incident power density.

1.3. Radar Cross Section RCS

It is noted that a target's RCS is the measurement of the power dispersed in a given direction when the target is illuminated by an incident wave. This incident wave is normalized to eliminate the range effect and, hence, obtain a value of RCS that is independent of the distance between the target and the illumination source (Garrido 2000).

2. DEVELOPMENT

To develop the state-of-the-art, we had specialized search and technological surveillance software, which permits finding and processing information.

2.1. Surveillance with Vantage Point

Guiding the search to obtain conclusions and identify what techniques

would be most frequent to reduce the RCS on surface boats and military vehicles, we conducted – in the first instance – technological surveillance with the Vantage Point tool by employing the Engineering Village database, with which 464 results were found for the search: “Radar Cross Section Reduction”.

2.1.1. Years of publication

Initially, we sought to determine the research and development evolution in this area, where Figure 1 shows the continuous growth and the amount of documents carried out during the last 10 years in the 32 countries publishing in said regard in the database analyzed.

2.1.2. Countries of publication

After analyzing what countries have the greatest transcendence in the development of RCS reduction techniques, which reveals that of 464 results, the United States and China have over 90 publications each, making them the main countries developing these techniques (). It could be said that these two countries concentrated nearly 48% of the publications worldwide.

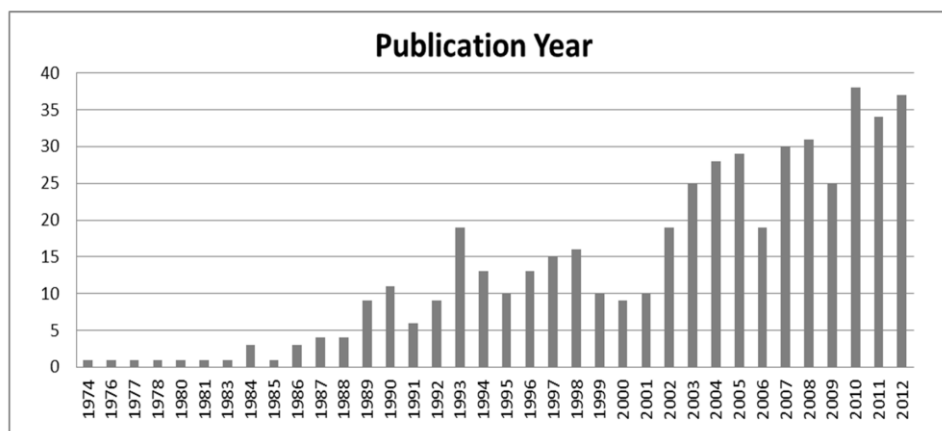


Figure 1: Years of publications on Radar Cross Section Reduction (2012 in course)

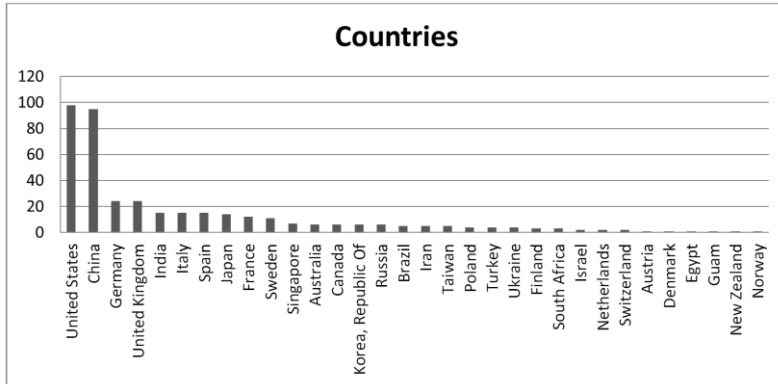


Figure 2: Number of publications per country

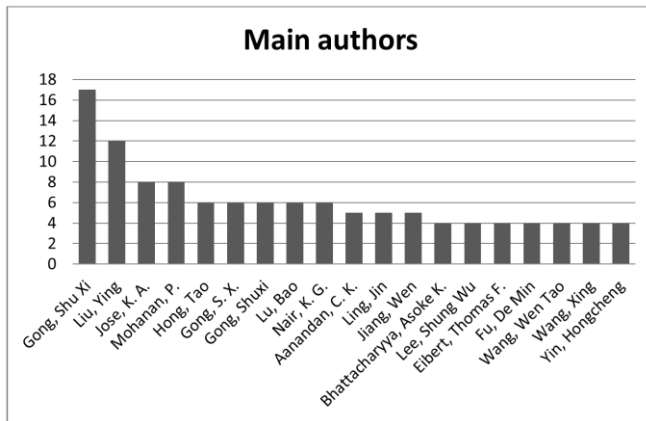


Figure 3: Main authors in publications

2.1.3. Main authors

The main producers of information regarding RCS are described in Figure 3, which shows the number of publications by each of these authors. Shu Xi Gong and Ying Liu stand out as the highest producers with 17 and 12 publications each, respectively.

2.1.4. Main institutions

The main institutions related to Radar Cross Section are described in Figure 4, where nine is the highest number of publications by the National Laboratory of Antennas and Microwave Technology.

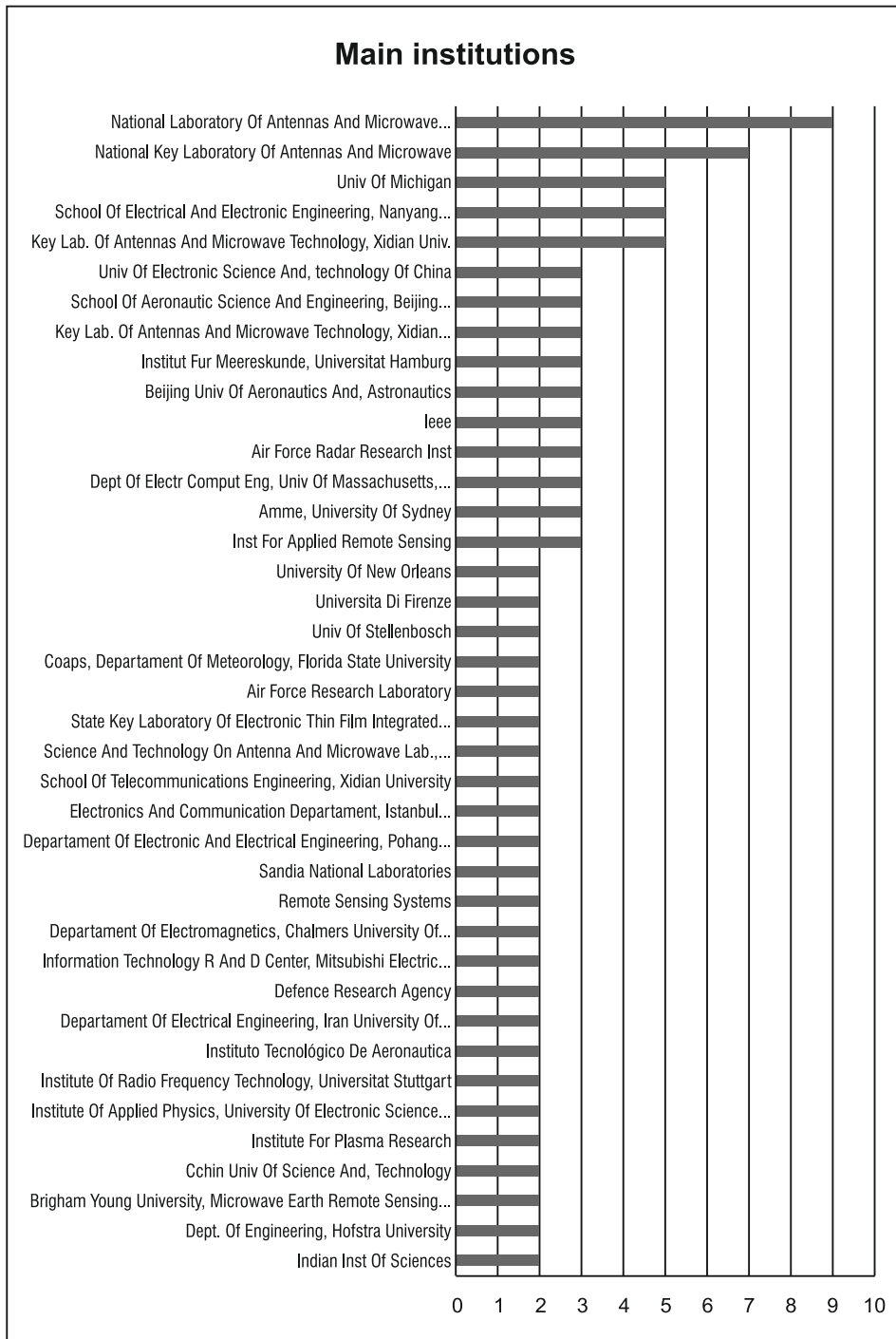


Figure 4: Main institutions related to RCS

2.1.5. Map of correlations

Figure 5 shows the correlations existing with the different reduction methods; dotted lines; like shaping management, use of Radar Absorbing Materials (RAMs), Paints, as well as their use within stealth technology.

The diagram gives us a first vision of the most frequent and most used techniques for RCS reduction. Use of RAMs and use of the shaping management technique are shown in relationship to the use of stealth technology.

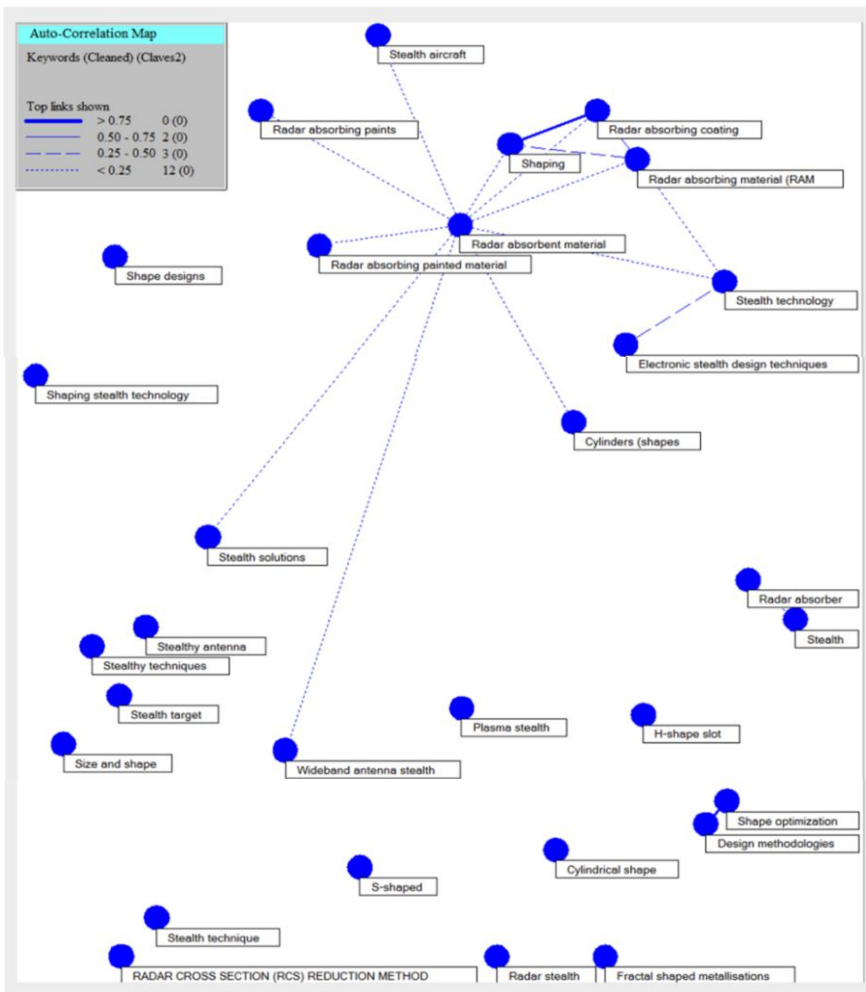


Figure 5: Map of correlations for Radar Cross Section

2.2. Technological surveillance with GoldFire

A more detailed search was conducted with the Goldfire tool, which is the software available to consult databases of international patents and scientific articles, making it innovation software that accelerates and simplifies research activities.

2.2.1. Search parameters

The following tables show the listing of inquiries made regarding the concept; also noted are the categories explored with their respective amount of results. The responses explored indicate the names of the most relevant articles that have been read during the inquiry, followed by the number of solutions explored and their information was considered valuable to be stored and subsequently visualized in a report.

Initially, the following terms are entered, yielding their respective results:

Table 1. Search results for radar cross section

Concept	Radar Cross Section
Inquiries	Radar Cross Section, what is radar cross section, radar cross section is
Categories Explored	what is radar cross section: Definitions (200) radar cross section: Definitions (200), Companies (0)
Responses Explored	Radar Cross Section: radar Cross Section Measurement, radar cross section analysis, radar Cross Section Reduction, radar cross section is: reduction of clutter side, vertical incidence, in Table radar cross section: measure of strength of reflected radio frequency signal, parameter, and radar cross section calculation.
Solutions Stored	1
Open Documents	Microwave energy scattered off building surfaces shows strong dependence on orientation of city blocks

Table 2. Results of the search for radar cross section material

Concept	radar cross section material
Inquiries	radar cross section material
Categories Explored	radar cross section material: More specific (5)
Responses Explored	radar cross section material: low radar cross section material, low radar cross-section material, radar cross-section reduction using radar absorbing material
Solutions Stored	2
Open documents	Foliage transmission measurements using a ground-based ultra wide band (300-1300 MHz) SAR system

Table 3. Results of the search for radar cross section ship

Concept	radar cross section reduction ship
Inquiries	radar cross section reduction ship, radar cross section ship
Categories Explored	radar cross section reduction ship: Concepts (2)
Responses Explored	radar cross section reduction ship: "The Fast Ship Radar Cross-Section Reduction Using Shaping Technique", "Surface Effect Ship Radar Cross Section Reduction analysis"
Solutions Stored	2
Open documents	One Ocean initiative and future generation vessels

The main solutions offered by the GoldFire tool are the “Elimination of radar detection range” (Richard Scherrer 1995), “One Ocean initiative and Future Generation Vessels (FGVs)” (Debziri 2005), “Radar cross-section reduction using radar absorbing material” (Shen 1994), “The Fast Ship Radar Cross-Section Reduction Using Shaping Technique” (A. Mohammadian Dehziri June 2005), which generally describe the use, applications, methods, and techniques to reduce RCS in ships. The date of publication of these solutions shows the continuous development of this technology and application of techniques for RCS reduction in ships, which increases the importance and necessity to continue with the development of skills in COTECMAR to determine the radar signature of its current ship designs and in the new constructions made within the Corporation.

2.3. Listing of patents

The following shows the listing of patents at global level with respect the search topic:

Inquiry: radar cross section.

Table 4. Listing of patents for radar cross section

Assigned to:	Number of Patents	Tendency
Patents assigned to individual persons or to no Assignee	648	Activity on the rise between 1971 and 2012
Lockheed Martin Corp.	138	Activity on the rise between 1997 and 2012
Raytheon Co.	133	Activity on the rise between 1981 and 2012
Mitsubishi Electric Corp.	119	Activity on the rise between 1984 and 2012
The Boeing Co.	83	Activity on the rise between 1974 and 2012
The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	79	Activity on the rise between 1976 and 2012
Hughes Aircraft Co.	75	Activity on the rise between 1988 and 2012
Northrop Grumman Corp.	59	Descending activity between 1995 and 2009
Automotive Technologies International, Inc.	53	Descending activity between 2005 and 2012
The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force	42	Descending activity between 1977 and 2011
Hitachi, Ltd.	38	Activity on the rise between 1981 and 2009
BAE Systems plc	35	Activity on the rise between 2002 and 2012
The United States of America as represented by the Secretary of the Army	29	Descending activity between 1976 and 2011
QinetiQ Ltd.	29	Activity on the rise between 2002 and 2011

Initially, a general search is conducted on patents on the issue of Radar Cross Section, observing that most of the patents are made by individual persons; results of studies in universities, followed by Lockheed Martin Corp. with 138 patents. The first appearance of the term Radar Cross Section as such is noted since 1971 in these results and, currently, important patents are still being registered in the management of this important radar signature.

Continuing with the search and lowering the level to something more specific, the following inquiry was made: radar cross section Ship.

Table 5 and Figure 6 show the listing of patents registered by two important institutions in the elaboration of systems for ships, Northrop Grumman Ship Systems and The United States of America as represented by the Secretary of the Navy and patents assigned to individual persons. These three stand out, with "Radar Cross Section in Ships" being the object of the search.

Table 5. Listing of patents for institutions

Assigned to:	Number of Patents
Northrop Grumman Ship Systems, INC.	5
The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	5
Patents assigned to individual persons or to no Assignee	5

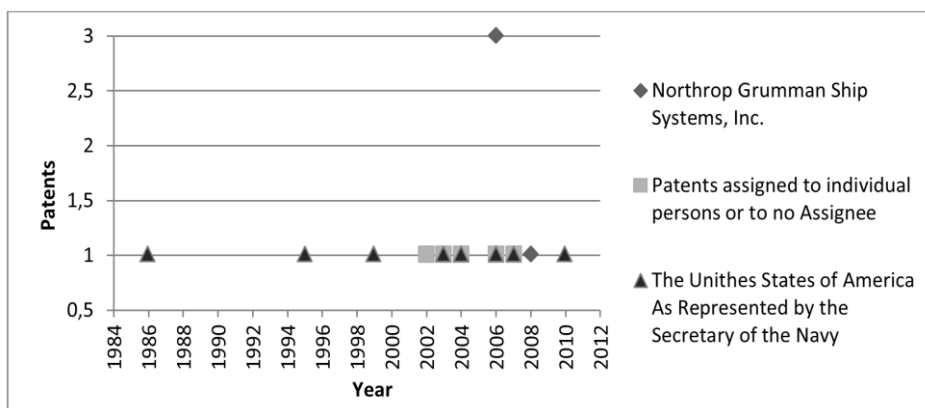


Figure 6: Diagram of Patents for Ship Radar Cross Section

Advancing exploration to more specific terms, the search is guided to Radar Cross Section Reduction, obtaining the following results:

Table 6: *Listing of patents for radar cross section reduction*

Assigned to:	Number of Patents	Tendency
Patents assigned to individual persons or to no Assignee	105	Activity on the rise between 1982 and 2012
BAE Systems plc	24	Descending activity between 2004 and 2012
Northrop Grumman Corp.	19	Activity on the rise between 1995 and 2008
Lockheed Martin Corp.	18	Activity on the rise between 1998 and 2010
Raytheon Co.	17	Activity on the rise between 1989 and 2012
The Boeing Co.	15	Descending activity between 1991 and 2011
Hughes Aircraft Co.	12	Activity on the rise between 1988 and 2005
The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	12	Activity on the rise between 1979 and 2012
McDonnell Douglas Corp.	10	Activity on the rise between 1995 and 2004
The United States of America as represented by the Secretary of the Army	9	Descending activity between 1977 and 2007
Mitsubishi Electric Corp.	8	Activity on the rise between 1986 and 2001
The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force	8	Activity constant entre 1978 and 2005
General Electric Co.	8	Descending activity between 1994 and 2010
YOKOHAMA RUBBER Company Ltd. : THE	7	Low activity
Goodrich Corp.	7	Descending activity between 2006 and 2010

As with the previous search, records by individual persons are still kept and BAE Systems appears as the first company that since 2004 has been developing activities for RCS decrease. It is worth highlighting that a search is made in which reduction techniques are excluded for ships, aircraft, land vehicles, buildings, among others.

Comparison is made of the activity of patent creation with the radar cross section reduction inquiry for the five most important entities (TABLE 7).

Table 7: Main listing of patents for radar cross section reduction

Assigned to:	Number of Patents
Patents assigned to individual persons or to no Assignee	105
BAE Systems plc	24
Northrop Grumman Corp.	19
Lockheed Martin Corp.	18
The Boeing Co.	15

It is highlighted that most of the production took place between 2003 and 2005, carried out by individuals and university institutions. A decrease in number of patents is shown in recent years, a product of the high design and construction of Stealth ships like the Visby corvette, Fremm frigate, class 45 Destroyer, as well as F17 aircraft and B2 Bomber, among others (Figure 7).

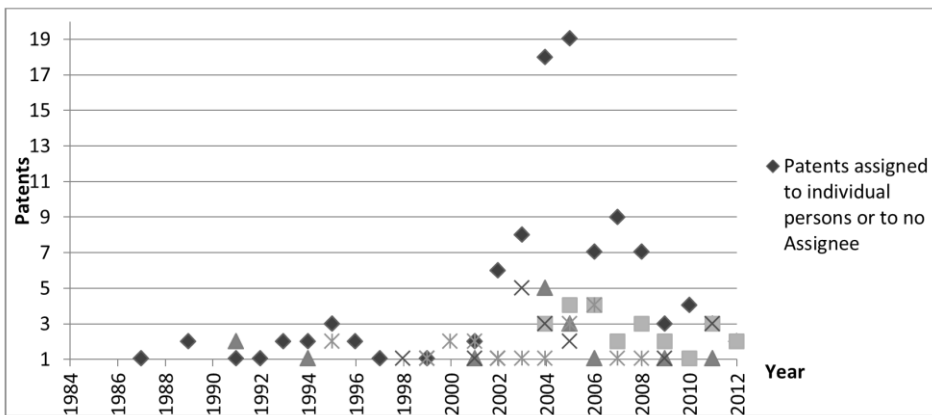


Figure 7: Diagram of main patents for RCS Reduction

3. CONCLUSIONS

It may be inferred that to reduce the RCS of platforms already constructed, RAMs are frequently used and to reduce the RCS in new platforms it is necessary to use shaping management technique combined with RAMs. The size of the platform apparently shows no relationship with the use of absorbent materials or with the Stealth technology; however, it must be tested if the size variation of a platform leads to a significant variation in the RCS.

It is necessary to guide RCS research to the use of radar absorbent materials and to the shaping management technique, which – as noted in Figure 5, are the techniques most often used, with more relationships and the ones achieving the most results when reducing the RCS in a military platform; besides, testing if significant RCS variation exists when displacement of two surface platforms is different.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the support offered by COTECMAR's Direction of research, technological development, and innovation to carry out this work within the framework of the RCS project.

REFERENCES

- A. Mohammadian Dehziri, A.R. Mallahzadeh, H. Heidar, A.R. Khougar,. «"The Fast Ship Radar Cross-Section Reduction Using Shaping Technique".» *proceeding of 8'th International Conference on Fast Sea Transportation (Fast2005), Saint-Petersburg, RUSSIA, June 2005.*
- Debziri, A.M. «One Ocean initiative and future generation vessels.» *This paper appears in:*, 2005: 2730-2737 Vol. 3.
- Garrido, Elmo Jr. «Graphical User Interface for a Physical Optics Radar Cross Section Prediction Code.» *Master's Thesis.* Monterey, California: Naval Postgraduate School, September de 2000.
- IHS. *IHS Goldfire: The Platform for Optimal Product Decisions.* 2012. <http://inventionmachine.com/products-and-services/innovation-software/> (último acceso: Octubre de 2012).

Jenn, David C. *Radar and Laser Cross Section Engineering*. Washington D.C.: AIAA Educations Series, 1995.

Jenn, P. D., Garrido, C. E., & Chatzigeorgiadis, M. F. «Software: Pofacets 3.0.» *DEVELOPMENT OF CODE FOR A PHYSICAL OPTICS*. MONTEREY, CALIFORNIA: NAVAL, September de 2004.

Richard Scherrer, Denys D. Overholser, Kenneth E. Watson. VEHICLE - Lockheed Martin Corporation. USA Patente RE36298. 5 de October de 1995.

Search Technology, Inc. *The Vantage Point - Turn Information Into Knowledge*. Search Technology, Inc. 2012. <http://www.thevantagepoint.com/> (último acceso: Julio de 2012).

Shen, D.R. «Foliage transmission measurements using a ground-based ultrawide band (300-1300 MHz) SAR system.» *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 1994: 118 - 130.

Skolnik, Merrill I. «Introduction to Radar Systems 3rd Edition.» En ISBN: 0070445338, 9780070445338, 772. New York: McGraw Hill, 2001.

Vílches, Franciso, y Honorio Sierra. «Detectabilidad De Buques de Combate.» *Copinaval - Armada República de Colombia - IPIN*, 1999: 287 - 302.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL FUNCIONAMIENTO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN MOTOR FUERA DE BORDA DOS TIEMPOS CON EL USO DE DIFERENTES MEZCLAS DE GASOLINA-ETANOL DERIVADO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Andrés F. Luque Lozano^a
Andres.luque@armada.mil.co

Jorge A. Acevedo Talero^a
kpeto777@hotmail.com

Fecha de recepción: Noviembre de 2012, Fecha de aceptación: marzo de 2013

Resumen: En el trabajo se presentan los resultados de las mediciones realizadas a un motor fuera de borda operando con bioetanol de caña de azúcar y gasolina convencional, bajo un modo de operación diseñado por los autores.

Al usar mezclas de etanol y gasolina del 12% y 15% con relación a la gasolina convencional la cual tiene un 8% de etanol, se obtuvo un incremento entre el 1,90% y 13,45% respectivamente en la autonomía del motor fuera de borda Etec-Evinrude 175cm en su operación normal, la cual es a máximas rpm, conforme a la literatura se alcanza una disminución entre el 20% y 40% de producción de monóxido de carbono. Los resultados obtenidos muestran al bioetanol como una excelente alternativa energética de origen renovable para mezclarlo con el combustible gasolina convencional.

Palabras Claves: Bioetanol, Biocombustible, Etanol, Gasolina, Mezcla, Motor, Etec-Evinrude.

Abstract: In the paper are shown the results of measurements made to an outboard engine operating with sugar cane bioethanol and conventional gasoline, under an operating mode designed by the authors. By using ethanol-gasoline blends of 12% and 15% compared to conventional gasoline which has an 8%

^a Ingeniero Naval, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" Cartagena, Colombia.

ethanol, there was an increase between 1.90% and 13.45% respectively in the autonomy of the engine is Evinrude Etec outboard-175cm in normal operation, which is at maximum rpm, according to literature reduction is achieved between 20% and 40% carbon monoxide production. The results show the bioethanol as an excellent alternative renewable energy source to be mixed with conventional gasoline fuel.

Key words: Bioethanol, Biofuel, Ethanol, Gasoline, Mixture, Engine, Etec-Evinrude.

1. INTRODUCCIÓN

La posibilidad de agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, unido a las exigencias cada vez mayores en el control de las emisiones contaminantes producidas por la combustión, han llevado a buscar nuevas alternativas energéticas. El bioetanol, obtenido de alcoholes vegetales, se convierte en una alternativa atractiva, entre otras razones por su carácter biodegradable, la disminución de dependencia de hidrocarburos y sus bajas emisiones contaminantes, disminución de los gases de efecto invernadero. En el país existen más razones que justifican su implementación, como la posibilidad de remplazar cultivos ilícitos, la generación de empleo y desarrollo agroindustrial.

En trabajos precedentes del tema bioetanol, se ha mostrado la viabilidad técnica de la producción y uso del bioetanol de caña de azúcar como biocombustible en motores de combustión interna. En este artículo se presentan resultados de pruebas cortas realizadas a un motor fuera de borda dos tiempos de inyección directa en una lancha tipo elemento de combate fluvial, con la utilización de mezclas de gasolina con E8, E12 y E15 a máximas y mínimas rpm.

2. INSTALACIÓN EXPERIMENTAL

Material utilizado: Computador portátil, Software EVINRUDE versión 3030395, Cable de conexión del motor fuera de borda al pc, Bidón o tanque de almacenamiento de 1 y 5 galones para las mezclas de combustible, Jarra de 2lit y tetero de 200ml, Mezclas de combustible a diferentes porcentajes, Motor fuera de borda Evinrude-Etec 175cm³ modelo E175DSL.

El motor fuera de borda acoplado a una unidad tipo Elemento de Combate Fluvial entra en funcionamiento a través del suministro de las diferentes mezclas de combustible utilizadas, sustrayendo las mezclas del bidón por medio de una manguera, el motor es conectado al computador portátil por medio de un cable de datos, el computador cuenta con el software EVINRUDE con el cual se efectúan las tomas de datos arrojados por el motor.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Como dato inicial se tiene que la gasolina suministrada por el proveedor contiene un 8% de etanol acuerdo la reglamentación vigente para este año.
- Se utilizan mezclas de combustible con etanol al 8%, 12% y 15% (E8, E12 y E15).
- Se realizaron las mezclas para la toma de datos a máximas y mínimas RPM del motor fuera de borda EVINRUDE ETEC 175cm³.

3.1. Pruebas a Mínimas RPM.

Para el caso de las pruebas a mínimas RPM se efectuaron las mezclas de diferentes porcentajes de etanol en 1 galón (3.785lt) de mezcla de combustible para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones y obteniendo sus respectivos resultados así:

Tabla 1. Volumen de cantidades de las mezclas en galones para mínimas RPM (1 galón)((% de etanol/100)-(8/9200)*(100-% de etanol))

E-(%)	Volumen de etanol (gal)	Volumen de gasolina E8 (gal)
8	0,00	1,00
12	0,04	0,96
15	0,08	0,92

Tabla 2. Volumen de cantidades de las mezclas en litros para mínimas RPM (1) ((% de etanol/100)-(8/9200)*(100-% de etanol))(3.785lt.)

E-(%)	Volumen de etanol (L)	Volumen de gasolina E8 (L)
8	0,00	3,79
12	0,16	3,62
15	0,29	3,50

3.1.1. Mezcla E8.

Se utilizó el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol con una totalidad de 1 galón (3.785lt) de combustible, el cual se vierte en un bidón de 1 galón y se procede a dejar en funcionamiento el motor a mínimas RPM durante 1 hora, en la cual se van tomando reportes de funcionamiento del motor aproximadamente cada 10 minutos, culminada la hora se extrae el sobrante del combustible y se toma la medida con el fin de determinar el consumo.

3.1.2. Mezcla E12

Se utiliza el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol, agregándosele 0.29lt de etanol acuerdo nos muestra la tabla 12 en su ecuación correspondiente con una totalidad de 1 galón (3.785lt) de combustible, la mezcla se vierte en un bidón de 1 galón y se procede a dejar en funcionamiento el motor a mínimas RPM durante 1 hora, en la cual se van tomando reportes de funcionamiento del motor cada 10 minutos aproximadamente,

culminada la hora se extrae el sobrante del combustible y se toma la medida con el fin de determinar el consumo.

3.1.3. Mezcla E15

Se utiliza el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol, agregándosele 0.16lt de etanol acuerdo nos muestra la tabla 12 en su ecuación correspondiente con una totalidad de 1 galón (3.785lt) de combustible, la mezcla se vierte en un bidón de 1 galón y se procede a dejar en funcionamiento el motor a mínimas RPM durante 1 hora, en la cual se van tomando reportes de funcionamiento del motor cada 10 minutos aproximadamente, culminada la hora se extrae el sobrante del combustible y se toma la medida con el fin de determinar el consumo.

3.2. Pruebas a Máximas rpm

Para el caso de las pruebas a máximas RPM se efectúan las mezclas de diferentes porcentajes de etanol en cinco galones (18.925lt) de mezcla de combustible para lo cual se utilizan las siguientes ecuaciones y obteniendo sus respectivos resultados así:

Tabla 3: Volumen de cantidades de las mezclas en litros para máximas RPM (5 galones)((% de etanol/100)-(8/9200)*(100-% de etanol))

E-(%)	Volumen de etanol (gal)	Volumen de gasolina E8 (gal)
8	0,00	5,00
12	0,22	4,78
15	0,38	4,62

Tabla 4 Volumen de cantidades de las mezclas en litros para máximas RPM (5)((% de etanol/100)-(8/9200)*(100-% de etanol))(3.785lt.)

E-(%)	Volumen de etanol (L)	Volumen de gasolina E8 (L)
8	0,00	18,93
12	0,82	18,10
15	1,44	17,49

3.2.1. Mezcla E8

Se utiliza el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol con una totalidad de 5 galón (18.925lt) de combustible, el cual se vierte en un bidón de 5 galón y se procede a dejar en funcionamiento el motor a máximas RPM tomando el tiempo hasta el consumo total del combustible, momento en que se apaga el motor, durante ese tiempo se van tomando reportes de funcionamiento del motor cada 3 minutos aproximadamente, culminado el consumo total de los 5 galones del combustible se verifica el tiempo gastado con el fin de determinar el consumo de esta mezcla comparado con las otras mezclas.

3.2.2. Mezcla E12

Se utiliza el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol, agregándosele 0.82lt de etanol como se muestra la tabla 14 en su ecuación correspondiente con una totalidad de 5 galones (18.925lt) de combustible, el cual se vierte en un bidón de 5 galón y se procede a dejar en funcionamiento el motor a máximas RPM tomando el tiempo hasta el consumo total del combustible, momento en que se apaga el motor, durante ese tiempo se van tomando reportes de funcionamiento del motor cada 3 minutos aproximadamente, culminado el consumo total de los 5 galones del combustible se verifica el tiempo gastado con el fin de determinar el consumo de esta mezcla comparado con las otras mezclas.

3.2.3. Mezcla E15

Se utiliza el combustible suministrado por el proveedor el cual contiene una cantidad del 8% de etanol, agregándosele 1.44lt de etanol acuerdo nos muestra la tabla 14 en su ecuación correspondiente con una totalidad de 5 galones (18.925lt) de combustible, el cual se vierte en un bidón de 5 galón y se procede a

dejar en funcionamiento el motor a máximas RPM tomando el tiempo hasta el consumo total del combustible, momento en que se apaga el motor, durante ese tiempo se van tomando reportes de funcionamiento del motor cada 3 minutos aproximadamente, culminado el consumo total de los 5 galones del combustible se verifica el tiempo gastado con el fin de determinar el consumo de esta mezcla comparado con las otras mezclas.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Para Las Pruebas Con Las Mezclas Mencionadas Anteriormente A Mínimas RPM Obtenemos Los Sigüientes Resultados:

Consumo de combustible: En 1 galón de combustible mezcla E8, el motor en funcionamiento a mínimas RPM durante 1 hora tuvo un consumo de 1.71lt, determinado a través del combustible sobrante (2.075lt) medido en comparación al suministrado (3.785lt).

En 1 galón de combustible mezcla E12, el motor en funcionamiento a mínimas RPM durante 1 hora tuvo un consumo de 1.28lt, determinado a través del combustible sobrante (2.5lt) medido en comparación al suministrado (3.785lt) en 1 galón de combustible mezcla E15, el motor en funcionamiento a mínimas RPM durante 1 hora tuvo un consumo de 0.78lt, determinado a través del combustible sobrante (3.005lt) medido en comparación al suministrado (3.785lt).

4.2. Para Las Pruebas Con Las Mezclas Mencionadas Anteriormente A Máximas RPM Obtenemos Los Sigüientes Resultados:

4.2.1 Consumo de combustible

En 5 galones (18.925lt) de combustible mezcla E15, el motor en funcionamiento a máximas RPM hasta su consumo total (momento en que el

motor se apaga) tuvo un tiempo aproximado de 19 minutos 49 segundos. Expresado mediante las figuras 38 a la 45.

En 5 galones (18.925lt) de combustible mezcla E12, el motor en funcionamiento a máximas RPM hasta su consumo total (momento en que el motor se apaga) tuvo un tiempo aproximado de 17 minutos 48 segundos. Expresado mediante las figuras 46 a la 51.

En 5 galones (18.925lt) de combustible mezcla E8, el motor en funcionamiento a máximas RPM hasta su consumo total (momento en que el motor se apaga) tuvo un tiempo aproximado de 17 minutos 28 segundos. Expresado mediante las figuras 52 a la 58.

Sacando diferencia de tiempos y utilizando regla de tres, se determina el consumo de combustible en litros y porcentajes de las pruebas a máximas RPM, los resultados arrojados durante las pruebas permiten determinar los diferentes comportamientos a diferentes mezclas de combustible.

Tabla 5. Comportamiento RPM con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	4863	4844	4970
2	4873	4844	4921
3	4854	4882	4873
4	4854	4844	4863
5	4882	4873	4911
6			4882

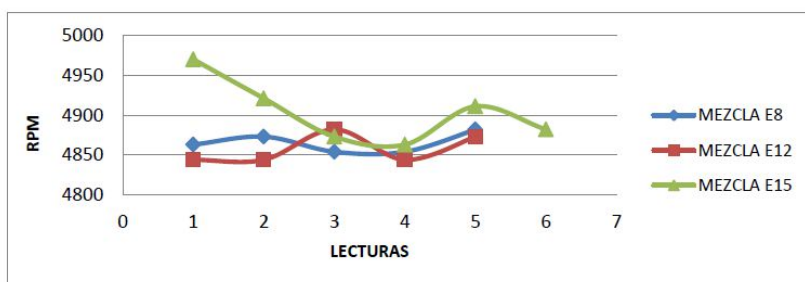


Figura 2. Comportamiento RPM con pruebas máximas RPM

Tabla 6. Comportamiento Temperatura con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	67,7	68,1	62,6
2	66,7	67,9	67,3
3	66,7	68,3	67,9
4	66,6	68,1	67,9
5	66,8	67,9	68
6			68,2

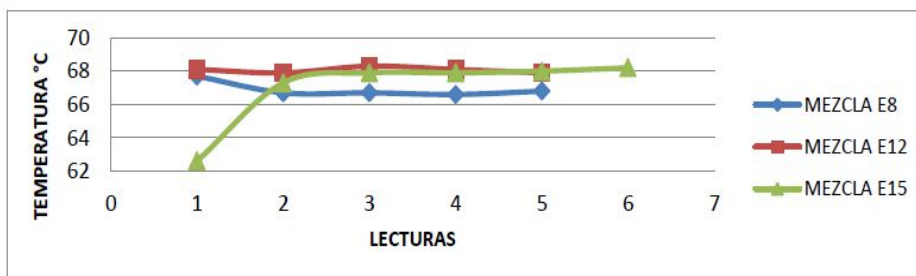


Figura 3. Comportamiento Temperatura con pruebas máximas RPM

Tabla 7. Comportamiento cantidad de combustible en cada inyección con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	38,7	38,74	39,18
2	38,72	38,76	39,2
3	38,89	39,02	38,92
4	38,66	38,76	38,78
5	39,02	38,66	38,78
6			38,87

NOTA: EL COMBUSTIBLE ESTA MEDIDO EN MILIMETROS CUBICOS

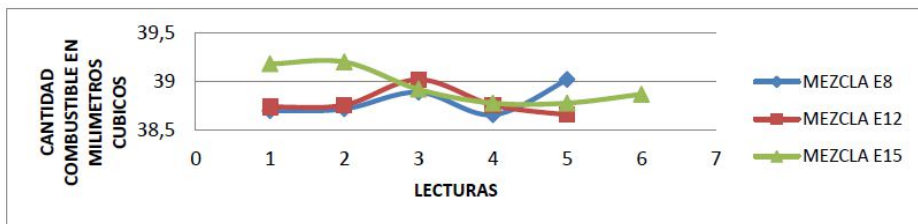


Figura 4. Comportamiento cantidad de combustible en cada inyección con pruebas máximas RPM

Tabla 8. Duración de tiempo de la ignición en el cilindro con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	0,2	0,2	0,2
2	0,2	0,2	0,2
3	0,2	0,2	0,2
4	0,2	0,2	0,2
5	0,2	0,2	0,2
6			0,2

NOTA: EL TIEMPO ESTA DADO EN MILISEGUNDOS

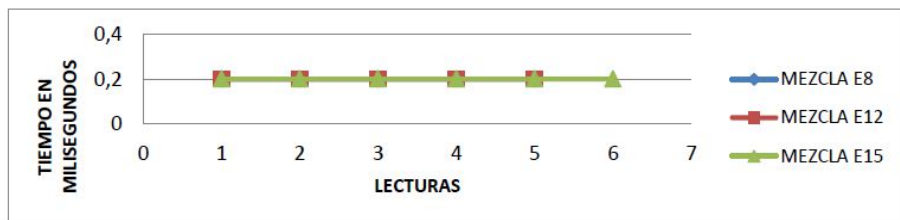


Figura 5. Duración de tiempo de la ignición en el cilindro con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	494	495	531
2	499	496	431
3	502	508	466
4	458	442	469
5	489	506	516
6	504	510	501
7			513

Tabla 9. Comportamiento RPM con pruebas mínima RPM

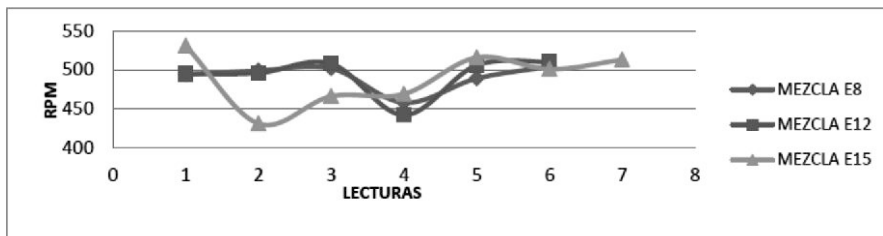


Figura 6. Comportamiento RPM con pruebas mínima RPM

Tabla 10. Comportamiento temperatura con pruebas mínimas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	68,4	67,9	59,8
2	68,1	67,6	67,9
3	68	68,2	68,6
4	68,1	68,1	68,8
5	67,7	67,3	67,3
6	68,2	67,4	67,6
7			67,6

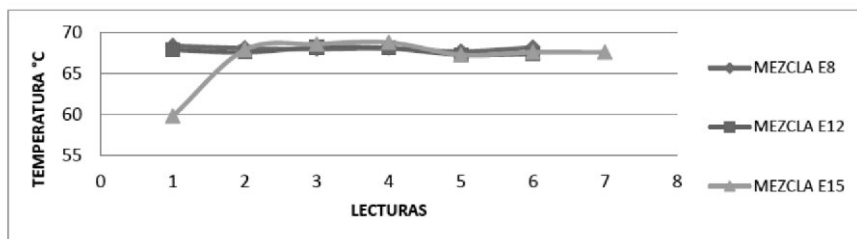


Figura 7. Comportamiento Temperatura con pruebas mínimas RPM

Tabla 11. Comportamiento cantidad de combustible en cada inyección con pruebas mínimas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	8,26	8,21	8,51
2	8,38	8,23	8,29
3	8,29	8,28	8,32
4	8,24	8,39	8,52
5	8,22	8,4	8,45
6	8,3	8,39	8,41
7			8,62

NOTA: EL COMBUSTIBLE ESTA MEDIDO EN MILIMETROS CUBICOS

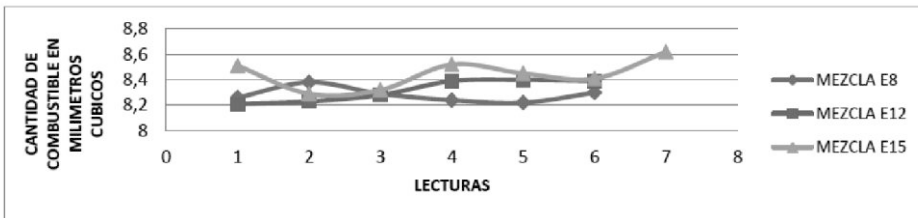


Figura 8. Comportamiento cantidad de combustible en cada inyección con pruebas mínimas RPM

Tabla 12. Duración de tiempo de la ignición en el cilindro con pruebas máximas RPM

LECTURAS	MEZCLA E8	MEZCLA E12	MEZCLA E15
1	2	2	2,18
2	2,42	2	2
3	2	2	2
4	2	2,36	2,38
5	2	2	2
6	2	2,25	2
7			2,66

NOTA: EL TIEMPO ESTA DADO EN MILISEGUNDOS

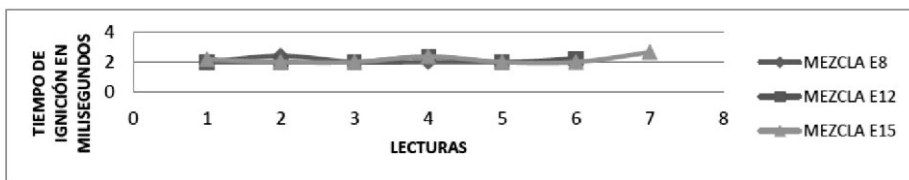


Figura 9. Duración de tiempo de la ignición en el cilindro con pruebas máximas RPM

5. CONCLUSIONES

El bioetanol de caña de azúcar ha mostrado ser una alternativa energética de origen renovable apto para utilizarse con mezclas de gasolina en el funcionamiento de un motor fuera de borda. Los resultados de funcionamiento del motor fuera de borda utilizado en ruta de pruebas cortas son favorables con relación a la gasolina convencional.

Se apreciaron variaciones estadísticamente significativas en el consumo de las diferentes mezclas a mayor porcentaje de etanol con relación a la gasolina convencional.

La autonomía del motor es ligeramente mejor a mayor porcentaje de etanol.

Se puede concluir que para un (ECF) con capacidad de 180 galones de gasolina requiere de \$1.583.640 con mezcla de E8, \$1.574.659 mezcla de E12 y un valor de \$1.567.926 para mezcla E15, lo cual evidencia un ahorro significativo para la institución en la compra de combustible a grandes cantidades, teniendo en cuenta que por unidad se ahorra un valor de \$15.714 con mezcla de E15.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradecemos a Dios por habernos dado la oportunidad de desarrollar este gran proyecto, a nuestras familias que son el motor principal de nuestro crecimiento personal y profesional, a los asesores Eduardo

Sánchez Tuiran (Ph. D. en Ingeniería Química), Juan Fernando Anzola Acevedo (Especialista en Gerencia de Empresas), Claudia Ahumada Klelers (Mg en Gestión Logística), Cabo Primero Yair Palacio Montiel (Técnico Motores Fuera de Borda), que nos apoyaron con sus conocimientos en el adelanto y direccionamiento del presente trabajo, a la decanatura académica de la Escuela Naval Almirante Padilla y al Batallón Fluvial de Infantería No. 30 por el apoyo logístico brindado.

REFERENCIAS

ADS. Tecnología y desenvolvimiento sustentavel. Consultado 13 Julio de 2012.
Disponible en: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/ethanol.pdf
<http://www.unica.com.br/opinio/show.asp?msgCode=%7BBF8E7F1F-1AD0-450D-901A-08B143E368F0%7D>

Asocaña. Análisis estructural 004-2005-Informe anual 2010-2011
www.asocana.org/informes/2004_2005.aspx?Cid=19
www.asocana.org/informes/2003_2004.aspx?Cid=25
www.asocana.org/.../2552011-a0bbee3d-00ff00,000a000,878787,c3
Consultado Junio 24 de 2012

Asocaña: Aspectos generales del sector azucarero. Análisis Estructural 2004–2005. <http://www.asocana.org>

Asocaña. Aspectos generales del sector azucarero. Consultado 15 Junio de 2012.
Disponible en: <http://www.asocana.org/>

Asocaña. Precios biocombustibles en Colombia. Consultado 25 Julio 2012.
Disponible en: www.asocana.org

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)–Ministerio de Minas y Energías.
“Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de

- biocombustibles en Colombia". Medellín. Enero 2012. Consultado 9 Julio de 2012. Disponible en: <http://minas.gov.co/minas//kernel/modmoviles/hidrocarburos.mov.jsp?carga=Home=2&opcion=Calendar=4&idnoticia=1469>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Ministerio de Minas y Energías. "Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia". Enero 2012 Medellín. Consultado 27 Julio 2012. Disponible en: www.fedebiocombustibles.com/v2/nota-web-id-1100.htm
- Comisión de gasolina-gasoil. Origen y proceso de la gasolina. Consultado 4 Julio 2012. Disponible en: <http://quimorg6.blogspot.com/2008/10/obtencion-de-la-gasolina-el-petroleo-es.html>.
- CORPOICA. Avances y proyectos del programa de agroenergía de corpoica y la importancia de los biocombustibles en Colombia. Bogota: Corpoica, 2007. Video. Disponible en: ["http://www.corpoica.org.co/videos/vervideo.asp?id_video=62"](http://www.corpoica.org.co/videos/vervideo.asp?id_video=62)
- CORPOICA, Ministerio de Agricultura, Universidad EAFIT, et. al. Reducción Ministerio de Minas. Reglamentación Biocombustibles en Colombia. Consultado 12, Julio 2012. Disponible en: www.minminas.gov.co/
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Principales indicadores agropecuarios. Bogotá, 7 de Junio de 2012. <http://www.minagricultura.gov.co>
- Ministerio de Medio Ambiente y Sostenible. Beneficio de los biocombustibles. Consultado 23 Julio de 2012. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Minas y Energía. Beneficio de los biocombustibles. Consultado 23 Julio de 2012. Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/>

Ministerio de Minas y Energía. Conpes 3510. Consultado 20 Junio de 2012. Disponible en: www.minminas.gov.co/minminas/downloads/.../Conpes203510.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). FAOSTAT. <http://www.faostat3.fao.org/home/index.html>. Consultado Junio 2012

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Economía y política-ingeniería, tecnología e investigación. Consultado 29 Junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/corp/topics/es/pdf%5Fview.pl?paperid=23488&ftype=.pdf>

Pemex. Gasolina-octanaje-necesidad-usos. Consultado 4 Julio 2012. Disponible en: <http://www.ref.pemex.com/octanaje/26gas.htm>

Procaña. Comparación de precios. Consultado 25 Julio 2012. Disponible en: www.procana.org/

Unidad de Planeación Minero Energética. “Biocombustibles en Colombia”. Bogotá D.C. Abril de 2009. Consultado 2 Julio de 2012. Disponible en: www.olade.org/biocombustibles2009/.../Sesion%209%20www.upme.gov.co/Docs/Boletin/BMME_04_2009.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética. Biocombustibles. Consultado 25 Junio de 2012. Disponible en: www.upme.gov.co/Docs/BiocombustiblesColombia.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) – Ministerio de Minas y Energía. Biocombustibles en Colombia. Bogotá, Abril de 2009.

Universidad Rey Juan Carlos. Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol. Consultado 31 Julio de 2012.

DESARROLLO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AUTÓNOMA PARA EL "UAV 1" DE LA ESCUELA NAVAL DE CADETES" ALMIRANTE PADILLA

Ernesto Araújo Fernández^a
ernesto2002co@hotmail.com

Ramiro José García González^b
granramy@hotmail.com

Fecha de recepción: enero de 2012, Fecha de aceptación: febrero de 2013

Resumen: A continuación se describe el desarrollo del sistema hardware software para la construcción de un piloto automático que permite el seguimiento, de un plan de vuelo definido previamente para un avión no tripulado UAV (por su acrónimo en inglés Unmanned Aerial Vehicle), atendiendo requerimientos del Batallón de Fusileros de Infantería de Marina No. 3. Se presenta la integración de los sensores empleados, así como el entrenamiento del piloto automático mediante un algoritmo de identificación basado en lógica difusa, o borrosa. Al final se muestran los resultados alcanzados en el entrenamiento del sistema para seguir una trayectoria de vuelo.

Palabras clave: UAV (Vehículo Aéreo no Tripulado), BAFIM3 (Batallón de Fusileros de Infantería de Marina No.3), Algoritmo de Identificación Difusa, Sensores.

Abstract: The following describes the hardware system development software to build an autopilot that allows tracking of a predefined flight plan for a UAV drone (for its acronym in English Unmanned Aerial Vehicle), taking requirements Battalion Rifle Marine No. 3. We present the integration of sensors used and the automatic pilot training through identification algorithm based on fuzzy logic. At the end are the results achieved in training the system to follow a flight path.

^a Ingeniero Electrónico, Especialista en Gerencia del Talento Humano de la EAN, Escuela Naval "Almirante Padilla".

^b Ingeniero Electrónico, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla".

Keywords: (Unmanned Aerial Vehicle), BAFIM3 (Battalion Rifle Marine No. 3), identification algorithm based on fuzzy logic, Sensors.

1. INTRODUCCIÓN

De manera inicial es preciso tener en cuenta que un documento que versa sobre UAVs debe, en primer lugar, incluir una definición de los mismos. Existen muchas definiciones en la literatura, pero la más completa para este trabajo la encontramos en la doctrina de la OTAN: *“Un poderoso vehículo aéreo que no requiere llevar un operador humano, emplea las fuerzas aerodinámicas para poder elevarse, puede volar de manera autónoma o controlado de remotamente, así mismo puede ser desechable o recobrible, y puede llevar carga letal o no. Vehículos Balísticos, Semibalísticos, de Misiles de Crucero y de Proyectiles de Artillería no son considerados Vehículos Aéreos no Tripulados.”*¹

En el campo de la generación e implementación de pilotos automáticos, se encuentran importantes investigaciones que recurren al empleo de la lógica difusa para tal fin (Álvarez & Vélez, 2003) (RIAI, Enero 2008) (Hines, 1997) (GeeWah, 2003) (Platanitis & Shakarayev, 2005).

El superar obstáculos, como montañas, pendientes, detección por radares, presencia enemiga, o simplemente el cumplimiento de un plan de vuelo, requiere de un control o piloto automático que sobre la base de la lógica difusa faculte al avión no tripulado para sortear adecuadamente dichas situaciones, con el objeto de garantizar el cumplimiento de la misión pero minimizando los riesgos. Para el caso particular del presente trabajo, dicha lógica difusa tuvo su campo de acción en el entrenamiento y generación del algoritmo de control, sobre la base de vuelos experimentales, es decir, con la ayuda de un experto que efectuó los vuelos con control manual a fin de entrenar el algoritmo sobre la dinámica de

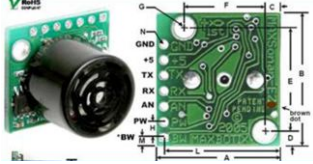

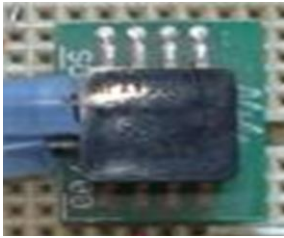
¹NATO Standardization Agency. NATO Glossary of Terms and Definitions AAP-6(2006). Brussels. Enero 2006. pág. 2-U-1






navegación y vuelo del avión.


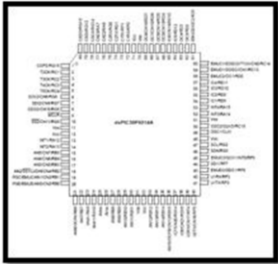
2. SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE SENSORES

Haciendo a un lado la construcción propiamente dicha del Avión no Tripulado, pues esta quedó en manos de ingenieros aeronáuticos, se destaca a continuación los sensores electrónicos principales integrados y empleados para la toma, adquisición y muestreo de datos, necesarios para el análisis y modelamiento de la dinámica de vuelo del UAV.

Tabla 1. *Sensórica del UAV.*

NOMBRE DEL SENSOR	IMAGEN	BREVE DESCRIPCION DE SU FUNCIÓN
Sonar Range Finder LV-MaxSonar®-EZ1™		Sensor instalado en la parte inferior del UAV y es utilizado para tener información precisa de la separación del UAV con respecto al piso de referencia, al momento de aterrizar o despegar, permite lecturas desde 30 cm a 6 m.
Sensor Altitud MPXM2102 de empaque 1320A-02 MPAK		Está formado por un sensor de presión, el cual registra la variación de esta de acuerdo a la altitud del UAV. Esta variación se hace significativa y apreciable a alturas superiores de 50 metros, es por este motivo que éste elemento no se emplea
Sensor de Presión Diferencial MPXV5004DP CASE 1351-01EZ1™		Sensor de presión diferencial, empleado para la obtención y medición de la velocidad en el aire del avión.

<p>Acelerómetro MMA7260QT de tres ejes Low-g</p>		<p>Sensor que permite medir la inclinación del AUV en el espacio tridimensional, es decir, en los tres ejes coordenados.</p>
<p>Giroscopios Integrated Dual-Axis Gyro IDG-300</p>		<p>Se debe tener en cuenta que la medida de inclinación con acelerómetros se ve afectada por las vibraciones mecánicas que tenga el UAV, por lo tanto dichas medidas deben ser apoyadas mediante un giroscopio, el cual mide la velocidad angular; realizando la integración de esta, y obteniendo el ángulo de inclinación.</p>
<p>Brújula Electrónica CMPS03 - Robot Compass Module</p>		<p>El ángulo del avión respecto al eje Z, al no haber inclinación sino desplazamiento no puede ser medido por el acelerómetro, para la medición de este se utiliza la brújula electrónica.</p>
<p>Sistema GPS PG-31</p>		<p>Mediante este sistema se obtienen el valor de la posición o coordenadas del avión. Por otro lado el sistema GPS también suministra la velocidad y altitud del UAV, sin embargo como la actualización de datos de GPS mínima es de un segundo, solo sirve para confrontarlos con los datos obtenidos por los sensores de presión.</p>
<p>Controlador transmisor</p>		<p>Utilizado para enviar las órdenes del operador hacia el UAV, para movimientos manuales de los servomotores del avión.</p>

<p>Xtend OEM RF Module de 900MHz potencia 1W y alcance 64Km</p>		<p>Es el enlace RF que permite en forma bi direccional leer información del AUV y enviar señales de control al mismo</p>
<p>DSPIC 30F6014A</p>		<p>El DSPIC como sus siglas en ingles lo indican, es un procesador de señales digitales muy rápido y poderoso. Este es el cerebro del UAV trabajando a 120Mhz, se encarga de interactuar con la señales de entrada y genera las señales de control para el UAV, así mismo interpreta las señales de los módems de RF.</p>

Todos estos sensores se integran en la tarjeta central de procesamiento tal como se ilustra en la siguiente gráfica, además de esta se tiene una tarjeta similar pero solo para el manejo de los servos y la lectura de los mismos.

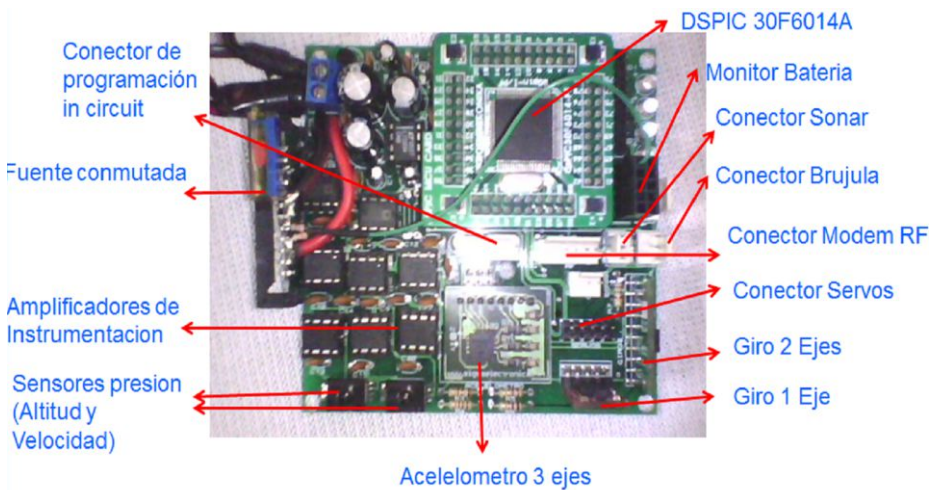


Figura 1. Tarjeta central de procesamiento del UAV

La selección e integración de todos y cada uno de los equipos electrónicos que componen la sensorica del UAV, fueron detalladamente estudiados y elegidos con el objetivo de cumplir los requerimientos mínimos de fabricación y funcionalidad impuestos al avión por el tipo de misión que se espera vaya a desempeñar, así:

- Rango máximo: 10 kilómetros.
- Autonomía: 30 minutos.
- Altitud de vuelo: 200 metros sobre el terreno.
- Velocidad máxima: 65 kilómetros
- Velocidad crucero: 45 kilómetros.
- Carga paga máxima: 1.5 kilos

3. SOFTWARE EMPLEADO

Para efectos de comunicación y programación del Dspic, como procesador principal, se empleó el lenguaje computacional, Mikropascal para DSPIC, así mismo para el análisis de datos, modelamiento matemático y generación del algoritmo de control del piloto automático, se empleó el programa MATLAB.

Finalmente para facilitar una interfaz amigable entre usuario y equipo se desarrolló un código en el programa LABVIEW, donde además se registran los datos necesarios en archivo de texto o tipo plano, de los cuales se extrae la información de interés para el análisis y modelamiento. Ejemplo de esta interacción se evidencia en la figura 2.

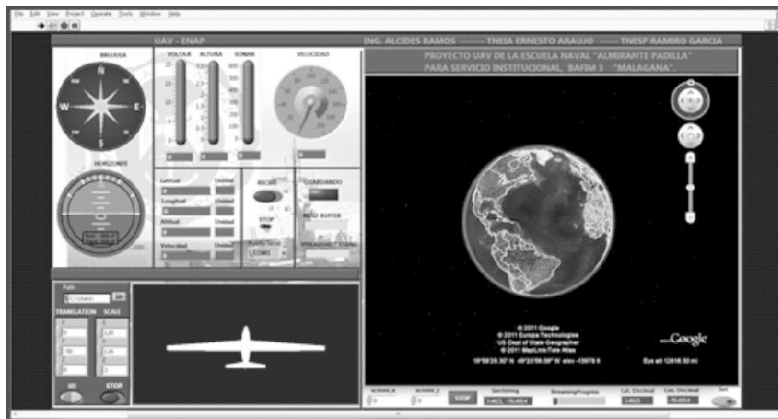


Figura 2. Interfaz visual usuario - sistema.

4. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN DEL UAV

Para el diseño del piloto automático se empleó un algoritmo de identificación basado en lógica difusa que se entrena con datos experimentales, de entrada y salida, tomados a partir de maniobras de navegación realizadas por un experto. Es decir, el algoritmo genera un piloto automático que es entrenado, de manera indirecta, por un experto, previa definición de las variables o señales de entrada y salida a utilizar, las cuales son almacenadas en forma de matriz en un archivo de texto (txt) en el cual cada columna representa los datos de cada variable. El algoritmo determina los rangos de cada variable (valores máximo y mínimo de cada variable), distribuye las funciones de pertenencia triangulares en los universos de cada variable de entrada, ubica los consecuentes tipo singleton en el espacio de salida, determina las reglas y ajusta la ubicación de los consecuentes, empleando mínimos cuadrados, para minimizar el error de aproximación. El algoritmo se detiene cuando se ha alcanzado una métrica de error menor a la requerida por el usuario o cuando el número de conjuntos borrosos por variable de entrada es mayor a 9. La distribución de las funciones de pertenencia en cada universo de entrada se hace de manera uniforme para garantizar que la partición resultante sea suma 1; es decir, la suma de los grados de pertenencia de un dato en una variable de entrada será siempre igual a 1.

En resumen, y después de definidas las variables de entrada y salida, se siguen los siguientes pasos:

- a. Organización del conjunto de p variables de entrada y una variable de salida, cada una con N datos.
- b. Aplicación del filtro digital Butterworth, a las señales leídas, con el objeto de aislar el ruido que por vibraciones y factores externos pudieren afectar las mismas (Cook M. V, 1997).
- c. Determinación de los rangos de los universos de cada variable de acuerdo a los valores máximos y mínimos de los datos asociados
- d. Distribución de las funciones de pertenencia triangulares sobre cada universo.
- e. Cálculo de la posición de los valores modales de la(s) variable(s) de entrada, de acuerdo a $u_{A_k^{(n)}}(x_k^{(i)}) = 1$
- f. Determinación de las reglas. El número máximo de reglas está determinado por el número de conjuntos de cada variable de entrada multiplicado por el número de variables.
- g. Validación del modelo empleando el método de inferencia donde \bar{y}^j es el valor del singleton correspondiente a la regla j .
- h. Ajuste de los parámetros, reubicando los singletons de salida mediante el empleo del método de mínimos cuadrados.
- i. Determinar si la medida del error cuadrático medio MSE es menor a una medida previamente establecida ó si el número de conjuntos por variable de entrada es mayor a 9.

Con el algoritmo descrito se consigue un modelo borroso interpretable con una buena precisión y solo se requiere del ajuste de los parámetros del consecuente, que son tipo singleton, lo que disminuye el tiempo de entrenamiento.

5. CONTROL AUTOMÁTICO PARA SEGUIMIENTO DE UN PATRÓN DE VUELO DETERMINADO DEL UAV.

Como se mencionó, previamente se deben definir cuáles serán las variables de entrada y salida del proceso: se tomarán como variables de entrada la posición actual y una anterior tanto de latitud como de longitud, junto con las señales actuales de velocidad, alerones y timón. Como variables de salida (las que debe predecir el control difuso o piloto automático) se tienen: las posiciones futuras de ángulo de timón y de alerones a los que debe responder en vuelo el avión a fin de mantener el plan de navegación.

Una vez recibido los datos y efectuado el modelamiento de la dinámica de vuelo, nombrada anteriormente se procede a ejecutar el algoritmo de control generado en MATLAB, para efectos de emular el patrón de vuelo deseado para el Avión no tripulado, para esto se muestra gráficamente los datos obtenidos y procesados, donde finalmente se dará como salida, los ángulos que deben asumir los servomotores de alerones y timón a fin de llevar la trayectoria que se haya estimado.

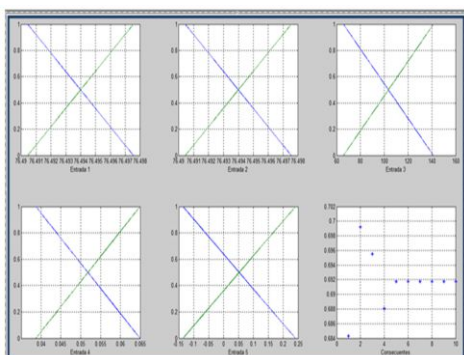


Figura 3. Conjuntos de entrada y Consecuentes del Modelamiento de la dinámica de vuelo del UAV.

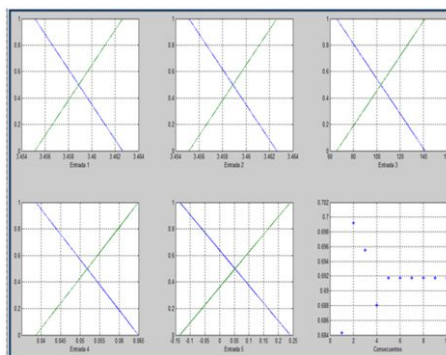


Figura 4. Conjuntos de entrada y Consecuentes del Modelamiento de la dinámica de vuelo del UAV.

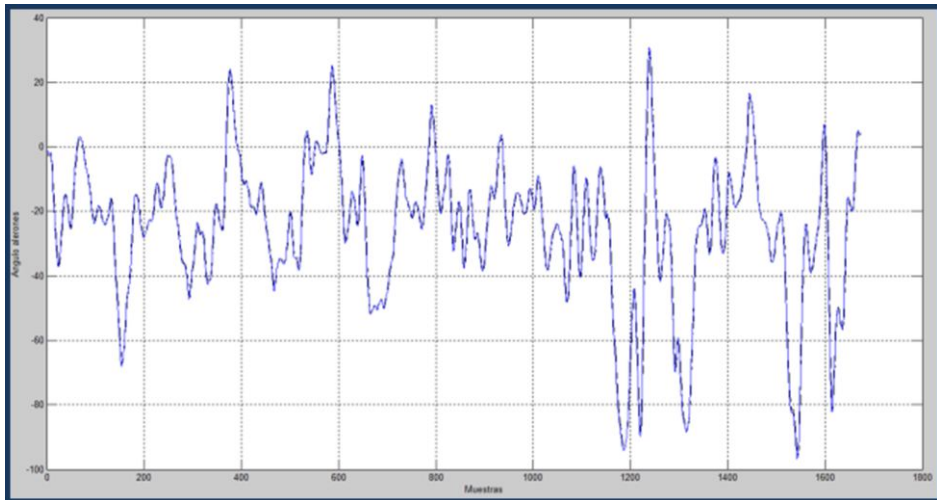


Figura 5. Determinación de ángulos de timón para posiciones futuras.

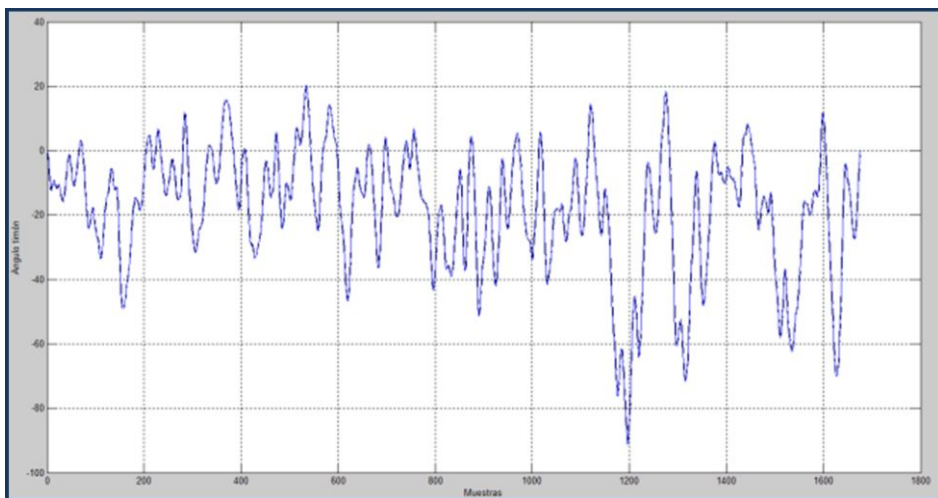


Figura 6. Determinación de ángulos de alerones para posiciones futuras.

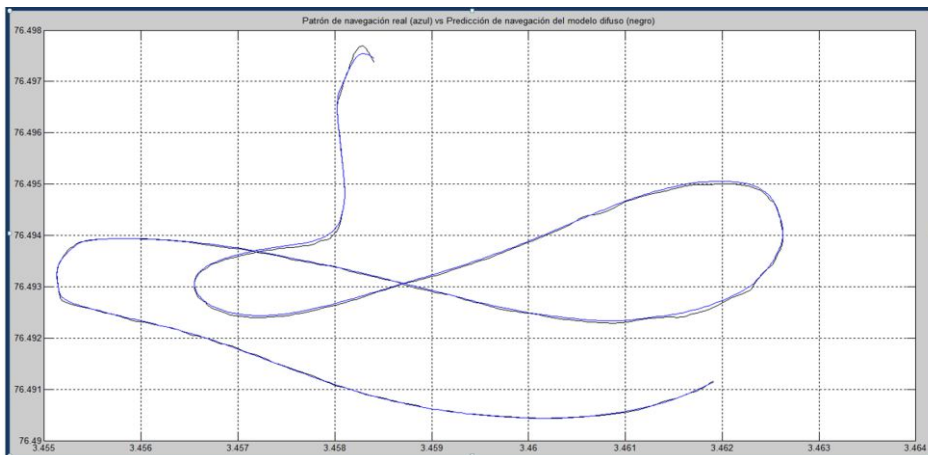


Figura 7. Patrón de vuelo por aproximación con lógica difusa

6. CONCLUSIONES

Se describió el desarrollo, tanto hardware como software, del primer vehículo aéreo no tripulado desarrollado por la Escuela Naval "Almirante Padilla". Se describen los sensores empleados, así como el algoritmo utilizado para construir un piloto automático que pueda seguir, o trackear, con alta precisión un plan de vuelo previamente estipulado.

El desarrollo del proyecto permitió el entendimiento y puesta en práctica de algunos de los tantos protocolos de comunicación existentes entre sensores electrónicos. Reconociendo sus características, inconvenientes y forma de corrección. Como lo fue de manera específica una vez transmitidas las tramas de datos que contienen la información de interés, el proceso de filtrado para la eliminación de ruido que alteraría el resultado final del proceso de generación del algoritmo de control.

El presente trabajo se convierte en el primer gran precedente del abandono y rompimiento de la dependencia tecnológica extranjera. Esto quiere decir, que para el desarrollo y cumplimiento de la misión asignada a la Armada

Nacional, ya a nivel nacional e institucional se cuenta con los conocimientos y medios necesarios para el desarrollo e implementación de tecnología que facilite esta misión, garantizando así el incremento en los índices de seguridad del personal, la reducción de costos y la disponibilidad y adaptabilidad en todo momento, de los equipos o sistemas que se requieran acuerdo las diversas situaciones o ambientes operacionales existentes.

REFERENCIAS

- Álvarez, J., & Vélez, S. C. (2003). Diseño, implementación y prueba de un sistema de control y navegación para un mini-helicóptero robot colibrí. Universidad EAFIT, Departamento de Ciencias Básicas.
- Cook, M. V. (1997). Flight Dynamics Principles. Butterworth-Heinemann.
- GeeWah, N. (2003). Intelligent Systems - Fusion, Tracking and Control. Baldock, Hertfordshire, England: RESEARCH STUDIES PRESS LTD.
- Hines, J. W. (1997). Matlab supplement to Fuzzy and Neuronal Approaches in Engineering. New York, NY: Jonh Wiley and Sons. NATO Standardization Agency. (2006).
- NATO Glossary of Terms and Definitions AAP-6. Brussels.
- Platanitis, G., & Shakarayev, S. (2005). Integration of an Autopilot for a Micro Air Vehicle. AIAA.
- RIAI. (Enero 2008). Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 5(1), 83-92.

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA BAHÍA ANCÓN DE SARDINAS (RÍO MATAJE)

Jorge Omar Pierini^a
jpierini@criba.edu.ar

Diego Fernando Salguero Londoño^b
pertater@hotmail.com

Alexandra Chadid Santamaría^b
alexandrachadid@hotmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2013, Fecha de aceptación: septiembre de 2013

Resumen: Utilizando los datos obtenidos mediante dos campañas oceanográficas realizadas por el (Centro Control Contaminación del Pacífico) CCCP durante dos épocas climáticas se efectuó una caracterización oceanográfica de la Bahía Ancón de Sardinias sector Río Mataje localizada en el sur del Pacífico colombiano. Se utilizaron mediciones de corrientes y parámetros físico-químicos para determinar patrones de circulación predominantes; otros parámetros como los meteorológicos se relacionaron para determinar su influencia en los procesos encontrados. Los resultados revelaron que la circulación en el mismo se encuentra dominada por la marea, los canales de interacción con agua dulce provenientes de las vertientes del río y los efectos del viento. Los parámetros físico- químicos trazaron y validaron dichos esquemas de circulación.

Palabras clave: Estuario, circulación, corrientes residuales, gradientes temperatura y salinidad, forzantes.

Abstract: Using data collected by two oceanographic surveys carried out by the CCCP (Pacific Pollution Control Center) for two climatic seasons, was

^aOceanógrafo Físico Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina. Doctor en Ciencias, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Investigador, Comisión de Investigaciones Científicas, Centro Científico y Tecnológico de Bahía Blanca, Argentina.

^bOceanógrafo Físico, Escuela Naval de cadetes "Almirante Padilla".

conducted oceanographic a characterization of Ancon de Sardinas Bay (Mataje River) located in the south of the Colombian Pacific. Current measurements and physicochemical parameters were used for determining prevailing circulation patterns, other meteorological parameters were related to determine their influence on processes found. The results revealed that the circulation in it is dominated by the tidal interaction channels with fresh water from the river tributaries and wind effects. The physicochemical parameters traced and validated circulation schemes.

Keywords: Estuary, circulation, residual currents, temperature and salinity gradients, forcings.

1. INTRODUCCIÓN

Es importante para la Armada Nacional y para el país la investigación científica en las cuencas transfronterizas o cuencas compartidas. El estuario de la Bahía Ancón de Sardinas sector Río Mataje es una de estas cuencas que colinda con el vecino país de Ecuador en el Pacífico colombiano. En el año 2011, la Dirección General Marítima Colombiana (DIMAR) por medio del Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP) efectuó compromisos con la República de Ecuador para el estudio del área (CCCP, 2011). El aprovechamiento de los datos obtenidos por medio de las campañas oceanográficas realizadas en el marco de dicho compromiso permitió ampliar un conocimiento, por cierto muy escaso de esta área neurálgica.

La Bahía Ancón de Sardinas y la desembocadura del Río Mataje, son una zona con fuerte influencia oceánica, en la cual parámetros oceanográficos permitirán conocer los comportamientos y la realización de estimaciones de patrones de circulación predominante, con base en la influencia de características meteorológicas como el viento y geomorfológicas como las de batimetría de la zona.

El propósito de esta investigación es la de realizar un análisis de las variables oceanográficas teniendo en cuenta la circulación en el Estuario de la Bahía Ancón de Sardinas (Río Mataje), correlacionando la variación espacio – temporal de los parámetros físico-químicos obtenidos, la influencia de fuentes forzantes como el viento y los cambios representativos que puedan generar las condiciones de fondo y batimetría de la zona.

1. METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de 02 campañas oceanográficas realizadas por el CCCP(CCCP, 2012) en dos épocas climáticas (21 mayo a 02 junio/2012 y 27 al 31 de noviembre/2012) donde la Primera Campaña se realizó en una época considerablemente más húmeda Se efectuaron muestreos de parámetros

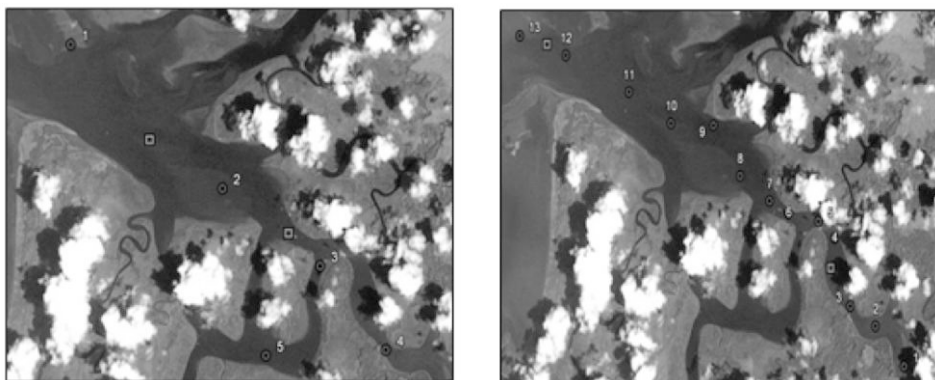


Figura 1. Posicionamiento de los equipos durante la Primera (imagen izquierda) y Segunda Campaña (imagen derecha) en el estuario del río Mataje realizado por el CCCP.

oceanográficos como corrientes, mareas y oleaje, y meteorológicos como dirección y velocidad del viento, durante las dos salidas de campo sobre la zona de estudio. Para lo anterior se utilizaron correntómetros AWAC, perfiladores CTD SBE-19plus y mareógrafos RBR TRG2050. En la figura 1 se observa la ubicación de las estaciones oceanográficas CTD y ADCP (cuadrados color azul).

Se llevó a cabo un procesamiento preliminar para los datos, donde se verificó la calidad de los mismos y se realizaron las correcciones pertinentes. Para los datos de corriente se efectuaron correcciones correspondientes a las limitaciones del equipo ADCP, en la frontera de blanqueo y la señal de lóbulo lateral. La dirección de la corriente arrojada por el ADCP se encontraba referida al norte magnético, por lo que se referenciaron nuevamente de acuerdo a un sistema cartesiano ortogonal plano donde el eje x se encuentra orientado a lo largo del eje longitudinal del estuario del Río Mataje. Esta corrección magnética correspondiente a su situación geográfica permitió resolver las componentes de la corriente en la dirección transversal y longitudinal del canal. Los datos de corrientes se procesaron en sus componentes U y V referidas al eje cartesiano ortogonal. Siendo U la componente longitudinal de la velocidad y V la componente Transversal de la velocidad.

Los datos de parámetros físico-químicos correspondientes a Salinidad y Temperatura se procesaron y filtraron para ser utilizados para generar gradientes horizontales.

Los datos arrojados del procesamiento preliminar fueron procesados mediante el empleo de herramientas informáticas de uso común para oceanógrafos. El tratamiento y visualización de los datos se realizó mediante el desarrollo de modelos matemáticos en MATLAB, también se generaron gráficos de los datos modelados con el software SURFER y ODV. Se utilizaron algunos procedimientos analíticos específicos como análisis armónico con T-Tide, cálculo de corriente residual de marea y clasificación estuarina con el método Hansen & Rattray.

3. RESULTADOS

3.1. Variables y forzamientos observados

3.1.1. Nivel del mar

El comportamiento de la marea en el área de estudio es de carácter semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares en el transcurso de un día. Para la Primera Campaña el rango mareal medio en la zona interior del estuario es de 2.6 metros y en la zona oceánica es de 2.5 metros. Para la Segunda Campaña el rango mareal medio en la zona interior del estuario es de 2.7 metros y en la zona oceánica es de 2.8 metros. La diferencia entre mareas mínimas y máximas (rango mareal) fue ligeramente mayor en la zona oceánica del estuario.

3.1.2. Variables meteorológicas

Se procesaron series de tiempo de humedad relativa, presión atmosférica, temperatura ambiente e intensidad del viento. Se efectuó énfasis en el viento como posible forzante, por lo que se graficaron todas las estaciones con mediciones de viento encontrando las mayores frecuencias en dirección NE-SW seguida por SW-NE con valor promedio de 3.5 nudos y máximos de 11 nudos durante la Primera Campaña. Durante la Segunda Campaña la dirección predominante variaba entre el NE y el SW con magnitud promedio de 5.6 nudos y con valores máximos de 12 nudos.

3.1.3. Variables físico-químicas

El Interpolador Kriging Universal del programa Surfer Version 8.09.2391, es un método interpolador que estima los valores de cada nodo utilizando el total de puntos en una zona de muestreo. El método geoestadístico de interpolación kriging permite, a través de definiciones de variogramas analizar el comportamiento

Durante la Segunda Campaña el gradiente de temperatura muestra una variación en promedio de 2°C con temperaturas elevadas al interior del estuario y que se van enfriando conforme se acerca a la boca. El gradiente de salinidad muestra un aumento desde el interior hasta el exterior del estuario a través de las estaciones de muestreo, en sentido longitudinal y vertical, relaciona los valores de salinidad más elevados en la boca del estuario y como el intercambio de agua salada influye hasta las estaciones que se encuentran en la cabeza del mismo. Este tipo de intercambio eficiente, para esta época del año particularmente, muestra una estructura de salinidad posiblemente diferente a la observada en la época húmeda, mostrando características diferentes a las de cuña salina que fueron posibles en la primera salida de campo.

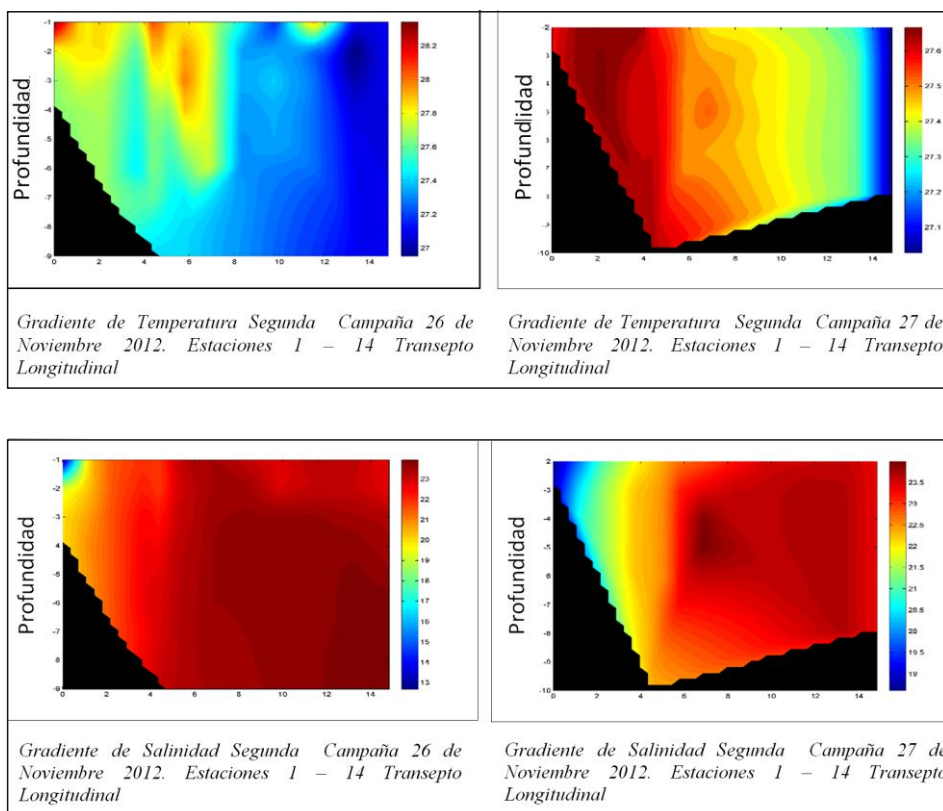


Figura 3. Gradientes de temperatura y salinidad durante la Segunda Campaña.

espacial de las propiedades salinas y de temperatura con su variabilidad. Se evaluaron temporalmente las temperaturas y salinidades en cada una de las estaciones y estableciendo un nivel de control para los parámetros físicos medidos en las estaciones teniendo como función la profundidad y agrupando la información se observó el comportamiento de la estructura vertical de los datos.

La visualización de los gradientes verticales y horizontales de salinidad muestra como la mezcla de agua salada, hacia el exterior del estuario y agua dulce hacia el interior, son producto de compensaciones de flujos en un sistema de dos capas distintas que se desarrollan durante variaciones promedios en sus intensidades. Las estructuras de parámetros físicos-químicos durante la Primera Campaña inferen una relación de los períodos de mareas vivas, observándose que la mayor variabilidad de la temperatura y la salinidad se presenta en las dos estaciones ubicadas en la boca de bahía debido a los posibles intercambios de agua ocasionados por el periodo final del flujo en la mañana y el reflujos, relacionado para estos parámetros.

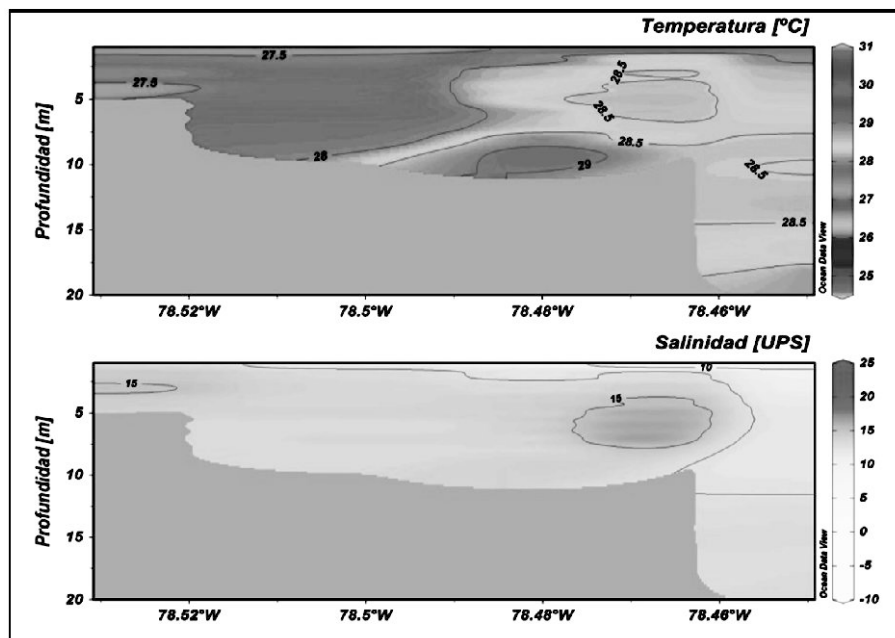


Figura 2. Gradientes de temperatura y salinidad durante la Primera Campaña

3.2. Corrientes

3.2.1 Corrientes totales

La componente transversal (v) fue más energética, homogénea y armónica que la componente longitudinal (u) durante ambas campañas y sectores oceánicos e interior del estuario. Las mayores variaciones de velocidad se presentaron en la superficie. Se observó la asociación de la marea con el estuario, debido a que las corrientes fluyen en una dirección y en sentido opuesto dependiendo del comportamiento del ciclo de la marea presente. El análisis armónico a la serie de tiempo de corriente permitió establecer el dominio de los constituyentes semidiurnos (M2) y diurnos (K1) sobre los demás constituyentes, en la tabla 1, se observan los valores de las componentes u y v . Se puede observar también el efecto de fricción en esta área del estuario al generarse constituyentes significativos de aguas someras como el M4, M6 y M8 a partir de las frecuencias fundamentales.

3.2.2. Corrientes residuales

En el sector interior del estuario durante la Primera Campaña los valores de las corrientes residuales calculadas oscilan en un rango de $0.16 \text{ cm}^3/\text{s}$ hasta $3.7 \text{ cm}^3/\text{s}$; se encontró una particularidad con la dirección de la corriente contraria a lo esperado ya que se dirige hacia el interior del estuario, lo que se relacionó con la escasa profundidad a la cual se ubicó el equipo y el posible aporte de una vertiente cercana. Durante la Segunda Campaña los valores de las corrientes residuales calculadas oscilan en un rango de $0.03 \text{ cm}^3/\text{s}$ hasta $1.2 \text{ cm}^3/\text{s}$ y se direccionaron de acuerdo a lo esperado hacia la boca del estuario. Las corrientes residuales mostraron estructuras en su superficie que parecen relacionadas con la magnitud y dirección del viento.

En el sector oceánico del estuario durante la Primera Campaña los valores de las corrientes residuales calculadas oscilan en un rango de $0.1 \text{ cm}^3/\text{s}$ hasta 5.6

cm³/s. De igual forma a los hallazgos en el interior del estuario la ubicación del equipo pareció afectar las mediciones al encontrarse cerca de una vertiente bastante amplia, en la capa superficial se observó una dirección que confirma este hecho; mientras que en capas medias y fondo se direcciona hacia el interior del estuario. Durante la Segunda Campaña los valores de las corrientes residuales calculadas oscilan en un rango de 0.01 cm³/s hasta 4.4 cm³/s y se encuentra bastante direccionado saliendo del estuario. En la superficie la corriente residual es considerablemente mayor y con un ángulo de rotación que indica la afectación por efecto del viento. La figura 4 muestra esquemáticamente las corrientes residuales resultantes en las posiciones de los equipos ADCP durante las dos campañas realizadas.

Tabla 1. Intensidad componentes U y V de cada campaña

Campaña	componente	ADCP	min	max	media
1	u	oceánico	-0.6105	0.5105	0.1776
	v	oceánico	-0.8048	1.091	0.4304
	u	interior	-0.7308	0.39	0.1552
	v	interior	-0.6821	0.9402	0.3487
2	u	oceánico	-0.6616	0.6835	0.1636
	v	oceánico	-0.8688	0.7676	0.4257
	u	interior	-0.5257	0.1891	0.1007
	v	interior	-0.5893	0.7245	0.2928

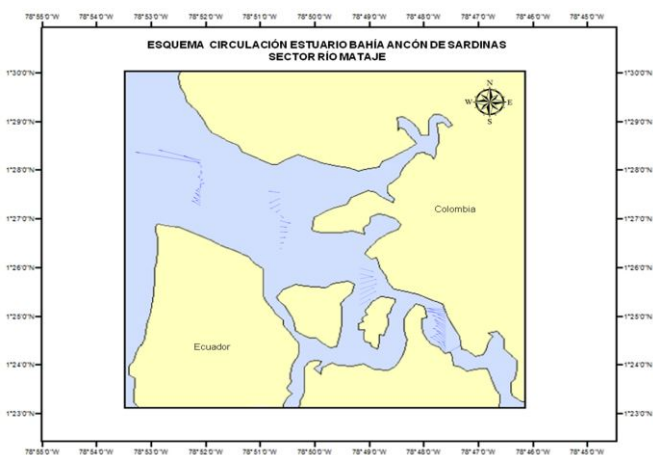


Figura 4. Esquema de circulación residual

3.1. Clasificación del estuario usando parámetros de circulación y estratificación

Con la finalidad de enmarcar el estuario en una clasificación cuantitativa por medio de parámetros adimensionales, se utilizaron los métodos de (Hansen & Rattray, 1966) y el número de Richardson estuarino (Ri) (Fischer H. , 1972). Ambos métodos de clasificación parten de una misma base, que corresponde a la distribución de salinidad en las dimensiones longitudinal y vertical. De acuerdo a Hansen & Rattray durante la Primera Campaña el comportamiento del estuario en el área interior tiene una tendencia 2b (débilmente estratificada) y en el área oceánica se clasificó variando entre como 2b (débilmente estratificada) y 2a (bien mezclado). Para la Segunda Campaña el comportamiento del estuario en el área interior y oceánica se clasificó como 1a (verticalmente mezclada).

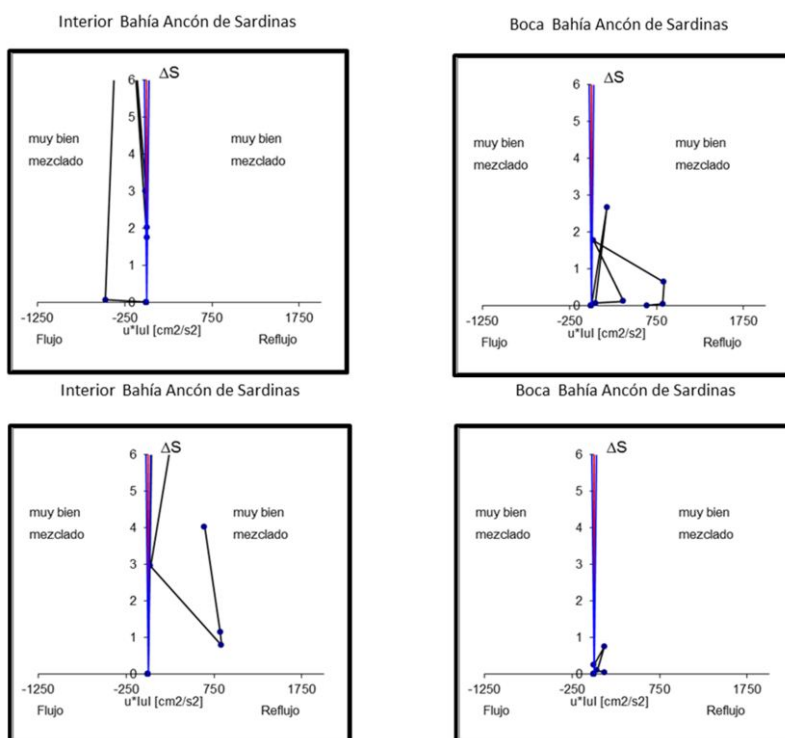


Figura 5. Diagrama Hansen & Rattray para la primera y segunda campaña

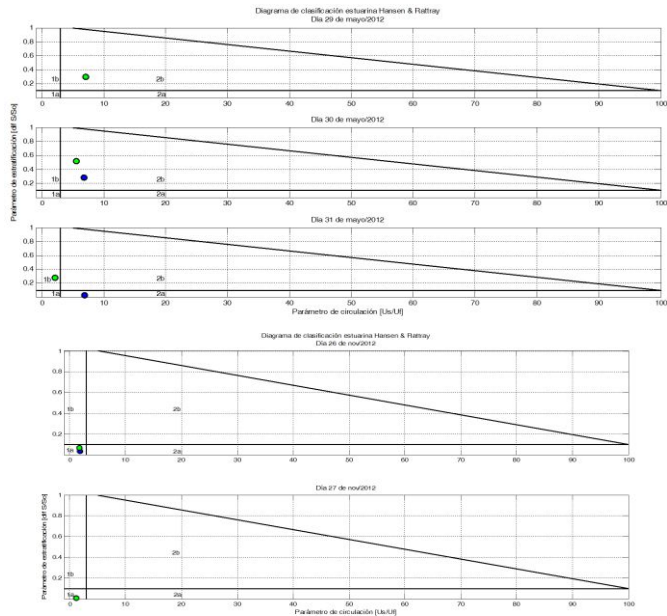


Figura 6. Diagrama Número de Richardson estuarino para los sectores interior y oceánico del estuario. Primera Campaña (arriba), Segunda Campaña (abajo).

Por medio del Número de Richardson estuarino (R_{iE}) se representa la relación de ganancia de energía potencial debido a la descarga de un río y la capacidad de mezcla de las corrientes de marea (Fischer, 1972). Este parámetro para estuarios se basa en las estructuras de los perfiles salinos. R_{iE} define con claridad la separación dentro del diagrama de Hansen & Rattray, de las sub – regiones a y b, es decir, aclara el grado de formación o destrucción de la estratificación de 2 capas definidas.

Para la Primera Campaña en el interior del estuario se observan valores de $R_{iE} = 0.148$ que corresponden a los de una zona parcialmente mezclada ($0.8 > R_{iE} > 0.08$), en el área oceánica del estuario se obtuvieron valores de $R_{iE} = 0.039$ ($R_{iE} < 0.08$), que corresponden a los de una región no estratificada y mezclada. Para la Segunda Campaña, en el interior del estuario, se observaron valores de $R_{iE} = 0.0164$ que corresponden a los de una región no estratificada y mezclada, en el área oceánica del estuario se obtuvieron valores de $R_{iE} = 0.27$ que corresponden a los de una zona parcialmente mezclada.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la variación espacial en periodos de tiempo de los parámetros de salinidad y temperatura, han logrado mostrar la distribución eficiente de las propiedades de la masa de agua oceánica y su interacción con el aporte del eje principal del Río Mataje y sus efluentes a los largo del estuario.

Las mayores velocidades de la corriente observadas en la boca del estuario, y la relación de la amplitud de los rangos mareales con la distribución de los gradientes de salinidad y temperatura permiten identificar la disminución de estos rangos a medida que se desplazan al interior de la bahía; los gradientes de salinidad disminuyeron hacia el interior de la bahía, y los de temperatura aumentaron en ese mismo sentido, reflejando que las propiedades características que son importadas por el agua salada al estuario se comportan de acuerdo a los efectos de convergencia menores que los de fricción, destacándola como una zona hiposincrónica.

En el intento de clasificar un sistema como la *Bahía Ancón de Sardinias – Río Mataje*, se nota que las variaciones estacionales son importantes, mostrando que pueden ser de un **tipo 2-a** en época de máxima humedad hasta de un **tipo 1-b** en época húmeda de menores precipitaciones.

La circulación del Estuario Bahía Ancón de Sardinias se caracteriza por la distorsión de la onda de marea, el estuario tiene un canal mareal delimitado por un sentido longitudinal en la cual convergen canales que aportan agua dulce y agua salada. El movimiento predominante de las direcciones del flujo (NNW) y el refluo (SSE) son evidentes en las estaciones de los AWAC y están modulados por los periodos de mareas vivas y mareas muertas a lo largo del estuario.

Las corrientes residuales observadas infieren una interacción con la batimetría característica de la zona; los flujos demuestran que las corrientes

residuales generan movimientos hacia el área limítrofe ecuatoriana, evidenciándose en zonas de sedimentación ubicadas a lo largo del estuario en dirección NE.

5. CONCLUSIONES

El Estuario de la Bahía Ancón de Sardinas – Río Mataje es un estuario parcialmente mezclado que presenta características de uno bien mezclado de acuerdo a la influencia climática sobre el caudal del río, donde la época húmeda, y el aumento de descarga de agua dulce, pueden llevar al estuario a tener zonas con mínimas influencias de estratificación.

Los resultados revelan que la circulación del Estuario de la Bahía Ancón de Sardinas – Río Mataje, está dominada por la interacción de la marea, los canales de interacción con agua dulce provenientes de vertientes del río, y los efectos del viento.

Las velocidades de las corrientes varían de acuerdo al aporte del Río Mataje dependiendo la época climática que modula el caudal de río y su influencia en la zona interior del estuario. Se observan procesos de rectificación por generación de sub-armónicos como M4 y M6, los mismos que adquieren mayores valores energéticos a medida que se ingresa desde la boca de la bahía hasta la cabeza del estuario.

Los parámetros fisicoquímicos recolectados durante las dos permitieron trazar y validar los esquemas de circulación, de corrientes residuales y de clasificación. La influencia continental proveniente del Río Mataje fue marcada a través de los gradientes de salinidad y temperatura que relacionaron la dirección y el flujo residual predominante.

El gradiente de salinidad refleja posibles procesos de mezcla que

incrementan los procesos de salinidad hacia el fondo y generan capas a mayores profundidades de características no homogéneas, creando cambios continuos en la estratificación producto de las variaciones de los flujos residuales. En contraste con el periodo lluvioso para la zona, el aumento del caudal del río conlleva a una débil estratificación disminuyendo la intensidad de la circulación gravitacional y permitiendo el transporte de sal hasta zonas interiores del estuario. De esta forma en el estuario el transporte de sales puede estar dominado en la boca por la advección y difusión mareal, mientras que en la cabeza las sales son influidas por la advección y la difusión turbulenta fluvial y la existencia de un gradiente de salinidad en sentido longitudinal del estuario. En el tramo intermedio la circulación gravitacional asociada al gradiente de salinidad y las corrientes residuales pueden llegar a dominar la distribución salina y poner límite a la advección mareal e intrusión salina.

El gradiente de temperatura es un indicador del intercambio periódico de agua ocasionada por la marea predomina durante el flujo y el reflujo; durante el reflujo, se hace evidente el desplazamiento desde el interior del estuario hasta la boca de las temperaturas más elevadas provenientes del río y su aporte continental.

REFERENCIAS

CCCP. (2011). *Ficha técnica del proyecto; Estudio y caracterización oceanográfica y morfodinámica litoral de la bahía ancón de sardinas (sector río Mataje): base para la definición del límite fronterizo entre los países de Colombia y Ecuador. San Andrés de Tumaco.*

CCCP. (2012). *Informe Mataje Arope. Tumaco.*

Dye, H. R. (1973). *stuaries: A physical introduction.* New York and London: Wiley- Interscience.

Fischer, H. (1972). Mass transport mechanisms in partially stratified estuaries. *J. Fluid Mech*, 672-687.

Golden Software. (2002). Surfer Version 8.09.2391.

Hansen, D., & Rattray, M. j. (1996). New dimensions in estuary classification. *Limnol Oceanog* 11, 319-326.

Nortek AS. (2005). *AWAC Acoustic wave ad current meter User Guide*. Noruega.

Pawlowitz, R., Bearsley, B., & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB. *Computers & Geosciences* 28, 929937 (P. Elsevier, Ed). Obtenid de http://champs.ces.ucf.edu/library/Journal_Articles/pdfs/matlab_t_tide.pdf.

LA CORTE INTERAMERICANA DE DERECHOS HUMANOS (CORTE IDH), Y SUS EFECTOS EN LOS ESTADOS PARTE DE LA CONVENCIÓN AMERICANA SOBRE DERECHOS HUMANOS

Oscar Manuel Ariza Orozco^a
oarizao@unicartagena.edu.co

Fecha de recepción: agosto de 2013, Fecha de aceptación: septiembre de 2013

Resumen: Este artículo es resultado de la investigación "Alcance de los pronunciamientos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos y la cosa juzgada lograda ante operadores jurídicos nacionales", que tuvo como objetivo el de determinar el alcance y efectos de los pronunciamientos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el Derecho Interno, en el evento de cosa juzgada lograda ante operador jurídico nacional; y en especial los efectos de los pronunciamientos de la Corte IDH en los estados partes de la Convención Americana sobre Derechos Humanos.

Palabras Claves: Cosa Juzgada, Derechos Humanos, Derecho Internacional, Tratados, Operador Jurídico, Convención.

Abstract: This article is the result of the investigation: "Scope of the statements of the Inter-American Court of Human Rights and tried anything accomplished national law to operators", aims to determine the extent and effects of the rulings of the Inter-American Court human domestic law, in the event of a final decision before achieved national legal operator. And especially the effects of the rulings of the Inter-American Court in the states parties to the American Convention on Human Rights.

^aAbogado titulado, Universidad Militar Nueva Granada, UMNG, Máster en Estudios Políticos Pontificia Universidad Javeriana. Docente- investigador de tiempo completo, adscrito al departamento de Derecho Público y Derecho Internacional. Líder del grupo de investigación "GruDPOT".

Keywords: Res Judicata, Human Rights, International Law, Treaties, Legal Practitioner, Convention.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno.

El tema de las relaciones entre el Derecho Internacional y el Derecho Interno es uno de los más debatidos, debido a las características mismas del Derecho Internacional. En efecto, al ser los estados los destinatarios primordiales de las normas internacionales, y al mismo tiempo ser personas jurídicas que actúan por medio de órganos (judiciales, legislativos o ejecutivos), que están sujetos al derecho interno, es esencial que este derecho facilite el cumplimiento del Derecho Internacional por dichos órganos, y más aún, que en caso de conflicto entre una norma internacional y una interna el derecho interno no sea obstáculo para la observancia de las normas internacionales (Quintana, 1995).

Tradicionalmente la cuestión sobre este tema, ha oscilado entre la doctrina dualista y la doctrina monista¹, sin ser claro aún en el caso de Colombia, determinar por cuál de estas posturas se ha tomado partido para atender la situación del Derecho Interno Colombiano en relación con el Derecho Internacional, más aún, en el campo de los derechos reconocidos a las personas, tanto por las normas del Derecho Internacional Humanitario (DIH), como por los instrumentos internacionales relativos a los derechos humanos.

Puestas así las cosas, esta investigación, tuvo como objetivo, determinar el alcance de los pronunciamientos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el Derecho Interno Colombiano, en el evento de cosa juzgada lograda ante operadores jurídicos nacionales.

¹LOAYZA JUAREZ, Jorge Enrique. (2008). Capítulo 3, Relación entre el derecho interno y el derecho internacional. Extraído 23 de septiembre de 2012 desde http://www.academia.edu/386030/Tesis_Tercer_Capitulo.

1.2 *Definición del problema*

La Constitución colombiana de 1991 no establece explícitamente qué lugar ocupan las normas internacionales con respecto a las normas internas, pero sí se dice claramente que la Constitución (norma de normas) prima en caso de incompatibilidad con la ley u otra norma jurídica (art. 4º) (Quintana, 1995).

Esta situación tiene hoy una mayor importancia, sobre todo, en el ámbito de los derechos reconocidos a las personas, tanto por las normas del derecho internacional humanitario (DIH), como por los instrumentos internacionales relativos a los derechos humanos, pues la actual Carta Política colombiana, por vía de varias de sus disposiciones, busca garantizar la eficacia de esos derechos (Ramelli, 2005).

En este orden de ideas, el dilema entre soberanía nacional y soberanía de los derechos humanos y, en consecuencia, sobre el valor de los tratados públicos, la doctrina y la jurisprudencia internacional respecto a los derechos humanos en el ordenamiento interno es, probablemente, uno de los más importantes que hoy se discute en el derecho internacional público y en el derecho constitucional contemporáneo, y que ha sido clásicamente explicado por las teorías monista y dualista, en un intento por definir las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno.

En este contexto, y ante la existencia de un Sistema Interamericano de protección a los derechos humanos, encontramos que en Colombia, se han realizado investigaciones orientadas a determinar la eficacia de los fallos pronunciados por la Corte Interamericana de Derechos Humanos², o establecer la

² LONDOÑO LAZARO, María Carmelina. (2005). La efectividad de los fallos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Eficacia, en este estudio, hace referencia a contextualizar y definir factores fundamentales que inciden en el proceso de cumplimiento de los fallos, por una parte; y por otra, a analizar el impacto y alcances de estas decisiones judiciales de acuerdo con los fines de garantía de los derechos humanos en el sistema Interamericano. Extraído el 20 octubre de 2012 desde <http://dikaion.unisabana.edu.co/index.php/dikaion/article/view/1328>

aplicación de la jurisprudencia de esta Corte al derecho constitucional colombiano³ Sin embargo, estos estudios no abordan el valor jurídico o el alcance de los pronunciamientos de esta Corte, cuando podrían implicar el acoger una sentencia internacional sobre un asunto que ya ha sido fruto del agotamiento de recursos internos y, por ende, con cosa juzgada lograda ante el operador jurídico nacional.

En las anteriores consideraciones y ante el vacío de conocimiento existente, la presente investigación jurídica buscó determinar el alcance, a la luz de las soluciones de integración del derecho interno con el derecho internacional propuestas por la doctrina y la jurisprudencia constitucional colombiana (monista, dualista, bloque de constitucionalidad, entre otras), de las sentencias o fallos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, cuando estos implican revisar la cosa juzgada (Serie C No. 109 - Corte IDH Sentencia de Julio 05 de 2004, p.16)⁴, so pretexto de la finalidad superior de la protección y defensa de los derechos humanos en el país.

Por tanto, el adelantar la presente investigación encontró su justificación en la necesidad de apoyar la práctica del ejercicio del derecho, contar con claridades sobre las tendencias doctrinales que siguen los operadores jurídicos colombianos, en lo referente a la aplicación judicial de las normas y fallos internacionales sobre derechos humanos y derecho internacional humanitario, en procura de una real defensa de los mismos, más, cuando estos pudieren o no afectar principios constitucionales internos.

³ CÓRDOBA TRIVIÑO, Jaime. (2007). Aplicación de la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos al derecho constitucional colombiano. Aplicación conforme esta ponencia, se refiere es a ser utilizados por la Corte Constitucional de Colombia, los fallos de la Corte Interamericana, como argumentos que le ayuden a decidir, es decir, desde una óptica interpretativa. Extraído el 20 octubre de 2012 desde <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/dconstla/cont/2007.2/pr/pr12.pdf>

⁴ Caso de los cultivadores de Yakarilandia vs. Bellonaval Comisión Interamericana de Derechos Humanos escrito de demanda (n.d). Extraído el 17 de noviembre de 2012 desde http://www.javeriana.edu.co/juridicas/menu_lat/documents/C10.pdf

1.3 Metodología y fuentes documentales del trabajo

La investigación que se adelantó puede considerarse, en esencia una investigación jurídica, de carácter bibliográfico, cuyo problema debía ser resuelto necesariamente en las fuentes formales del derecho (Giraldo, 1992), precisamente por el hecho de las mismas encontrarse siempre consignadas en documentos escritos.

Así, diversas fueron las fuentes documentales a las que se recurrió durante la elaboración del presente trabajo. Y más allá de la consulta de libros de texto, monografías y artículos científicos publicados en revistas especializadas, fue obligado en el ámbito nacional, recurrir a la normativa constitucional y legal vigente sobre el tema; y en el campo de lo estrictamente judicial a algunas sentencias emitidas por los máximos jueces colombianos (Corte Constitucional, Corte Suprema de Justicia).

Por último, en un ámbito regional, fueron de gran ayuda la doctrina sentada por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), los dictámenes consultivos, y las sentencias expedidas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH).

1.4 Presentación del plan de trabajo

La hipótesis que orientó la investigación fue la siguiente:
Los fallos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos deben ser acogidos por Colombia, aun cuando ello implique afectar la cosa juzgada lograda ante los operadores jurídicos nacionales, en virtud de ser la teoría monista moderada (con primacía del derecho internacional), la que prevalece en Colombia, y en virtud de la supraconstitucionalidad de las normas del derecho internacional humanitario y del derecho internacional de los derechos humanos.

La búsqueda de aceptación de esta hipótesis explica la organización de este estudio, que se dividió en los siguientes apartes:

- Uno primero, orientado a la aproximación de la aplicación de las normas y obligaciones internacionales en el orden interno, en especial las que derivan del Derecho Internacional de los Derechos Humanos y del Derecho Internacional Humanitario.
- Un segundo, a manera de aproximación al Sistema Interamericano de Derechos Humanos, en especial de su órgano Corte Interamericana de Derechos Humanos, y sus dictámenes consultivos y/o contenciosos.
- Un tercero, orientado al análisis de la institución de la cosa juzgada, sus implicaciones y su posibilidad de revisión.

1.5 De las relaciones entre el ordenamiento jurídico colombiano el derecho internacional

Naturaleza de las relaciones⁵

Conforme el tratadista Pallares Bossa (Pallares, 2004), el derecho internacional tiene su fundamento en el principio del consentimiento que, a su vez, sirve como justificante de su obligatoriedad futura. No obstante, en desarrollo de las relaciones entre los distintos Estados o con otros sujetos de derecho internacional, puede suceder que se obliguen de diferente forma y hasta contradigan lo que en algún momento pactaron. Esta eventualidad, según decir del mencionado tratadista, tiene ocurrencia en aquellos casos en que un Estado asume su responsabilidad internacional a diferentes niveles como el universal, el regional o el subregional; ello implica que el conflicto se suscita entre disposiciones de derecho internacional convenidas en distintos niveles obligacionales.

⁵ NIETO-NAVIA, Rafael, El valor jurídico de las recomendaciones de los Comités de Derechos Humanos y el bloque de constitucionalidad, 18 International Law, Revista Colombiana de Derecho Internacional, 155-190 (2011).). Extraído el 17 de noviembre de 2012 desde <http://www.scielo.org.co/pdf/ilrdi/n18/n18a06.pdf>

Sin embargo, puede pasar que el conflicto no se provoque en el ámbito internacional sino entre disposiciones del ordenamiento jurídico internacional y normas de derecho interno, como genéricamente se denomina a los diferentes sistemas jurídicos estatales. En este evento, el problema jurídico es más delicado y presenta, si se quiere, mayores dificultades para resolverlo, porque la naturaleza de ambos sistemas es distinta.

En efecto, el derecho de cualquier Estado es un sistema jurídico más o menos cerrado, dotado de fuentes propias, como, por ejemplo la constitución, las leyes, la costumbre y además dispone de autoridades y de órganos legislativo y jurisdiccional propios. En cambio, el ordenamiento jurídico internacional, es, por su heterogeneidad, relativamente abierto, con unas fuentes que si bien éste señala no operan siempre de la misma manera y funcionan dependiendo del sistema nacional de los países comprometidos o en litigio o de órganos de distinta naturaleza, que no tienen la eficacia reconocida en el derecho interno.

Esas características condicionan las relaciones entre ambos ordenamientos manifestada en sus mutuas influencias. De una parte, el Derecho Interno influye al Derecho Internacional en capítulos tan importantes como el derecho civil (...). Por su parte, el Derecho Internacional tiene sobre el Derecho Interno una influencia más reciente y progresiva, como ocurre con la repercusión que en el orden constitucional tiene la ineludible exigencia de regular mejor y de aplicar las disposiciones de aquél en la de éste. O también, la utilización de técnicas derecho internacional en la prelación de ciertas normas sobre otras, como sucede con la normatividad sobre Derechos Humanos(...). Pero independientemente de esto, la doctrina ha señalado que junto a las relaciones sistemáticas entre ambos, las normas de uno u otro ordenamiento reenvían con distintos propósitos (Pallares, 2004).

En las anteriores consideraciones, las relaciones entre el ordenamiento jurídico internacional y el derecho interno no son siempre tranquilas y armónicas, con alguna frecuencia, se provocan conflictos. En opinión de Antonio Truyol y Serra “el problema de las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno es uno de los más difíciles de la dogmática jurídica–internacional” (Truyol y Serra, citado por Camargo 2004).

2. POSICIONES DOCTRINALES

2.1 Doctrinas sobre el derecho internacional y el derecho nacional

Para resolver los conflictos que presentan las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno, se suscitan –como lo anota el internacionalista uruguayo Eduardo Jiménez De Aréchaga– dos cuestiones que deben tratarse en forma separada. La primera consiste en averiguar si el derecho internacional y el derecho interno configuran dos órdenes jurídicos independientes y separados entre sí, o si constituyen ramas distintas de un tronco común. La segunda cuestión es el problema de la jerarquía de los órdenes jurídicos, y consiste en averiguar si las normas de derecho internacional priman sobre las de derecho interno, o si, por el contrario, estas prevalecen sobre las dos primeras (Jiménez De Aréchaga, citado por Monroy 2002).

Las posiciones de la doctrina sobre esta cuestión han sido divididas en las siguientes categorías:

Doctrinas monistas

Doctrina dualista

Doctrinas conciliadoras

2.1.1 Doctrina monista

La concepción monista parte de la base de la unidad del conjunto de

normas jurídicas. Se acepta el principio de subordinación, según el cual todas las normas jurídicas se encuentran subordinadas las unas a las otras, en un orden rigurosamente jerárquico. Existen dos corrientes doctrinarias conforme al sistema jurídico que se adopte:

Monismo con primacía del derecho nacional. Para este monismo, existe un único ordenamiento jurídico y en el cual el derecho nacional es jerárquicamente superior al internacional. Este está subordinado al interno.

Esta solución considera, pues, que el derecho internacional depende del nacional porque cada Estado fija libremente su política exterior, señala omnímodamente cuáles son sus compromisos internacionales e, inclusive, en el orden de todo Estado se determina cuáles son los organismos estatales encargados de obligar jurídico-internacionalmente al Estado y dentro de qué condiciones.

Para Valencia Restrepo, las consecuencias del monismo con primacía del derecho nacional, son:

- a. La norma interna violatoria del derecho internacional es válida.
- b. El juez interno siempre debe aplicar la norma violatoria del derecho internacional.
- c. La norma del derecho de gentes necesita ser incorporada al derecho nacional (Valencia, 2008).

Monismo con primacía del Derecho Internacional. A esta corriente pertenecen autores como Kelsen, Kunz, Verdross y Lauterpach. Los doctrinantes de esta tendencia jurídica, piensan que el derecho internacional prima sobre el derecho nacional, y por tanto, la validez del ordenamiento jurídico general depende de aquel. Reviste dos matices: el radical y el moderado.

Monismo radical, cuyos teóricos sostienen que toda norma de derecho

interno contraria al derecho internacional es nula “*ab-initio*” (desde el principio). Esta concepción fue propugnada, en un primer momento, por la Escuela de Viena, en particular por Kelsen, quien pensaba que el derecho nacional está subordinado al internacional. Del segundo depende la validez del primero.

Para Valencia Restrepo, las consecuencias del monismo radical son:

- a. Desconoce ciertos datos de la realidad jurídica. Efectivamente, no es cierto, de acuerdo con la práctica de los Estados, que las normas del derecho nacional contrarias al derecho internacional sean nulas de pleno derecho. Esas normas se consideran válidas, como quiera que están cobijadas por una presunción legal o *iuris tantum*: se presumen conformes al derecho interno; además, las normas internas no se reputan nulas de pleno derecho sino anulables: deben ser declaradas nulas según todo un proceso predeterminado (...)
- b. Tampoco en la práctica internacional se comprueba esta teoría porque las Cortes Internacionales y de Arbitramento no pueden ni suelen declarar la nulidad de normas de derecho interno. Si una norma de derecho interno viola el derecho internacional, esto conllevaría para el Estado la obligación de resarcir el daño ocasionado, pero la norma de derecho interno sigue vigente hasta que los órganos estatales la declaren nula.
- c. En casi todos los Estados –Colombia entre ellos– las normas jurídicas internacionales necesitan ser incorporadas al derecho interno (Valencia, 2008).

Monismo moderado o estructurado, cuyos teóricos estiman que el derecho estatal o interno opuesto al derecho internacional no puede ser calificado de nulo “*ab-initio*”, sino que debe ser transformado por las autoridades del Estado porque, de lo contrario, de no ponerse en vigencia, entrañaría, para el Estado que

así procediera, responsabilidad internacional. En este caso, lo que las mismas autoridades deben hacer es adecuar el derecho interno a las nuevas circunstancias, evitando así la ruptura de la unidad del sistema (Pallares, 2004).

Sobre esta postura Verdross expresó que “los Estados tienen la obligación jurídico-internacional de derogar las normas por ellos promulgadas en oposición al D.I., a petición del Estado perjudicado. Mediante este procedimiento el conflicto originario entre el D. I. y el derecho interno se resuelve a favor del D.I.” (Verdross citado por Camargo, 2004).

Para Valencia Restrepo, las consecuencias del monismo moderado o estructurado son:

- a. La norma interna violatoria del derecho internacional es válida provisionalmente.
- b. El juez interno debe aplicar la norma nacional contraria al derecho internacional hasta que sea declarada anulada. Obviamente, tal aplicación puede generar para un Estado responsabilidad internacional.
- c. En la generalidad de los Estados, la norma de derecho internacional convencional necesita ser incorporada al derecho nacional (Valencia, 2008).

2.2. Doctrina dualista

La doctrina dualista o pluralista fue defendida por Triepel y desarrollada por Anzilotti y Perassi. Esta tesis considera el derecho internacional y el derecho interno como dos sistemas de derecho iguales, independientes y separados que no se confunden y que, por tanto, no se puede decir que exista superioridad de un ordenamiento sobre el otro.

Por tanto, como el Estado es soberano, la validez del orden constitucional

es independiente de su conformidad o no con el derecho internacional. La consecuencia del incumplimiento de un tratado es hacer al Estado respectivo responsable internacionalmente. Además, tratándose de dos sistemas autónomos, entre los cuales no existe relación de dependencia o subordinación, la norma internacional para recibir aplicación en el orden interno necesita ser transformada o incorporada a este, mediante acto de voluntad del legislador nacional (Monroy, 2008, págs. 107-138).

Para el dualismo, las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno se rigen por el principio de la coordinación, del cual pueden extraerse dos consecuencias: a) No puede existir, en ninguno de los dos sistemas, norma obligatoria alguna que emane del otro. b) No pueden suscitarse entre uno y otro sistema conflictos de ninguna naturaleza sino únicamente reenvíos. El reenvío, retorno o remisión se origina como dice Anzilotti (Anzilotti, 2004), en el hecho de que un sistema legal no se limita a señalar las condiciones en que es aplicable su propio derecho sino que reconoce la autoridad de otro sistema respecto de la materia controvertida.

La posición dualista llevada a la práctica conforme Valencia Restrepo (Anzilotti, 2004), conduce a:

- a. Una norma interna violatoria del derecho internacional es válida.
- b. El juez interno siempre debe aplicar la norma violatoria del derecho internacional. Pero como es una norma contraria a éste, a lo sumo una tal violación puede acarrear responsabilidad jurídico-internacional, que se hace efectiva en el ámbito extraestatal porque los llamados a hacer cumplir esa ley son los Estados y, en el derecho internacional convencional de la comunidad internacional organizada, sería un organismo internacional o supranacional. Es ahí donde se hace efectiva la norma. Luego, ambos órdenes son igualmente válidos o vinculantes, aunque sean contradictorios.

c. La norma del derecho de gentes necesita ser incorporada al derecho interno. Los autores dualistas califican de recepción o reenvío con recepción esta reproducción de las normas internacionales por el derecho interno (Valencia, 2008).

2.3. Doctrinas conciliadoras

Estas teorías parten, al igual que la monista, de la unidad de las dos ramas jurídicas en un sistema único. Sin embargo, se diferencian de aquellas porque no aceptan que las relaciones entre el derecho internacional y el derecho interno dependan de la subordinación de un sistema al otro. Por el contrario, sostienen que en realidad lo que gobierna a las relaciones entre ambas ramas es el principio de la coordinación (Pallares, 2004). Entre sus principales representantes se encuentran Walz, Truyol, Dahm, Verdross en una segunda versión.

Respecto a esta posición conciliadora, Walz expresó:

(...) toda norma interna contraria al derecho internacional tiene plena vigencia si se califica como correcta desde el punto de vista estatal pero entraña responsabilidad internacional del Estado. Dicha responsabilidad estatal puede generarse por el hecho de que el Estado respectivo expida normas opuestas al derecho internacional al igual que por la circunstancia de omitir los medios para la realización de sus obligaciones internacionales (Pallares, 2004).

En esencia, estas doctrinas conforme el tratadista Valencia Restrepo (Valencia, 2008) son monistas debido a que parten del supuesto de unidad entre los dos sistemas jurídicos, mas sin plantear una subordinación del uno al otro ni una delegación por parte del derecho internacional a favor de los derechos estatales.

REFERENCIAS

- Camargo, P. (2004). Tratado de Derecho Internacional Público. 3 ed., Bogotá. Editorial Leyer, p. 113.
- Camargo, P. (2004). Tratado de derecho internacional público. 3 ed., Bogotá. Editorial Leyer, p. 117.
- Giraldo, A., y Giraldo, L. (1992) Metodología y técnica de la investigación Jurídica. 10 ed., Bogotá. Ediciones Librería del Profesional, p. 235.
- Monroy, M. (2002). Derecho Internacional Público. 5 ed., Bogotá. Editorial Temis S.A., p. 134.
- Pallares, J. (2004) Derecho Internacional Público. 2 ed., Bogotá. Editorial Leyer, p. 69.
- Derecho Internacional Público. (2004). 2 ed., Bogotá. Editorial Leyer, p. 71.
- Derecho internacional público. (2004). 2 ed., Bogotá. Editorial Leyer, p. 74.
- Quintana, J. (1995). Instituciones básicas de Derecho Internacional Público. Bogotá. Ministerio de Relaciones Exteriores, p. 25.
- Ramelli, A. (2005). La Constitución colombiana y el derecho internacional humanitario. 2 ed., Bogotá. Universidad Externado de Colombia. p. 369
- Valencia, H. (2008). Derecho internacional público. 3 ed. Medellín, Librería Jurídica Comlibros, 2008, p. 142.
- Álvarez, L. (2007). 4 ed. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Jurídicas. ISBN 958-683-034-9.

- Gómez, F. (2010). (Comp.) Constitución Política de Colombia. 28 ed. Bogotá, Editorial Leyer. ISBN 978-958-711-632-8.
- León, A., et al. (2006). La aplicación judicial de los tratados internacionales. Bogotá, Instituto latinoamericano de servicios legales alternativos (ILSA). ISBN 926276-7.
- Monroy, M. (2002). Derecho Internacional Público. 5 ed. Bogotá, Editorial Temis S.A., ISBN 958-35-0401-7.
- Pallares J. (2004) Derecho Internacional Público. 2 ed. Bogotá, Editorial Leyer. ISBN 958-690-629-9
- Pinto, M. (2004) El derecho internacional. Vigencia y desafíos en un escenario globalizado. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica S.A. ISBN 950-557-622-6.
- Quintana, J. (1995). Instituciones básicas de derecho internacional público. Ministerio de Relaciones Exteriores. Bogotá, Fondo Editorial Biblioteca de San Carlos. Bogotá. ISBN 958-9381-09-X.
- Ramelli, A. (2005) La Constitución colombiana y el derecho internacional humanitario. 2 ed. Bogotá, Universidad Externado de Colombia. ISBN 958-616-439-x.
- Remiro, A., et al. (2007). Derecho Internacional Valencia, Tirant lo Blanch, 1382 págs. ISBN 978-84-8456-798-1.
- Sorensen, M, (2004). (Comp.) Manual de derecho internacional público. Traducción a cargo de la Dotación Carnegie para la Paz Internacional.

México, Fondo de Cultura Económica. ISBN 968-16-0216-1.

Valencia, H. (2008) Derecho internacional público. 3 ed. Medellín, Librería Jurídica Comlibros, ISBN 978-958-98456-3-9.

Córdoba, J. (2007). Aplicación de la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos al derecho constitucional colombiano. Ponencia presentada en el anuario de derecho constitucional latinoamericano. Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM [online]. Disponibilidad y acceso: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/dconstla/cont/20072/pr/pr12.pdf>

Fajardo, A. (2007). Contenido y alcance jurisprudencial del bloque de constitucionalidad en Colombia. *Revista Civilizar*. Universidad Sergio Arboleda. Bogotá (Colombia) 7 (13): 15-34, [online]. Disponibilidad y acceso: http://www.usergioarboleda.edu.co/civilizar/alcance_jurisprudencial.htm

Fajardo, A. (2008). La influencia del Sistema Interamericano de los Derechos Humanos en el derecho constitucional colombiano. Marco teórico. *Int. Law: Rev. Colomb. Derecho Int.* [online]. n.12, pp. 301-316. ISSN 1692-8156. Disponibilidad y acceso: <http://www.scielo.org.co>

Gozáini, A. (2006). Incidencia de la jurisprudencia de la corte interamericana de derechos humanos en el derecho interno. *Estudios Constitucionales*, Volumen 4 No. 2, pp. 335-362 [online]. Disponibilidad y acceso: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/820/82040115.pdf>

Londoño, C. (2005). La efectividad de los fallos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. *Revista DÍKAION* de la Universidad de la Sabana. Volumen 14. Bogotá. Disponibilidad y acceso: <http://dikaion.unisabana>

edu.co/index.php/dikaion/issue/view/111/showToc

Mena, C. (2008). Sentencias de la Corte Interamericana de Derechos Humanos: Su efectividad jurídico-nacional. Ponencia producto de avance de investigación, presentada en el IV Encuentro De Jurisdicción Constitucional realizado en la ciudad de Cartagena de Indias – Colombia, en Agosto de 2008.

Monroy, G. El Derecho Internacional como fuente del derecho constitucional. ACDI, Bogotá. ISSN: 2027-1131, 1. N° 1: 107-138, 2008. Disponibilidad y acceso: <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/acdi/article/viewPDFInterstitial/131/99>

Moré, Y. (2007). La interrelación entre el derecho internacional y derecho interno en Cuba a la luz de las doctrinas tradicionales. *Int. Law: Rev. Colomb. Derecho Int.* [Online]. Bogotá (Colombia) N° 9: 371-394, mayo de 2007. ISSN 1692-8156. Disponibilidad y acceso: http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C_Juridicas/pub_rev/documents/10_more_000.pdf

Quiroga, A. (2006). Las sentencias de la corte interamericana de derechos humanos y la cosa juzgada en los tribunales nacionales. *Estudios Constitucionales*, Año 2006, Volumen 4 No. 2, pp. 393-413 [online]. Disponibilidad y acceso: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/820/82040117.pdf>

IMPACTOS Y RETOS DEL PLAN ESTRATÉGICO Y PROSPECTIVO DE CTI DE BOLÍVAR Y SU ARTICULACIÓN CON EL SISTEMA DE INNOVACIÓN DEPARTAMENTAL

Paola Amar Sepúlveda PhD^a
pamar@unitecnologica.edu.co

Julio Adolfo Amézquita López M.Sc^b
ipregl@unicartagena.edu.co

Luis Carlos Arraut Camargo Ph.D^c **Alexander Zapata Rodríguez M.Sc (c)^d**
larrau@unitecnologica.edu.co zapatalex@gmail.com

Diana Carolina Martínez Torres M.Sc (c)^e
dianacmartineztorres@gmail.com

Ingrith Dayana Rodríguez Gutiérrez M.Sc^f
ingrith.rodriguez.g@gmail.com

Rodrigo José Miranda Redondo M.Sc^g
rojomir@gmail.com

Fecha de recepción: julio de 2013, Fecha de aceptación: agosto de 2013

Resumen: La “sociedad del aprendizaje”, de acuerdo a los teóricos de la economía, es un proceso en el que se ve reflejando el dinamismo, en la generación y aplicación del conocimiento, donde de acuerdo a Lundvall (1992) “... en la economía moderna, el recurso fundamental es el conocimiento y, consecuentemente, el proceso más importante es el aprendizaje”. La investigación como parte de este proceso, es imperante y necesaria para el diseño y formulación de planes estratégicos y prospectivos, dado que el desarrollo de las regiones es visto desde la necesidad del fortalecimiento de los procesos de formación en sociedades de conocimiento.

El desarrollo del departamento de Bolívar ha sido importante para la generación de nuevos productos y servicios, donde la identificación y el

^aAdministración de Empresas. Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Valencia. Docente-investigador, Universidad Tecnológica de Bolívar.

^bIngeniero Industrial. Magister en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Director, Instituto de Políticas Públicas Regional y de Gobierno-IPREG.

^cIngeniero Industrial. Doctorado en Ciencias Empresariales. Docente-investigador, Universidad Tecnológica de Bolívar.

^dAbogado titulado. Especialista en Derecho Empresarial, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Docente-investigador, Universidad Tecnológica de Bolívar.

^eAdministrador Industrial. Magister en Gestión de la innovación, Docente-investigador, U. Tecnológica de Bol.

fortalecimiento de las capacidades científicas, tecnológicas e innovadoras sirven de soporte para lograr una visión general y holística a través de las cuales se definen estrategias a futuro, teniendo en cuenta la incidencia de las políticas públicas requeridas para el desarrollo sostenible.

El presente trabajo tiene por objetivo presentar las estrategias e iniciativas del Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del Departamento de Bolívar enmarcado dentro de la contextualización de los SI en una situación socioeconómica específica, en un momento en que se están asentando nuevos conceptos y modelos sobre las relaciones entre conocimiento, economía y sociedad, acorde con el desarrollo de políticas y planes establecidos en el departamento y en el país.

Palabras claves: Sistema de innovación, Ciencia-Tecnología e Innovación, Desarrollo sustentable, Políticas públicas.

Abstract: The " learning society " , according to economic theorists , is a process that is reflecting the dynamism in the generation and application of knowledge , where according to Lundvall (1992) " ... in the modern economy , the key resource is knowledge and , consequently , the most important process is learning. " Research as part of this process, it`s imperative and necessary for the design and formulation of strategic plans and prospective, as the development of regions is seen from the need to strengthen training processes of knowledge society.

The development of the bolivar department has been important for the generation of new products and services, where the identification and strengthening of the scientific, technological and innovative support serve to achieve a holistic overview and through which define strategies the future, taking into account the impact of public rules needed for sustainable development.

The present work aims to present strategies and initiatives of the Strategic Plan and Prospective Innovation and Scientific and Technological Development of the Department of Bolívar framed within the contextualization of the SI in specific socio-economic status, at a time that are setting new concepts and models on the relationship between knowledge, economy and society, in line with the development of rules and plans established in the department and in the country.

Key words: Innovation System, Science, Technology and Innovation, Sustainable Development, Public Policy.

1. INTRODUCCIÓN

El Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del departamento de Bolívar- PERCYT, otorga un marco general definido que permite no solamente orientar e integrar de forma efectiva el rol de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo endógeno del territorio, sino brindar las bases para la formulación de políticas coherentes con el desarrollo productivo, económico, social, ambiental y cultural del territorio que espera tener el departamento en los próximos años, conforme con sus intereses y necesidades.

El objetivo de este trabajo es analizar las estrategias del Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico de Bolívar a partir del diagnóstico de los entornos del sistema de innovación departamental, y de la relación existente entre la definición de las políticas departamentales y distritales realizadas en los últimos gobiernos y su articulación con los planes y programas ya existentes, con el fin de identificar elementos críticos a potenciar para su pleno aprovechamiento en el uso de estrategias a largo plazo, el cierre de la brecha tecnológica, el incremento de la productividad y la competitividad, y el desarrollo sustentable del departamento.

De este modo, en el primer capítulo se realiza una descripción de las

tendencias internacionales en materia de políticas de innovación, destacando el rol de la innovación como proceso interactivo y social a través del surgimiento de los denominados sistemas de innovación. En el segundo capítulo, se presenta un diagnóstico de la dinámica actual del sistema de innovación departamental, conforme con la estructura y funcionamiento. En el tercer capítulo, se presentan los programas, subprogramas y líneas de acción que componen el Plan Estratégico y Prospectivo de innovación y desarrollo científico y tecnológico del departamento de Bolívar 2010-2032, y en un cuarto capítulo, se realiza una evaluación de estas estrategias en su segunda fase de implementación, a partir de la instrumentalización de este Plan en los Planes de desarrollo Departamental y Distrital, los proyectos del Fondo Nacional de regalías y la realización de un taller con actores clave en la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación a nivel local, con el fin de identificar los desafíos que enfrenta esta política pública como eje orientador e integrador de la CTI en el desarrollo endógeno del departamento de Bolívar.

2. TENDENCIAS INTERNACIONALES EN POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Los Sistemas de Innovación son integradores de instituciones públicas y privadas, destinadas a apoyar fundamentalmente a las empresas del sector productivo con el fin de mejorar sus capacidades. Si bien, los sistemas de innovación y la caracterización de cada uno de sus elementos constituyen herramientas importantes para la definición de políticas y estrategias gubernamentales y empresariales para el desarrollo, esta temática ha ocupado tradicionalmente un papel secundario en los organismos nacionales llegando apenas en los últimos años a darle la importancia y relevancia que este mismo tiene para la construcción de visiones a futuro y estados de desarrollo deseables.

El desconocimiento de las capacidades científicas, así como la

subutilización del conocimiento existente en una región, se relaciona con la mala distribución de recursos y en la pérdida de potencialidades necesarias para el desarrollo de innovaciones de carácter científico y tecnológico. Sin embargo, esta situación está cambiando debido a la emergencia de la denominada "Sociedad del Conocimiento", que ha puesto de manifiesto la importancia de la interacción entre los agentes que pueden contribuir a la generación, adaptación y aplicación de conocimientos en esta nueva sociedad y el impacto del conocimiento en todos los ámbitos de la sociedad David & Foray (2002), Cloutier (2003).

En Colombia, se espera que instituciones públicas y privadas como agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-SNCTI¹ lideren actividades para el avance de la ciencia acordes a las necesidades de la región, actividades plenamente soportadas en lo mencionado por Brunner (1996), donde, la capacidad de un país para innovar depende críticamente de tres factores: su naturaleza adaptativa de su sistema de generación, transmisión y utilización de conocimientos; el grado de desarrollo y complejidad de su infraestructura de comunicaciones; y la eficiencia de la gestión en estos ámbitos, incluida la eficiencia de las políticas e intervenciones públicas que inciden sobre su desarrollo. Entre más sincronizado se encuentre estos tres factores, se dará un mayor desarrollo y sincronización en sus actividades productivas impulsando el crecimiento socio-económico y cultural.

3. METODOLOGÍA

En primer lugar, para la formulación del Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del Departamento de Bolívar se adaptó como lineamiento la Guía metodológica para la elaboración de planes estratégicos regionales de ciencia, tecnología e innovación, elaborada por

¹ Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCTI es un sistema abierto del cual forman parte las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como las organizaciones públicas, privadas o mixtas que realicen o promuevan el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Colciencias, cuyo énfasis está centrado en la orientación por objetivos y hacia grupos beneficiarios y a facilitar la participación y comunicación entre las partes interesadas. La metodología de análisis utilizada se desprende de la Teoría Interactiva de los Entornos constituyentes de Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación, caracterizando los elementos y relaciones que conforman el entorno científico, este modelo es propuesto por Fernández de Lucio y Castro, 1995, y en él se establecen cuatro entornos, el científico que realiza la producción de conocimiento, el tecnológico y de servicios avanzados que desarrolla tecnologías utilizadas por empresas productivas, el entorno productivo que produce bienes y servicios innovadores, y el entorno financiero que ofrece recursos económicos a los elementos de los demás subsistemas o entornos.

El proceso de seguimiento y evaluación del PERCYT del departamento de Bolívar, está soportado en la lectura analítica y operativa del Plan de Desarrollo de Bolívar “Bolívar Ganador 2012-2015” y el Plan de Desarrollo de Cartagena “Hay Campo Para Todos”, que constituyen la hoja de ruta del departamento en los próximos 4 años. Así mismo, se analizará el panorama de Bolívar en materia de ciencia, tecnología e innovación con la formulación de los proyectos presentados en el marco del Plan Nacional de Regalías. De este modo, se plantea un proceso coherente y articulado para el monitoreo y control de los programas e iniciativas que contempla el Plan de innovación del departamento, conforme con sus necesidades.

4. SISTEMA DE INNOVACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

Dada la heterogeneidad que presenta el territorio bolivarense de acuerdo a sus características geográficas, económicas, sociales y culturales, así como las riquezas en el recurso hídrico y su gran extensión del recorrido del río Magdalena, la Asamblea Departamental organizó territorialmente a Bolívar desde el 2001 en seis (6) Zonas de Desarrollo Económico y Social – ZODES (Dique, Montes de

María, Mojana, Depresión Momposina, Loba y Magdalena Medio). Esto, se articula con lo dicho por Pérez V., G. (2005), quien explica que hablar de la base económica de Bolívar como un todo no es posible en las actuales condiciones de heterogeneidad del departamento. El ejemplo más claro de esta situación es su propia capital. Las actividades económicas de Cartagena son muy diferentes a las del resto de los municipios del departamento. Mientras que Cartagena se caracteriza por su gran dinámica industrial, turística y portuaria, los medios de sustento de los habitantes de los demás municipios están muy lejos de la realidad cartagenera, su economía se basa esencialmente en actividades agropecuarias, mineras y artesanales.

Dado lo anteriormente mencionado, y de acuerdo al modelo propuesto en la Teoría Interactiva de los Entornos, Fernández de Lucio y Castro (1995), adoptado por los investigadores en el presente proyecto, el Sistema de Innovación del departamento de Bolívar presenta las siguientes características en cada uno de sus entornos:

4.1. Entorno Productivo

De acuerdo con el Observatorio del Caribe Colombiano - OCARIBE (2011), los sectores con mayor participación en el aparato industrial de Bolívar con alrededor del 70% del PIB son aportados principalmente por los siguientes 4 sectores: la industria manufacturera, que es la más importante aportando más del 20% del PIB, lo que demuestra la vocación industrial de la ciudad de Cartagena y la importancia de sectores como el petroquímico-plástico para la economía del departamento. Éste es seguido por las actividades de los establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas, actividades de servicios sociales, comunales y personales, y comercio, reparación, restaurantes y hoteles. Estas últimas tres actividades dan cuenta de la importancia del sector terciario en la región.

Así mismo, se destaca el sector de la construcción, que ha registrado el mayor crecimiento de todas las ramas económicas entre 2000 y 2010, con un aumento por encima de 4 puntos porcentuales. Por otra parte, el sector agrícola se mantiene con alrededor del 6%, lo que indica que las metas establecidas en cuanto a producción y rendimiento del sector no se reflejan en un aumento de su aporte al PIB. Los servicios relacionados con transporte, han tenido un crecimiento en general de 2,4 puntos; mientras que los relacionados con la apuesta de turismo (actividades de servicios sociales, comunales y personales, y comercio, reparación, restaurantes y hoteles) han disminuido su contribución al PIB del departamento.

4.2. Entorno Científico

De acuerdo al Sistema Nacional de Información de Educación – SNIES, se puede observar que principalmente en el departamento de Bolívar la oferta académica a nivel superior es ofrecida principalmente en Cartagena, donde, se cuenta con un total de 15 Instituciones de Educación Superior reconocidas por el Ministerio de Educación Nacional, en las que, tal como se muestra en la figura 1, se ofertan programas académicos en todos los niveles de formación, sin embargo, vale la pena destacar que en su mayoría los programas de formación son a nivel universitario y de especialización; a nivel de maestría y doctorado se presentan pocos programas registrados, lo que muestra una baja oferta en estos niveles de formación.

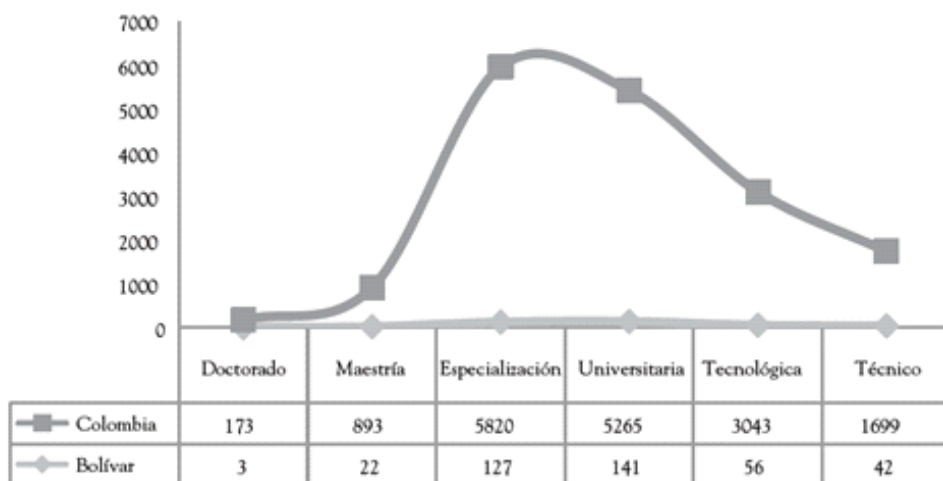


Figura 1. Oferta académica por nivel de formación.

Fuente: OCYT & OCARIBE (2010). Indicadores en ciencia, tecnología e innovación para Bolívar, 2008.

De acuerdo a la última clasificación realizada por Colciencias, el departamento de Bolívar cuenta con 144 grupos de investigación activos reconocidos, donde el 5,06% de los grupos de investigación se ubican en categoría A1 (8 grupos), un 5,06% en categoría A (8 grupos), un 18,35% (29 grupos) en categoría B, un 20,25% (32 grupos) en categoría C y el 51,27% (81 grupos) se encuentran en la categoría D, destacándose la Universidad de Cartagena y la Universidad Tecnológica de Bolívar, con la mayor cantidad de grupos escalafonados en las categorías A y A1 y la más alta participación en actividades de ciencia, tecnología e innovación. Al considerar el área de conocimiento a la cual pertenece cada grupo de investigación se encuentra una concentración en las siguientes nueve grandes áreas del conocimiento: Ciencias Agrarias, Ciencias Biológicas, Ciencias de la Salud, Ciencias Exactas y de la Tierra, Ciencias Humanas, Ciencias Sociales y Aplicadas, Ingenierías, Lingüística, Letras y Artes, y Ciencias Sociales.

A pesar del crecimiento que ha tenido el departamento en relación a las capacidades de investigación en las diferentes áreas del conocimiento, y del

desarrollo y fortalecimiento industrial con la instalación de grandes empresas, aún existe una limitada articulación en la relación Universidad – Empresa (U-E), reflejada en el número de proyectos realizados por los grupos de investigación, los cuales obtienen su financiación en su mayoría gracias a convocatorias públicas y no por la financiación directa con las empresas, para lo cual, las Instituciones de Educación Superior han establecido como estrategia para el acercamiento U-E las oficinas de transferencia de conocimiento y/o oficinas de extensión a través de las cuales busca propiciar un mayor acercamiento con el sector industrial.

4.3. Entorno Financiero

Para el período 2003-2004, el 82.7% de la financiación de las ACTI a nivel nacional se asocia con recursos empresariales. Un comportamiento similar se presenta en el departamento de Bolívar dado que la financiación de las ACTI se realiza con este tipo de recursos, con un 79% de la inversión (el 0,9% de la inversión nacional). Es importante anotar que el departamento de Bolívar presenta una importante financiación por parte de empresas multinacionales con plantas de producción establecidas en la ciudad de Cartagena y con sede en la ciudad de Bogotá, en especial para el año 2004 donde el 14.1% de los recursos utilizados para actividades de desarrollo e innovación provenían de fuentes como aportes de casas matrices.

La utilización de las fuentes de financiamiento público en Bolívar por parte de las empresas para financiar sus ACTI es bastante baja. Según la percepción de los empresarios, la falta de información, la dificultad para cumplir los requisitos y el desconocimiento de los instrumentos de financiación son las principales razones que explican el bajo nivel de utilización de los recursos públicos.

4.4. Sistema General de Regalías - SGR

A partir del 2012, en el país se inició un nuevo sistema para el uso de los

fondos relacionados con las Regalías, los cuales provienen de la explotación de los recursos naturales no renovables en los diferentes departamentos del país. Con esta nueva distribución se estableció que del total de presupuesto del Sistema de Regalías departamental el 10% se destinará para el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual tiene como objetivo “incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones, mediante proyectos que contribuyan a la producción , uso, integración y apropiación del conocimiento en el aparato productivo y en la sociedad en general, contribuyendo al progreso social, al dinamismo económico, al crecimiento sostenible y una mayor prosperidad para toda la población” (Restrepo, J.; 2012).

45. Entorno Tecnológico

El SIN promueve la creación de un centro nacional de desarrollo tecnológico en cada uno de los sectores industriales (Amar, 2007). En el departamento de Bolívar sólo se encuentra el Centro de Desarrollo Tecnológico Cartagena de Indias (CEDETEC) que se perfila como centro de emprendimiento y de gestión tecnológica orientado a la innovación social. Sin embargo, en la actualidad no existen Centros de Desarrollo Tecnológicos reconocidos orientados específicamente a sectores de las apuestas productivas de la ciudad y/o el departamento.

En el departamento, algunas entidades del entorno científico han realizado grandes esfuerzos conducentes a consolidar proyectos de parque tecnológico tales como, el Parque Tecnológico e Industrial Carlos Vélez Pombo, Parquesoft, Parque Tecnológico Universidad de San Buenaventura y el Tecno Parque Agroempresarial y Centro Nacional Petroquímico SENA Regional Bolívar. Todos estos son creados con el fin de propiciar espacios para el desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación propiciando la articulación Universidad – Empresa – Estado.

5. ESTRATEGIAS E INICIATIVAS DEL PERCYT DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

En el año 2010, se inició la formulación del Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del departamento de Bolívar, que permite sentar las bases para formular las políticas que deberá fijar el departamento en los próximos 21 años en su camino por disminuir las disparidades regionales y optar por un desarrollo sostenible del territorio sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, y en una sinergia entre los agentes que componen el sistema de innovación del departamento. Considerando las fortalezas, amenazas, debilidades, oportunidades y recursos del territorio bolivarense anteriormente expuestas, se fijó la siguiente visión de futuro:

«En el 2032, el departamento de Bolívar tiene, como eje principal y motor de sus políticas de desarrollo sustentable del territorio, un sistema de ciencia, tecnología e innovación con elevadas capacidades humanas en las áreas de conocimiento de energía y minería, ciencias del mar, ciencias agrarias y/o ciencia y tecnología de alimentos, salud, industria creativa y ciencias sociales, mediante las cuales se explica el desempeño superior en sus sectores competitivos consolidados (agroindustria, turismo, servicios logísticos, petroquímico-plástico y astilleros) y la elevada calidad de vida de sus habitantes».

Para hacer frente al desafío que supone esta visión de futuro, se fijaron objetivos específicos y con base en ellos, los programas, subprogramas e iniciativas concretas que configuran la operacionalización del Plan, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Programas, subprogramas y líneas de acción del PERCYT Bolívar
 Fuente: Elaboración de los autores con base en el Plan Estratégico y
 Prospectivo de innovación y desarrollo científico y tecnológico del
 departamento de Bolívar 2010-2032.

Programa	Subprograma	Líneas de acción/ Iniciativas / proyectos
Programa de potenciación de recurso humano departamental	Subprograma de formación de personal investigador	Implementación de becas de nivel doctoral en áreas prioritarias del departamento
		Implementación de becas predoctorales en áreas prioritarias del departamento.
		Fortalecimiento curricular del programa Ondas
		Formación de jóvenes investigadores e innovadores.
		Implementación de Becas para acreditación de segunda lengua para jóvenes investigadores e innovadores
	Subprograma de incorporación de personal doctor al territorio.	Actualización bianual de balance de CTI y localización de talento en formación en el exterior y en otras regiones de Colombia
		Reclutamiento y atracción de personal para vinculación de investigadores colombianos de excelencia a iniciativas regionales en áreas prioritarias
	Subprograma de mejora de prácticas de gestión del talento humano que aumente la atracción y retención de talentos.	Transferencia Gestión del conocimiento y del recurso humano en Centros de excelencia nacionales e internacionales

Programa	Subprograma	Líneas de acción/ Iniciativas / proyectos
Programa de fomento de la dinamización del sistema de innovación del departamento de Bolívar	Subprograma de fomento de la relación del entorno científico, productivo, tecnológico y financiero del sistema de innovación del departamento.	Fortalecimiento de la institucionalidad de CTI en el departamento
		Programación de encuentros periódicos del Comité Universidad-Empresa-Estado.
		Constitución, dinamización y organización de redes de distintas áreas del conocimiento y zonas geográficas del departamento para desarrollar actividades conjuntas.
		Interacción de los grupos de investigación consolidados con empresas a través de pasantías, para identificar problemas e impulsar las oportunidades de innovación
	Subprograma de fomento de la cultura científica y del interés social por la ciencia, la tecnología y la innovación.	Realización de ferias, programas en medios de comunicación, jornadas de divulgación, capacitación periodística, periódicos y otros medios de divulgación.
		Organización anual de la Semana y la Feria de la Ciencia y la Tecnología.
		Concursos de innovación para emprendedores y para la creación de nuevas empresas de alta tecnología.
		Recopilación, conservación y divulgación del patrimonio histórico de carácter científico y tecnológico de Bolívar.
		Creación y mantenimiento de una infraestructura integradora de CyT (Centro o museo interactivo, Parque tecnológico u otro mecanismo)
	Subprograma de apoyo a las estructuras de interfaz e interconectividad entre centros de desarrollo tecnológico y unidades de investigación.	Apoyo a las unidades de interfaz para fortalecer y dinamizar el entorno científico.
		Fomento a la conectividad de las unidades de interfaz para la explotación, difusión y protección de tecnologías

Programa	Subprograma	Líneas de acción/ Iniciativas / proyectos
Programa de apoyo a la gestión de la innovación en los sectores competitivos consolidados	Subprograma de apoyo a la gestión de la innovación en los sectores consolidados.	Desarrollo de proyectos de I+D de acuerdo con lo consignado en el Plan de Competitividad del departamento
		Gestión de transferencia tecnológica desde las compras públicas y privadas que genere mayor capacidad endógena (Spillover).
	Subprograma de creación y aceleración de empresas innovadoras.	Creación de spin-off (Empresa a partir de resultados I+D)
Programa de refuerzo de la base científica y tecnológica	Subprograma de estructuración del sistema de I+D.	Apoyo al desarrollo de grupos competitivos en áreas de conocimiento prioritarias y con pertinencia territorial
	Subprograma de creación de infraestructuras científico- técnicas de I+ D	Diseño, desarrollo y puesta en marcha de un Centro de Desarrollo Tecnológico -CDT en Salud para el departamento y su red de laboratorios.
		Diseño, desarrollo y puesta en marcha de un CDT en Energía y Minería para el departamento y su red de laboratorios.
		Diseño, desarrollo y puesta en marcha de un CDT en Agroindustria para el departamento y su red de laboratorios.
		Diseño, desarrollo y puesta en marcha de un Centro de Innovación de Turismo y Comercio.
Programa de financiación que priorice las actividades innovadoras con promoción de instrumentos accesibles y transparentes	Subprograma de estructuración y gestión de capital de riesgo que genere confianza en inversionistas y en emprendedores.	Estructuración de un Fondo Regional de capital de riesgo.
	Subprograma local de Instrumentos públicos de financiamiento para proyectos de I+D+i.	Actualización de incentivos y mecanismos de apoyo relacionados con el Fondo Nacional de Regalías, Fondo Francisco José de Caldas, Cooperación Internacional y Banca Multilateral.
	Subprograma de conformación de un banco para iniciativas de inversión local estratégica hacia el área rural.	Sistematización de un banco de proyectos para el sector agroindustrial que permita gestionar las iniciativas del sector.

Además de estas estrategias descritas, se incluye el área de las TIC como un eje transversal del Plan, dada su importancia en todos los campos de investigación y su papel fundamental en el desarrollo de innovaciones en todo sector económico. Así mismo, teniendo en cuenta que en el departamento de Bolívar habita una comunidad con características culturales y sociales propias de un territorio situado en la Costa Caribe, que presenta tensiones singulares identificadas en el ámbito económico, político, social, cultural y ambiental, algunas de ellas planteadas desde tiempo atrás, otras que se han agudizado en los últimos años y otras más que han surgido recientemente, aquellas temáticas relacionadas con las problemáticas sociales, originadas por la inmigración y los procesos de fragmentación y exclusión social; con el patrimonio histórico, artístico y cultural; y con los problemas de la educación, como clave del progreso social y económico del departamento y uno de los pilares de la sociedad del conocimiento, constituyen otro eje transversal a lo largo del Plan.

Cabe destacar que la ruta de acción del plan guarda relación directa con las áreas del conocimiento prioritarias y los sectores competitivos consolidados del departamento, tal como se evidencia en la declaración de la visión del plan, en la que se precisan los fines propuestos y los instrumentos para alcanzarlos, con base en las potencialidades del territorio.

6. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERCYT DE BOLÍVAR

6.1. Planes de desarrollo

En Colombia, una política de Ciencia y Tecnología se incluyó en forma explícita por primera vez en el Plan de Integración Nacional (DNP, 1978), formulado a finales de la década del setenta. Se consideró que el desarrollo científico y tecnológico podría aplicarse al fortalecimiento del sector productivo y su vinculación con los planes de desarrollo del país, y de esta forma contribuir a elevar la productividad, la competitividad, la competitividad internacional y la

eficiencia en la utilización de recursos y, en general, a aumentar el bienestar de la población (DNP, 1990).

Partiendo de la infraestructura institucional existente, los planes de desarrollo tienen el reto de incorporar y difundir la innovación a la actividad productiva, así como de lograr una transformación productiva y social con equidad que debe producir un cambio integral en todo el sistema socioeconómico, lo cual implica cambios en el sistema educativo, tecnología, infraestructura, relaciones sociales, aparato institucional y el sistema financiero, entre otros aspectos (Colciencias-DNP, 2006).

a) Plan de Desarrollo Departamental "Bolívar ganador 2012-2015"

A nivel departamental, en el año 2011 se incluye dentro de este plan de desarrollo, el objetivo estratégico "Bolívar con economía regional y competitiva" y en el seno de este, la estrategia de "Ciencia y Tecnología" que tiene como programas y metas:

- Programa Innovación Social: Diseño e Implementación de RIS (Regional Innovation Systems).
- Programa Innovación para la productividad y la competitividad de Bolívar: Diseño y puesta en marcha del Centro de Innovación para la productividad y Competitividad de Bolívar.

El Plan de Desarrollo vigente asume a la ciencia y la tecnología como una estrategia para lograr la visión del año 2032 que proyecta al departamento como uno de los cinco (5) más competitivos del país, a través del impulso a las apuestas productivas que fueron identificadas en el Plan Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar 2008 – 2032².

² Sectores del Plan de Competitividad de Cartagena y Bolívar: Petroquímica plástica, turismo, Logística para el comercio, Agroindustria, y Diseño, construcción y reparación de embarcaciones navales.

b) Plan de Desarrollo Distrital 2012-2015 “Campo para tod@s”

El Plan de desarrollo de Cartagena de Indias define la ciencia, tecnología e innovación como “un factor fundamental para generar competitividad y disminuir las brechas tecnológicas y sociales existentes entre la población cartagenera” (Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias (2012). De acuerdo a este plan, el gobierno distrital se suscribe a los lineamientos nacionales, la Ley 1286 del 2009 y el Sistema Nacional de Competitividad; y asume la misión de promover una cultura basada en la generación, la apropiación social y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente; así como orientar el fomento de actividades científicas, tecnológicas y de innovación hacia el mejoramiento de la innovación y el aprendizaje permanente; así como orientar el fomento de actividades científicas, tecnológicas y de innovación hacia el mejoramiento de la competitividad.

Las metas de la política distrital de ciencia y tecnología al año 2015 son:

- Impulsar la creación y consolidación de (1) un Distrito Tecnológico.
- Apoyar la formulación de 40 perfiles de proyecto de ciencia, tecnología e innovación y que contribuyan a la generación de conocimiento científico o tecnológico para el desarrollo económico y social del Distrito de Cartagena.
- Facilitar la capacitación de 200 actores del sistema Distrital de ciencia, tecnología e innovación en un Modelo y Herramientas de Aceleración de Empresas de Base Tecnológica y en metodologías de formulación de proyectos.
- Ejecutar convocatoria dirigida a todos los actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para apoyar la formulación de 20 macro proyectos de desarrollo tecnológico e innovación (sector productivo) e innovación social (comunidad en general).
- Gestionar ante los actores nacionales y locales del sistema de Ciencia, tecnología e Innovación la realización de 2 misiones tecnológicas.

6.2. Sistema General de Regalías

El Sistema General de Regalías (SGR), creado a través de la sanción del Acto Legislativo 05 de 2011, está conformado por los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, su utilización y distribución entre los beneficiarios, objetivos, fines, entre otros aspectos relacionados con la administración, ejecución y control de estos recursos. Entre los puntos a destacar se encuentra la garantía del principio de equidad en la distribución de la riqueza extraída del subsuelo, propender por el uso eficiente de los recursos y mejorar la gestión de las entidades territoriales por medio de buenas prácticas de gobierno, así, con este principio de equidad se espera que los recursos a distribuir por el Estado Colombiano en los próximos años, favorezcan el desarrollo y crecimiento económico de las entidades territoriales.

Para el caso del departamento de Bolívar el total de Regalías directas es de \$347.679 millones de pesos, de los cuales \$49.429 millones de pesos le corresponde al Fondo de Ciencia y Tecnología, rubro que será destinado al financiamiento de actividades relacionadas con la Investigación y Desarrollo (I+D), innovación, formación y capacitación científica y tecnológica, así como servicios científicos y tecnológicos. En la actualidad, este proceso se encuentra en la fase de aceptación de proyectos y de verificación del cumplimiento de los requisitos entre los que se encuentra la priorización a proyectos con impacto e integración regional, lo que a su vez, implica la articulación de actores y estrategias de más de un departamento por región, lo cual agudiza la dificultad para la evaluación de los mismos.

7. CONCLUSIONES

Aun cuando se evidencia la importancia del avance de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del territorio, así como, de los Planes de Desarrollo como directrices que contienen el programa de gobierno y herramientas básicas para lograr una mayor competitividad y productividad de manera sostenible, en el

país de manera general y en el departamento en su particularidad no se les ha atribuido un verdadero valor en la toma de decisiones orientadas a una visión de largo plazo del departamento. Una de las conclusiones logradas a través del presente trabajo es la desarticulación entre los Planes de Desarrollo Distrital y Departamental con el Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del departamento. Mientras que éste fue estructurado con una visión a largo plazo (2032), los dos primeros fijan un horizonte de ejecución y cumplimiento cortoplacista que no presentan una continuidad con las políticas establecidas por los anteriores mandatos.

Así mismo, vale la pena destacar que a pesar de las riquezas, características y ventajas comparativas del departamento, aun no se ha logrado un verdadero aprovechamiento de las mismas, evidenciado no sólo en la centralización de la economía en su capital, sino también en la carencia en la formación en áreas del conocimiento que podrían hacer viable una transformación productiva que permita un desarrollo transversal en sectores como la minería, las ciencias del mar y la agroindustria, los cuales son potenciales y aplicables en la mayor parte del departamento.

A nivel nacional, se han impulsado nuevas estrategias que buscan propiciar el desarrollo en actividades de ciencia, tecnología e innovación a través del uso de nuevas fuentes de financiamiento como lo es el Sistema General de Regalías con el Fondo de ciencia y tecnología, el cual se constituye en un gran reto para la región y el departamento, dado que aún existen grandes brechas en la construcción de escenarios donde se promueva el acercamiento y articulación entre Universidad–Empresa–Estado (UEE).

8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como recomendaciones se propone buscar la promoción y articulación del Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del departamento de Bolívar ante entidades Gubernamentales a nivel

distrital, municipal y departamental para que sea debidamente apropiado en sus planes y políticas, y que se desarrollen estrategias y mecanismos efectivos para el cumplimiento de los programas, de acuerdo a las metas y la visión de desarrollo en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Se propone la creación de un organismo que se encargue de realizar el acercamiento, control y monitoreo entre las universidades, las empresas y el estado, promoviendo de esta forma los alcances del Plan y que estos sean articulados a los proyectos propuestos en el marco del Sistema General de Regalías.

Como trabajos futuros a través del Grupo de Investigación de Gestión de la Innovación y el Conocimiento se buscará la actualización de la información con relación al Sistema de Innovación Departamental, dado que está es una temática central de los trabajos y proyectos del grupo y constituye en sí misma, una línea de investigación. Así mismo se realizará un estudio a manera de seguimiento y monitoreo de los alcances logrados con el Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del departamento de Bolívar, entre otras iniciativas que tengan relación directa con los desafíos que enfrenta el territorio bolivarense en materia de ciencia, tecnología e innovación.

REFERENCIAS

Gobernación de Bolívar (2006). Agenda regional de ciencia, tecnología e innovación del departamento de Bolívar 2005-201. Cartagena de Indias, Bolívar: Ediciones Unitecnológica.

Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias (2012). Plan de Desarrollo Distrital 2012 2015 "Campo para tod@s". Numeral 2.3. Cartagena de Indias, Bolívar.

Amar, P. & Granados, J. (2000). Ensayo Políticas Públicas. Evaluación de las Políticas de Financiación de la Innovación y sus efectos en el Caribe

Colombiano (1990-1999). Barranquilla, Atlántico.

Brunner, J. J. (1996). Los desafíos de la Globalización, la Innovación y el Conocimiento. In J. Sebastián, F. Ferrándiz y F. Suárez (Eds.), Formación para la Innovación. Ponencias, Conclusiones y Recomendaciones de la Conferencia Científica de la V. Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno. Buenos Aires, Argentina.

Colciencias – Cámara de Comercio (2011) Plan Estratégico y Prospectivo de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico del Departamento de Bolívar 2010-2032. Cartagena de Indias, Bolívar: Ediciones Unitecnológica.

Colciencias, DNP (2006). Plan nacional de desarrollo científico, tecnológico y de innovación 2007-2019. Bogotá, Colombia.

Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar (2010). Plan Regional de Competitividad Cartagena y Bolívar 2008-2032. Cartagena de Indias, Bolívar.

David P. A. & Foray D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. Revista Internacional de Ciencias Sociales UNESCO N° 171.

DNP (1978). Gobierno de desarrollo de Integración Nacional 1978-1992. Julio César Turbay. Bogotá, Colombia.

DNP (1990). Plan de desarrollo “La revolución pacífica”1990-1994. Bogotá, Colombia.

Fernández de Lucio, I., Castro Martínez, E. (1995): La nueva política de articulación del Sistema de Innovación en España. VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. ALTEC. Libro: Anales del

Seminario, pp 115-134. Concepción, Chile.

Fernández de Lucio, I., Gutiérrez Gracia, A., Jiménez Sáez, F., Azagra Caro, J.M. (2001): Las debilidades y fortalezas del sistema valenciano de innovación, en: Olazarán, M. y Gómez Uranga, M. (Eds.) Sistemas Regionales de Innovación, pp. 251-278. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Lundvall, B.A. (1992). National Systems of Innovation and Interactive Learning. Pinter, Londres.

Observatorio del Caribe Colombiano - OCARIBE (2011). Perfil competitivo del departamento de Bolívar. Cartagena, Bolívar.

Pérez V., Gerson, Javier (2005). Bolívar: industrial, agropecuario y turístico. En: Documento de Trabajo sobre Economía Regional. No. 58, Julio. Cartagena de Indias: CEER Banco de la República.

Ramos, José Luis; Abello, Raymundo y Amar, Paola (2002). Innovación tecnológica en el contexto del desarrollo Económico y Social de las regiones: El caso del Caribe Colombiano. Barranquilla, Atlántico.

Restrepo, J (2012) Regalías para la Ciencia, Tecnología e Innovación Camino a la prosperidad regional [diapositivas de PowerPoint] Colombia.

Sábato J.A y Botana "La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina".

DESARROLLO COMPETITIVO DE LAS CIUDADES: UNA REFLEXIÓN A PARTIR DE LA ESTRATEGIA Y LA PROSPECTIVA

Oriana Susana Martínez Palomino^a
omartinez@unitecnologica.edu.co

Alberto E. Gómez Torres^b
agomez@unitecnologica.edu.co

Fecha de recepción: julio de 2013, Fecha de aceptación: agosto de 2013

Resumen: La competitividad de las naciones se fundamenta en la observación de los alcances del sector productivo de sus ciudades. En la actualidad, la Prospectiva ha cobrado importancia para el diseño de la realidad competitiva que los países esperan conseguir en el largo plazo; en el caso de Colombia se ha definido la Visión 2032.

Con base en la revisión literaria y la elaboración de ideas propias, en este artículo se exponen algunas consideraciones sobre el significado de la competitividad y su relación con los estudios prospectivos, la planeación y la estrategia.

Finalmente, se exponen algunos resultados, conclusiones y sugerencias sobre la Visión 2032, en relación a la planeación prospectiva y estratégica.

Palabras clave: Ciudades, Competitividad, Estrategia, Planeación Prospectiva.

Abstract: The competitiveness of nations is based on the observation of the scope of the productive sector of their cities. Currently, Foresight has become important for the design of the competitive reality that countries expect to achieve in the long term, in the case of Colombia defined the Vision 2032.

^a Candidato a Magíster en Gestión de la Innovación, Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar.

^b Docente e investigador de la línea en gestión y estrategia del Instituto de Estudios para el Desarrollo – iDe, de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad Tecnológica de Bolívar

Based on the literature review and the development of own ideas, this article presents some considerations on the meaning of competitiveness and its relationship with the prospective studies, planning and strategy.

Finally, we present some results, conclusions and suggestions for Vision 2032, relative to prospective and strategic planning.

KEYWORDS: Cities, Competitiveness, Strategy, Planning Forecasting.

1. INTRODUCCIÓN

Las naciones alrededor del mundo, dedican tiempo y esfuerzo al estudio y elaboración de métodos que faciliten la obtención de mayores beneficios económicos y comerciales, que generen el incremento de los ingresos propios y de sus habitantes y redunden en el desarrollo nacional, es decir, en una mejor calidad de vida para todos. A partir de esta actividad de carácter gubernamental, se derivan los planes de desarrollo y competitividad nacional.

En el caso de Colombia, el tema la competitividad y el desarrollo se está impulsando desde el año 2005 a través de la **Visión 2032 (Ruta a la Prosperidad Colectiva)**. Esta Visión fue definida por el Sistema de Competitividad e Innovación –SNCel- y su meta principal es que Colombia en el año 2032 sea el tercer país más competitivo de América Latina.

Asimismo, los departamentos y ciudades de Colombia han precisado sus enfoques de competitividad bajo los lineamientos de la visión país 2032. De esta forma la Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar con sus respectivas mesas de trabajo construyeron el Plan de Competitividad de Cartagena-Bolívar, estableciendo como prioridad que en el año 2032 Bolívar sea uno de los cinco departamentos más competitivos de Colombia y el primero en la Región Caribe Colombiana.

La Visión 2032, está enmarcada por un enfoque prospectivo que se destaca por incentivar la participación, la creatividad y la visión integradora entre las diferentes colectividades que intervienen en el proceso.

A pesar de la importancia que pueda inferirse sobre la realización de estudios prospectivos, diseñar el futuro no garantiza a los países su capacidad de dar respuesta a los desafíos del mundo actual y alcanzar la competitividad.

En este sentido, a través de una revisión bibliográfica de autores como (Godet, 2000), (Miklos & Tello, 2007), (Benzaquen, Del Carpio, Zegarra, & Valdivia, 2010), (Sobrinho, 2002) entre otros se estudiara la aplicabilidad de las herramientas prospectivas para la construcción de ciudades competitivas.

2. DEFINIENDO LA CIUDAD

Para el presente análisis se adoptara la definición de ciudad desarrollada por Sorre, la cual a pesar de su antigüedad, concierta y simplifica con otros autores de todas las épocas, al afirmar que la ciudad es “una aglomeración de hombres más o menos considerable, densa y permanente, con un elevado grado de organización social: generalmente independiente para su alimentación del territorio sobre el cual se desarrolla, e implicando por su sistema una vida de relaciones activas, necesarias para el sostenimiento de su industria, de su comercio y de sus funciones”(Sorre, 1952).

A pesar de la vigencia del concepto, es importante explicar, que las ciudades como se reconocen hoy día, iniciaron su conformación luego de la Revolución Industrial, cuando ocurrió el fenómeno de la migración de los habitantes de las zonas rurales hacia las ciudades, motivados por la oportunidad de conseguir empleo en actividades más formales y mejor remuneradas, esperando como resultado, renovar sus condiciones de vida; en consecuencia sucedió un proceso de rápida expansión y crecimiento de las ciudades denominado **urbanización**; sobre esta, Sardi, afirma que “es el proceso de concentración de la

población en un número reducido de núcleos, es, junto con la modernización de la sociedad y la industrialización, uno de los fenómenos sociales más característicos del siglo XX” (Sardi, 2007). Este autor, se refiere además, a que desde mediados del siglo pasado, Colombia al igual que la mayoría de sus países vecinos ha sido afectada por el proceso de urbanización, específicamente, desde que pasó de ser un país con alta concentración de población por fuera del límite de la cabecera municipal (corregimientos y áreas dispersas) a tener cerca del setenta y cinco por ciento (75%) de sus habitantes residiendo en los núcleos urbanos; este proceso inició en 1964 y se aceleró a partir de 1985.

Respecto a las causas de este fenómeno en Colombia, Sánchez (Sanchez, 2007), contrasta la opinión de varios autores, y concluye que la acelerada urbanización ocurrida en Colombia a mediados del siglo XX se produjo en gran medida por los desplazamientos forzosos, que terminaron en marginalidad urbana y en la construcción de ciudades en forma espontánea, al margen de las políticas estatales de represión y exclusión, dejando como resultado, conglomerados urbanos atrofiados con carencia de servicios básicos, infraestructura, y con serios problemas de fragmentación que persisten en la actualidad.

Así, el autor, llega a la conclusión de que pueden sustentarse y actualizarse con los resultados expuestos por Codoceo (2012) en el cual se afirma que “las ciudades de África y de América Latina son las más atrasadas en la competitividad” (Codoceo, 2012).

Considerando la certeza contenida en los resultados que obtuvo Sánchez (2007) en su estudio sobre la migración forzada y el desarrollo de la urbanización en Colombia, y considerando las conclusiones expuestas por Codoceo (2012), es posible admitir que las ciudades colombianas, actualmente, aún no han alcanzado el crecimiento y el desarrollo suficiente para destacarse y calificarse como competitivas frente al resto del mundo. Por consiguiente, es necesario dar respuesta al cuestionamiento sobre ¿Qué es una ciudad competitiva?.

3. CIUDADES COMPETITIVAS

Antes de estudiar el tema de ciudades competitivas es indispensable iniciar por la comprensión del concepto competitividad.

Varios autores (Benzaquen, Del Carpio, Zegarra, & Valdivia, 2010) y (Martínez, 2006) han coincidido en la antigüedad del concepto competitividad y su relación con las teorías del comercio, pues anteriormente, el ser competitivo se reconocía en la medida en que los precios de los bienes y los servicios de un país podían fijarse para competir con los de otros países. Estos autores añaden que hoy en día no existe consenso sobre la definición de competitividad y, por ende, acerca de una forma de medirla. Al respecto, Martínez (2006), expresa que, no es suficiente definir la competitividad basándose en precios y salarios, y declara que "el concepto de competitividad tiene gran relevancia a nivel de empresas, donde los costos de producción, calidad de producto y ventas, pueden ser claramente medidos y es también aplicable al caso de países o regiones, aunque no todos los elementos suelen ser tan obvios"(Martínez, 2006).

Para Tyson (1993) la competitividad es "nuestra habilidad (refiriéndose a Estados Unidos) de producir bienes y servicios que resisten la prueba de competencia internacional, mientras nuestros ciudadanos disfrutan de un nivel de vida que sea tanto incremental como sostenido" (Tyson, 1993). Esta definición, es calificada por Krugman (1994) como la más popular, sin embargo, critica que a pesar de ser un concepto razonable, si se analiza, queda corto respecto a lo que se observa en la realidad (Krugman, 1994). Por consiguiente, en contraposición, afirma que "la competencia se da entre empresas y no entre países y unas ciudades no compiten con otras ya que solo operan como áreas de localización de empresas que compiten entre sí. Por tanto, las economías de aglomeración (urbanización y localización) que ofrecen las ciudades solo son condiciones generales necesarias para la producción pero no son suficientes para el éxito competitivo"(Krugman, Making Sense of the Competitiveness Debate, 1996); por su parte Porter (1991),

asegura la existencia de competitividad entre las naciones y afirma que esta “depende de la capacidad de sus industrias para innovar y mejorar, y que determinadas empresas son capaces de hacerlo con coherencia, procurando denodadamente las mejoras y una fuente cada vez más perfeccionada de ventaja competitiva”(Porter, La Ventaja Competitiva de la Naciones, 1991).

Frente al debate entre estos dos autores, Sobrino (2002), concluye que debido a los atributos particulares de las ciudades, la competencia entre ellas si existe (Sobrino, 2002). Para este autor, las ciudades compiten por inversiones que generen empleo y coadyuven al crecimiento económico local, también, compiten por inversiones de alta elasticidad-ingreso de la demanda y por aquellas que favorezcan la producción sin atentar contra las condiciones ambientales.

Sobrino, llega a la conclusión, reforzada por Cabrero et.al (2003) quienes explican que, la competitividad entre ciudades consiste en que cada una logre ofertar un entorno favorable para el desarrollo de actividades económicas es decir, ser capaces de promover o crear un espacio físico, tecnológico, social, ambiental e institucional propicio para atraer y desarrollar actividades económicas generadoras de riqueza y empleo (Cabrero, Orihuela, & Ziccardi, 2003).

Se evidencia entonces, un debate sobre el significado de la competitividad y sus alcances; por lo cual, como lo han hecho otros autores, se desglosara la competitividad en tres niveles: empresas, sectores y países o regiones; a continuación se describen algunos elementos que contribuyen a la competitividad de cada uno:

- **Competitividad en las Empresas:** Martínez (2006), señala varios indicadores de la competitividad de las empresas, entre los cuales se destacan los siguientes: a) exitosa administración de los flujos de producción, inventarios de materia prima y componentes; b) integración exitosa de planeación de mercado; c) capacidad de combinar I+D interna con I+D realizada en universidades, centros de

investigación y otras empresas; d) capacidad de establecer relaciones exitosas con otras empresas dentro de la cadena de valor actividades de I+D, diseño, ingeniería y manufactura. (Martínez, 2006).

-Competitividad de los Sectores (industria o clúster): Markusen (1992), señala que una industria es competitiva si: a) la productividad total de factores es igual o mayor que la de sus competidores; b) si los costos unitarios promedio son iguales o menores que los de sus competidores. Asimismo, una industria gana competitividad si aumenta su participación de mercado en las exportaciones hacia un mercado específico. (Markusen, 1992).

En este sentido, Martínez (2006) toma en cuenta el Modelo del Diamante Competitivo de Michael Porter de acuerdo al cual, la presencia de condiciones adecuadas en el clima de negocios favorece la aparición de sectores competitivos que, con un alto grado de innovación y especialización de sus integrantes, crean un entorno altamente productivo.

-Competitividad de los Países o Regiones: autores como (Martínez, 2006) y (Benzaquen, Del Carpio, Zegarra, & Valdivia, 2010) coinciden en que la competitividad de los países o regiones está relacionada con la capacidad de incrementar el nivel de vida de los habitantes y generar incrementos sostenidos en productividad. También, pueden tenerse en cuenta la capacidad de insertarse exitosamente en los mercados internacionales.

Así mismo, resaltan dos enfoques en el estudio de la competitividad de un país o región, estos son:

- Crecimiento de la Productividad: el crecimiento de la productividad total de factores (PTF) está íntimamente asociada con el crecimiento del ingreso real por habitante; también pueden ser resultado de innovaciones tecnológicas, mejoras en capital humano y/o incrementos en conjunto de conocimientos.

-Desempeño Comercial: algunas de las medidas de un buen desempeño comercial comúnmente usadas son: el cambio en la estructura de las exportaciones hacia bienes con mayor contenido tecnológico o mayor valor agregado, el crecimiento en la cuota de mercados internacionales y el superávit en la cuenta corriente.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se puede concluir que la competitividad es un conjunto de acciones relacionadas con la movilización de los recursos económicos y comerciales a nivel nacional e internacional en forma eficiente y próspera, involucrando a las empresas y sectores económicos a nivel nacional. Estos movimientos propicios, deben llegar a reflejarse en el crecimiento de los ingresos de los países y sus habitantes y como consecuencia de este comportamiento se espera una repercusión considerable en el desarrollo económico.

Por consiguiente, si se acepta la existencia de ciudades competitivas, es necesario determinar cuáles son las características que las definen.

En este sentido, (Cabrero, Orihuela, & Ziccardi, 2003) señalan que a pesar de la imprecisión que existe en este tema por la falta de objetividad que se genera en cada autor debido a su propia realidad, espacio y contexto, existe una combinación de factores en los cuales tienden a coincidir, estos son:

- Participar en el mercado nacional, regional e internacional de bienes y servicios.
- Incrementar el ingreso real y el bienestar social de los ciudadanos.
- Promover el desarrollo sustentable.
- Promover la cohesión social combatiendo la exclusión.

De igual forma, sobre el tema de las características que debe desarrollar una ciudad para ser calificada como competitiva, (McKinsey

Global Institute, 2011) menciona que existen cuatro dimensiones que en conjunto dan como resultado ciudades dinámicas, seguras y prósperas; cada una de esas dimensiones indica algunas áreas, sobre las cuales las autoridades responsables de formular las políticas urbanas deberían priorizar. Cada dimensión con sus respectivas áreas se relacionan a continuación:

- a) **Desempeño Económico:** preparar el terreno para un sólido desempeño económico local por medio de: Transparencia en la otorgación de títulos de propiedad de la tierra y medidas regulatorias de zonificación; Infraestructura urbana confiable; Redes de transporte interurbano; Colaboración con el sector privado; Fuertes vínculos entre las universidades y las empresas.
- b) **Condiciones Sociales:** crear una alta calidad de vida para los habitantes de las ciudades a través de: Seguridad pública; Viviendas accesibles; Transporte público eficiente; Educación de alta calidad; Alianzas entre el sector público y privado para mejorar el acceso a los servicios públicos.
- c) **Uso sostenible de los Recursos:** utilizar eficientemente los recursos para lograr ciudades que sean ecológicamente sostenibles por medio de las siguientes acciones: Mejorar la productividad energética; Formular normas ecológicas urbanas; Mejorar la eficiencia de la distribución urbana; Hacer rentable el manejo de desechos.
- d) **Las finanzas y Gestión del Gobierno:** crear una gestión de gobierno urbano que sea eficiente, transparente y con solidez financiera a través de: Planeamiento y coordinación a largo plazo; Gestión fiscal sostenible y responsable.

En atención a los elementos mencionados por Cabrero, Orihuela y Ziccardi (2003) y por el McKinsey Global Institute (2011) se puede iniciar un proceso de reconocimiento sobre la situación de Colombia y específicamente de la ciudad de Cartagena frente a los indicadores de competitividad.

4. COLOMBIA, HACIA LA PROSPERIDAD COLECTIVA

De acuerdo con el informe del Consejo Privado de Competitividad-CPE¹ - **Ruta a la Competitividad Colectiva**-, la competitividad se define como la “capacidad de crecer, innovar, penetrar mercados internacionales y consolidar los existentes”(Consejo Privado de Competitividad, 2012).

Bajo esta concepción, en el año 2005, cuando se creó el Sistema de Competitividad e Innovación -SNCel- (antes Sistema Nacional de Competitividad) el país definió la Visión 2032 y se impuso como meta convertirse para ese año en el tercer país más competitivo de América Latina, con un nivel de ingreso por persona equivalente al de un país de ingresos medios altos, a través de una economía exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación, con un ambiente de negocios que incentive las inversiones local y extranjera, propicie la convergencia regional, mejore las oportunidades de empleo formal, eleve la calidad de vida y reduzca sustancialmente los niveles de pobreza; específicamente, la visión 2032 busca que Colombia logre lo siguiente: **a)** transformación en una economía más exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación; **b)** cuente con un ambiente de negocios que incentive la inversión local y extranjera; **c)** propiciar la convergencia regional,; **d)** mejorar las oportunidades de empleo formal y **e)** reduzca sustancialmente la pobreza.

Siete años después de haberse declarado la Visión 2032 (año 2011) el Sistema de Competitividad e Innovación (SNCel), observó que Colombia no había evolucionado en los índices internacionales que miden la competitividad relativa de los países, tales como, el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial, en el cual el país se ha mantenido alrededor del puesto 69, entre una muestra 144 países, y el Informe de Competitividad del IMD², que ubica a Colombia en el lugar 52 entre 59 países. En consecuencia, se creó una nueva

¹ El CPE es una organización sin ánimo de lucro cuyo objeto es impulsar y apoyar políticas y estrategias que en el corto, mediano y largo plazo permitan mejorar significativamente la competitividad del país.

Agenda Nacional de Competitividad, dividida en Agenda Horizontal y Agenda Vertical. La Agenda Horizontal busca abordar los obstáculos a nivel microeconómico que limitan la productividad de todos los sectores de la economía de forma transversal y la Agenda Vertical que se refiere a la instrumentación de esfuerzos públicos y privados para hacer frente a distorsiones y cuellos de botella que reducen la productividad de ciertos sectores existentes y/o obstaculizan el surgimiento de nuevos sectores.

De acuerdo al análisis de las aristas de la Agenda de Competitividad, el país muestra los mayores rezagos en relación a la arista vertical, en la cual han mostrado algunos avances pero poco profundos y descoordinados.

En consecuencia, bajo esta necesidad de profundizar en la arista vertical, cobra mayor relevancia la frase: "la competitividad es local". De esta forma, el informe del Consejo Privado de Competitividad reconoce, que la competitividad nacional es reflejo de la competitividad de su sector privado y por tanto, deben implementarse instrumentos que permitan eliminar las limitaciones que existen actualmente para la productividad de este sector.

Consecuentemente, se puede concluir que quienes compiten no son los países, y por tanto la llamada competitividad nacional solo se alcanza en la medida en que un país logre desarrollar y consolidar una efectiva competitividad a nivel de sus contextos geográficos específicos, es decir, de sus ciudades, departamentos y regiones, en las cuales, la competitividad se manifiesta y alcanza es a partir del fortalecimiento y desarrollo de sus empresas, sectores y clusters.

En este sentido, es interesante, estudiar el papel de la competitividad de la ciudad de Cartagena dentro de los esfuerzos por el logro de la competitividad nacional.

² Índice de Competitividad Internacional que elabora anualmente la prestigiosa escuela de negocios de Suiza IMD.

5. CARTAGENA COMPETITIVA

De acuerdo con el informe del Consejo de Competitividad 2012-2013, las Comisiones Regionales de Competitividad (CRC) son la manifestación local del SNCel y deben ser los espacios de articulación público-privada a nivel local para discutir e instrumentar las agendas de competitividad locales. Sin embargo, el informe afirma que las CRC continúan siendo muy débiles.

Frente a esta afirmación, la Comisión Regional de Cartagena y Bolívar (2010) con sus respectivas mesas de trabajo (Petroquímica y Plástica; Turística; Logística y Transporte; Diseño, Construcción y Reparaciones de Buques; y Agroindustrial) construyó en el año 2008, el Plan de Competitividad de Cartagena-Bolívar cuya visión quedó definida dentro la Visión País 2032 en la siguiente forma: “En 2032 Bolívar es uno de los cinco departamentos más competitivos de Colombia, el primero en la región Caribe colombiana. Cartagena es el principal centro logístico del país, su industria turística, naval, marítima y fluvial es reconocida a nivel mundial por sus altos estándares de calidad y servicio, y está posicionada como una de las tres ciudades más competitivas del Caribe. La población bolivareense tiene un nivel de ingresos por habitante igual o superior al de un país de ingresos medios altos, caracterizado por su alto nivel de desarrollo humano, económico y social convergente territorialmente, a través de un ambiente de negocios que incentiva la inversión productiva de alto valor agregado e innovación, principalmente a través de su industria petroquímica- plástica y agroindustrial, la formalización empresarial y la generación de empleo, con énfasis en la exportación de bienes y servicios”. (Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar, 2010).

Este plan de competitividad 2009-2032 se estructuró bajo dos tipos de objetivos: estratégicos y transversales, ambos se detallan a continuación:

-Objetivos Estratégicos

- a) Consolidar la Industria Petroquímica - Plástica en Cartagena y Bolívar, la cual será líder en Latinoamérica y el Caribe en diseño, producción y comercialización de productos certificados integralmente.
- b) Convertir a Cartagena como el líder en la oferta de productos turísticos en Colombia y el Caribe, y epicentro del turismo regional en el departamento de Bolívar y la región Caribe Colombiana.
- c) Potencializar a partir del transporte marítimo, a Cartagena-Bolívar como el principal distrito logístico de Colombia y uno de los tres mejores del Caribe.
- d) Consolidar internacionalmente el clúster naval, marítimo y fluvial de Cartagena y Bolívar orientado a ofrecer soluciones tecnológicas integradas a la industria del diseño, construcción y reparación de embarcaciones.
- e) Desarrollar la agroindustria en Bolívar, principalmente a partir de la producción y exportación de biocombustibles, forestales, cacao, ñame.

-Objetivos Transversales

- a) Desarrollar y Generar ambientes propicios para los negocios, la inversión y la facilidad de crear empresas.
- b) Lograr la formalización de las empresas y el empleo, principalmente aumentando la participación de empresas PYMES en las estructuras empresariales.

- c) Promover la formación de talento humano con habilidades enfocadas en las apuestas productivas.
- d) Desarrollar el Distrito Tecnológico de Cartagena y Bolívar que integre centros de investigación y tecnología aplicada en los sectores definidos y orientados a la excelencia.

Para desarrollar el plan operativo de cada objetivo estratégico, se conformaron mesas sectoriales y mediante un trabajo ordenado y participativo se definieron las iniciativas; muchas de ellas ya habían sido identificadas mediante los ejercicios participativos adelantados para la construcción de la agenda interna, en los que participaron gremios, empresarios, gobierno nacional y sociedad civil.

Las actividades económicas con alto potencial de crecimiento sobre las cuales se soporta la productividad, la generación de ingresos y la ampliación de la oferta laboral son: Turismo, Petroquímica-Plástica, Logística para el Comercio Exterior, Diseño, Construcciones y Reparaciones Navieras y Agroindustria.

Asimismo, para el logro de la visión expuesta, se trazó una hoja de ruta a seguir para los próximos años con distintas fechas de corte para el seguimiento de la gestión de las iniciativas, en la siguiente forma:

-Primer corte (2011): se articula con los planes de desarrollo territoriales de la Gobernación, el Distrito y las Alcaldías Municipales.

-Segundo Corte (2019): se alinea con la visión 2019 establecida por el Gobierno Nacional en su ejercicio prospectivo hacia esa fecha.

-Tercer Corte (2032): horizonte de 25 años del Plan Regional de Competitividad y fecha que conmemora los 500 años de la fundación de Cartagena.

Por otra parte, es importante mencionar que el departamento de Bolívar

se encuentra clasificado como uno de los departamentos diversificados de clase mundial³ junto con Valle, Antioquia, Bogotá y Atlántico debido a que cuenta con estructuras productivas diversificadas, con capacidad de exportación y de competir en mercados internacionales. Los principales productos exportados de alto valor agregado en Bolívar son polímeros de cloruro de vinilo y de propileno.

Sin embargo, el Consejo Privado de Competitividad realizó un análisis de los avances con respecto a las metas de la visión 2032 a nivel nacional y los principales retos para cada uno de los departamentos y en los resultados el departamento de Bolívar resultó rezagado en el cumplimiento de los diferentes indicadores, a excepción de las exportaciones per cápita y de la participación de exportaciones de tecnología media y alta, en donde se presenta los mejores avances. En el informe se destaca que si bien se ha registrado un crecimiento de la producción, éste no se ha visto reflejado en la calidad de vida de la población.

Las debilidades identificadas en el análisis se constituyen en los retos que enfrenta el departamento y estos se relacionan a continuación: Baja rivalidad en general.; Altos niveles de informalidad.; Competencia vía efectividad operativa.; Inexistencia de materia prima local para la integración del clúster petroquímico-plástico; Ausencia de centros de integración logística multimodal.; Capacidad hotelera cercana al 75% de ocupación, y baja disponibilidad de parqueos; Altos costos y acceso restringido a los servicios públicos.; Baja disponibilidad de recurso humano calificado, especializado y bilingüe, especialmente en las actividades económicas asociadas a las apuestas productivas.; Centros de investigación que no generan grandes impactos en el departamento.; Ausencia de innovación en tecnologías y procesos de producción en pymes.; Elevados costos que dificultan el acceso a la tierra.; Escasos sectores afines y de apoyo hacia actividades enmarcadas dentro de algunos sectores.; Escasa participación de los actores importantes involucrados en las iniciativas de competitividad.; Debilidad

³ El Consejo Privado de Competitividad, en su informe nacional 2008 – 2009, realizan un análisis por departamentos en el que muestran el estado de la competitividad subregional, clasificándolos en cuatro grupos (Regiones de clase mundial con diversificación, Regiones de clase mundial especializadas, Polos de desarrollo local y Regiones de atención especial)

en la información turística.; Heterogeneidad en la demanda y en su

Como conclusión, es evidente que el departamento de Bolívar junto con su capital, Cartagena, manejan una clara definición de los objetivos y estrategias requeridos para el logro de la Visión 2032 en coherencia con los intereses nacionales, sin embargo, las falencias observadas en el día a día son evidentes y los resultados poco relevantes, de manera similar a lo que ocurre a nivel nacional.

Por consiguiente, se procederá a un estudio sobre de los conceptos: planeación, prospectiva y estrategia, los cuales no se han abordado en forma explícita pero han estado implicados en los planes de competitividad descritos para Colombia y el departamento de Bolívar.

5. COMPETITIVIDAD PROSPECTIVA Y ESTRATEGIA

En los textos estudiados, constantemente se señalan elementos comunes en las definiciones de los términos planeación, prospectiva y estrategia apuntando hacia una dependencia y estrecha relación entre los procesos que cada concepto implica. Por ejemplo, para (Ackoff, 1973) planeación es la "toma anticipada de decisiones" o "concebir un futuro deseado así como los medios necesarios para alcanzarlo", mientras que para (Hummel, 1977) planear significa elegir, definir opciones frente al futuro.

En ambas definiciones, se distingue la importancia de establecer en el presente las acciones a realizar en un momento futuro específico (prospectiva) y la necesidad de explicar cómo se llevarán a cabo dichas acciones (estrategia).

Bajo este contexto, Micklos & Tello (2007) presentan la expresión Planeación Prospectiva, proveniente de autores franceses, y señalan además términos similares desarrollados por otros autores, como el caso de Ackoff, quien emplea el término "*planeación interactiva*", Ozbekhan quien escribe sobre

"*planeación normativa*" y Friedman quien habla sobre "*planeación transactiva*" Por consiguiente, se debe resaltar la premisa expuesta por "sin una visión implícita o explícita del futuro resulta más complejo enfrentar el cambio, el cual necesariamente debe dimensionarse en función de sus implicaciones para la planeación"(Miklos & Tello, 2007).

Continuando con la relación que se ha propuesto explicar, se hará referencia a la Prospectiva Estratégica, sobre esta, (Godet, 2000) ha desarrollado un amplio estudio del cual se puede determinar que la anticipación, permite tener una mayor claridad sobre las acciones a realizar y dichas acciones constituyen la estrategia a desarrollarse luego de un análisis prospectivo. Por consiguiente, la anticipación se refiere a la prospectiva mientras que la acción a la estrategia y en consecuencia al demostrarse la indisociabilidad entre los términos prospectiva y estrategia, nace el concepto de Prospectiva Estratégica.

Las visiones sobre el futuro correctas o no, determinaran la orientación de las acciones (estrategias) de los actores involucrados en los procesos prospectivos.

Lo expuesto anteriormente, puede concluirse con la siguiente reflexión de (Godet, 2000), que parte de la frase de Gaston Berger: "*contemplando el futuro se transforma el presente.*" la anticipación invita a la acción; la prospectiva resulta muy a menudo estratégica caso de no serlo por los avances que provoca, sí por la intención que lleva y la estrategia se vuelve necesariamente prospectiva si desea iluminar las opciones que comprometen el futuro.

Todo esto, ocurre dentro de un entorno lleno de variables de diferente naturaleza (económicas, políticas, sociales, culturales, entre otras) que cada día cambian en forma más rápida, exigiendo a las organizaciones desarrollar las habilidades suficientes para sobrevivir a los cambios, y afrontar e influir en forma eficiente y efectiva sobre las fuerzas de la competencia que la rodean.

Lo anterior, puede sustentarse en la afirmación de (Mojica, 2008): “. Y, mientras más veloz sea el cambio, más urgente es el análisis del futuro y la necesidad de la estrategia”. Este autor, señala además que “la organización que se deja enmarañar en la urgencia del presente no está diseñada para ser triunfadora porque, en cualquier momento, se va a ver sorprendida por el futuro”. Es por ello, que resalta la importancia de los estudios sobre el futuro como una respuesta a los desafíos del mundo actual y un factor de competitividad.

Por su parte, Miklos & Tello aportan que sumado un enfoque prospectivo y un plan estratégico, para el alcance de la competitividad y la excelencia, es necesaria la movilización colectiva o participación. Los autores concluyen que “*la visión prospectiva, la resolución estratégica y la movilización colectiva*, constituyen las tres reglas de oro de esta cultura (estrategia), en la cual yace la fuerza de las organizaciones que están a la vanguardia de la excelencia”.

De esta forma, se iniciará el análisis de las connotaciones de la Visión 2032 respecto a los conceptos estudiados.

6. COMPETITIVIDAD DESDE LA VISIÓN 2032

Luego de describir la Visión 2032 para Colombia y el Plan de Competitividad de Cartagena- Bolívar, enmarcado dentro de dicha Visión, resulta pertinente preguntarse ¿Por qué una visión a 2032? ¿Qué tipo de modelo de desarrollo se busca implementar con esta visión?.

De manera general, puede decirse que la Visión 2032, tiene el propósito de instituir y consolidar a Colombia como uno de los países con los mejores niveles de competitividad en América Latina y mejorar su posición competitiva en el ámbito internacional, a través de la consolidación de la competitividad del sector productivo (empresas, sectores y clusters) constituido en sus departamentos y ciudades.

Lo anterior, deja en evidencia un enfoque prospectivo del futuro dentro de esta Visión; puesto que se aborda el tema del futuro desde el presente; se trata de un futuro que se busca crear y afianzar cada día para que al llegar el año 2032 Colombia sea el país que se diseñó y construyó desde el año 2005 de acuerdo a lo detallado anteriormente por el SNCel.

Las razones que explican la adopción de un enfoque prospectivo por parte del Consejo Privado de Competitividad, podrían sustentarse en la necesidad del país de modificar sus anteriores planes o modelos de desarrollo⁴, los cuales dejaron de ser coherentes con las exigencias de los entornos globalizados del siglo XXI, caracterizados por su volatilidad, inestabilidad y exigencia cada vez mayor por parte de los mercados y sus consumidores.

Para Colombia la prospectiva se presenta entonces, de acuerdo con lo expuesto por (Miklos & Tello, 2007) como una alternativa cualitativamente diferente, que constituye una forma distinta de pensar sobre el porvenir. No solo intenta concordar sino que demanda el compromiso con el futuro e impulsa además la adopción de un rol creativo y dinámico del hombre hacia él.

Si se toma en cuenta lo explicado por (Miklos & Tello, 2007), las representaciones sobre el futuro que han sido diseñadas dentro Visión 2032 tanto a nivel nacional como de los departamentos y ciudades, no tendrán valor por su precisión o cumplimiento sino por la visión integradora, participación, y creatividad que encierran.

Son precisamente la participación, la creatividad y la visión integradora del ejercicio prospectivo las características que se destacan en la Visión 2032 puesto que si se repasa lo estudiado anteriormente, es posible identificar estos elementos.

⁴ La planificación económica se instauró en Colombia en 1951, bajo la influencia de las recomendaciones del Banco Mundial, de la AID y otros organismos internacionales. No obstante, el primer plan de desarrollo sólo se formuló en 1961 (Plan General de Desarrollo Económico y Social 1960-1970, Plan Decenal 1961). (Moncayo, 2002)

-Visión Integradora: cuando se definió la Agenda de Competitividad, y luego de la reflexión sobre su avance y cumplimiento se decidió dividirla en Agenda Vertical y Horizontal, lo que se buscaba no era una separación sino por el contrario una mayor integración entre el sector público y privado a través de políticas que logren intervenir en todos los sectores de la economía o que enfocadas sobre algunos sectores concretos alcancen la transformación completa del sistema productivo del país.

-Participación: se infiere que la integración requiere la participación activa de los diferentes actores sociales ⁵ involucrados. En este sentido, (Godet, 2000) sugiere que para anticiparse a los cambios es pertinente involucrar al mayor número de personas, considerando que las herramientas que se utilizan en la prospectiva permiten organizar y estructurar de manera transparente y eficaz la reflexión colectiva sobre las apuestas y retos de futuro y, llegado el caso, también la evaluación de las opciones estratégicas. Así, recoger opiniones es necesario para obtener información puesto que del futuro lo que tenemos es el propio juicio personal.

Asimismo, Miklos y Tello (2007) resaltan que en Prospectiva, predomina la necesidad de una visión compartida del futuro y para ello, los encargados de tomar las decisiones deben tener en cuenta, la relación existente entre sus acciones y la de los demás, así como los efectos de estas acciones sobre la realidad en su conjunto. También se destaca, la esencia de las relaciones compartidas, es decir que la prospectiva se interesa en la evolución y la dinámica de los sistemas sociales, asume que hay vínculos dinámicos entre las variables incluidas en el análisis y actúa considerando la transformación o modificación constante y rápida de las estructuras de los sistemas.

⁵ Según (Mojica, 2008) los actores sociales (el estado, los medios de producción de bienes y de servicios, la academia y la sociedad civil) no son más que seres humanos agrupados como colectivos y cada uno de ellos obra siempre en defensa de sus intereses y para ello se sirve del grado de poder con que cada uno cuenta.

-Creatividad: La creatividad es una característica inherente a la prospectiva porque el estudio y diseño del futuro es una actividad que implica saber utilizar en forma metódica y controlada la creatividad y la imaginación como fuentes de creaciones nuevas y valiosas.

En este sentido, la prospectiva debe seleccionar acertadamente sus actores sociales de modo que estos, faciliten un correcto ejercicio de participación activa y creativa de lo contrario será imposible desarrollar las iniciativas definidas por las mesas sectoriales.

Por último es importante resaltar que la creatividad requiere del pensamiento divergente (fuente de innovaciones y soluciones inhabituales) y del pensamiento convergente (extracción de deducciones a partir de la información recibida) es por ello que entre los actores debe haber divergencia y convergencia a fin de que las soluciones sean realmente enriquecedoras y ventajosas para el contexto.

En consecuencia, es posible concluir que la Visión 2032 es adecuada por su enfoque prospectivo y la manera como se está orientando debe conducir a facilitar los procesos de mejoramiento para el logro de una mejor posición competitiva del país.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La competitividad es un conjunto de acciones relacionadas con la movilización de los recursos económicos y comerciales a nivel nacional e internacional en forma eficiente y próspera. Estos movimientos propicios deben llegar a reflejarse en el crecimiento de los ingresos de los países y sus habitantes y como consecuencia de este comportamiento se espera una repercusión considerable en el desarrollo económico.

No obstante, quienes compiten en realidad, no son los países, y por tanto la competitividad nacional se alcanza en la medida en que un país logre desarrollar y consolidar la competitividad de sus ciudades, departamentos y regiones, a través del fortalecimiento y desarrollo de sus empresas, sectores y clúster.

En consecuencia, las empresas, no pueden desconocer, el riesgo y la incertidumbre que caracteriza a los sistemas que conforman el mundo globalizado. Ante esta realidad, la Prospectiva surge como una disciplina que se hace cada día más imprescindible si se desea afrontar en forma eficiente los desafíos de la globalización y lograr la permanencia en los mercados.

A pesar de la importancia que pueda inferirse sobre la realización de estudios prospectivos, diseñar el futuro no es suficiente, es necesario formular las estrategias adecuadas para su construcción, las cuales deben caracterizarse por la flexibilidad, es decir, por su capacidad para adaptarse a los cambios rápidos y constantes del entorno. En efecto, la estrategia es un conjunto de acciones específicas a desarrollar para la consecución de resultados deseados y definidos en coherencia con la misión, la visión y los objetivos organizacionales y en consideración de los beneficios y/o perjuicios que su aplicación conlleve para la empresa, la industria y el entorno en el cual se encuentra ubicada.

Asimismo, la formulación de la estrategia no es una actividad que debe desarrollar el estratega de forma individual, ni tampoco basado en la interpretación de los expertos de una sola área; la correcta ejecución de su labor depende del estudio de los distintos aspectos de la situación país, región, ciudad, industria y empresa, es por ello que la prospectiva resalta la importancia de la participación activa y creativa de los actores sociales como fuente de integración y coherencia.

Colombia, en relación a lo expuesto, ha definido la Visión 2032, cuyo propósito es instituir y consolidar al país, como uno de los mejores a nivel de competitividad en América Latina y mejorar su posición competitiva en el ámbito

internacional, a través de la consolidación de la competitividad del sector productivo (empresas, sectores y clúster) establecido en sus departamentos y ciudades.

Sin embargo, las falencias observadas en el día a día y los resultados poco relevantes frente a los objetivos y las expectativas demuestran que los retos son grandes y no dan espera.

En consecuencia, si Colombia desea realmente convertirse en el país de la Visión 2032 debe realizar cambios estructurales realmente significativos en todas las colectividades relacionadas con los procesos de toma de decisiones en los sectores público y privado de tal manera que de la concertación objetiva entre ambos se obtengan las mejores acciones y soluciones aplicables para la transformación efectiva y contundente.

REFERENCIAS

- Ackoff, R. (1973). *A concept of corporate planning*,. New York: Wiley.
- Benzaquen, J., Del Carpio, L., Zegarra, L., & Valdivia, C. (2010). Un índice de Competitividad Regional para un País. CEPAL 102, 69-86.
- Cabrero, E., Orihuela, I., & Ziccardi, A. (2003). *Ciudades Competitivas-Ciudades Cooperativas: Conceptos Claves y Construcción de un Índice para Ciudades Mexicanas*. Mexico D.F: Centro de Investigación y Docencia Económica-CIDE.
- Codoceo, F. (2012). Ranking: Las ciudades más competitivas del mundo. Plataforma Urbana.
- Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar. (2010). *Plan Regional de Competitividad Cartagena y Bolívar 2008-2032*. Cartagena.

- Consejo Privado de Competitividad. (2012). *Informe Nacional de Competitividad 2012-2013*. Bogotá D.C: Puntoaparte Bookvertising.
- Godet, M. (2000). La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica. En M. Godet. España: Librairie des Arts et Métiers.
- Hummel, C. (1977). *Education today for the world of tomorrow*. Paris: Unesco.
- Krugman, P. (Marzo/Abril de 1994). Competitividad: Una Peligrosa Obsesión. *Foreign Affairs*, 28-44.
- Krugman, P. (1996). Making Sense of the Competitiveness Debate. *Oxford Review of Economy Policy*, 483-499.
- Markusen, J. (1992). Productivity, Competitiveness, Trade. *Performance and Real Income: The Nexus Among Four Components, Supply and Service*. Ottawa, Canada.
- Martínez, J. M. (2006). *eclac.cl*. Recuperado el 2007, de <http://www.eclac.cl/mexico/capacidadescomerciales/TallerBasesdeDatosRep.Dom/Documentosy presentaciones/2DefiniendolaCompetitividad.pdf>
- McKinsey Global Institute. (2011). *Construyendo Ciudades Competitivas: Clave para el Desarrollo en América Latina*. Washington D.C: McKinsey & Company.
- Miklos, T., & Tello, M. H. (2007). *Planeación Prospectiva. Una Estrategia para el Diseño del Futuro*. Mexico: Limusa: Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra.
- Mintzberg, H. (1997). *El Proceso Estratégico*. Mexico D.F: Prentice-Hall. Mintzberg, H., Lampel, J., & Ahlstrand, B. (1998). La Estrategia y el Elefante. *Gestión/Free Press*, 24-34.

- Mojica, F. J. (1 de Abril de 2008). Forecasting y Prospectiva Dos Alternativas Complementarias para Adelantarnos al Futuro. Bogotá.
- Moncayo, E. (2002). *Nuevos enfoques de política regional en América Latina: El Caso de Colombia en Perspectiva Historica*. Dirección de Estudios Económicos.
- Porter, M. (1991). *La Ventaja Competitiva de la Naciones*. Plaza & Janes Editores.
- Porter, M. (1996). Competitive Advantage Agglomeration Economies, and Regionaly Policy. *International Regional Science Review*, 85-94.
- Sanchez, L. (2007). Migración Forzada y Urbanización en Colombia. *Procesos Urbanos Informales*, (págs. 2-17). Bogotá.
- Sardi, E. (2007). Cambios Sociodemograficos en Colombia. *ib Revista de la Información Básica*.
- Sobrino, J. (2002). Competitividad y Ventajas Competitivas:Revisión Teorica y Ejercicio de Aplicación a 30 Ciudades de Mexico. *Estudios Demograficos y Urbanos*, 311-361.
- Sorre, M. (1952). *Les fondements de la Géographie humaine*, Vol. III. París: Armand Colin.
- Tyson, L. (1993). *¿Who's Bashing whom? Trade Conflict in High Technology Industries*. Washington: Institute for International Economics.
- Wigodski, T. (2007). Gestión Estrategica: Síntesis Integradora y Dilemas Abiertos. *Documentos de Trabajo. Serie Gestión*, 2-5.

LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO COMO FUENTE DE VENTAJAS COMPETITIVAS EN ECONOMÍAS GLOBALIZADAS

Cristian Giovanni Gómez M^a

cgomez@ucm.edu.co

Resumen: En este documento se pretende dar una visión global de la importancia de la administración de la cadena de suministro como una fuente de ventajas competitivas para las empresas en un entorno de globalización como el que se vive actualmente. Para lograr dicho objetivo, se plantean los principales aportes de la logística, así como competitividad y globalización, para poder realizar un paralelo entre los conceptos, dando como resultado unas conclusiones finales en las que se emitirá el punto de vista del autor sobre el papel que juega la administración de la cadena de suministro como fuente de ventaja competitiva.

Palabras Clave: Administración de la cadena de suministro, Logística, Competitividad, Globalización.

Abstract: The aim of this document is to give an overview about the significant of logistic as a source of competitive advantage to the enterprise in a global environment like nowadays. To achieve this objective, the author expose the principal contribution of logistic, so like competitiveness and globalization, in order to realize an parallel between booth concepts, giving as results some final conclusions about our point of view in the roll of logistic as a source of competitive advantage.

Key Words: Competitiveness, Globalization, Supply Chain Management

^aIngeniero Industrial. Magíster en Administración. Docente investigador. Universidad Católica de Manizales. Manizales, Caldas. cgomez@ucm.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

En las empresas y en la academia la logística se ha convertido en un foco constante de investigación con el fin de establecer ventajas competitivas dentro de las organizaciones, el hecho de proveer los materiales necesarios y definir de manera precisa qué es lo realmente necesario para los consumidores Motoki Inatsuka (2002), Christopher (1994) hace que el tema sea de vital importancia en las economías globalizadas dado el grado de competencia de las mismas. En Colombia se deben recurrir a los diferentes estudios que se realicen por parte de las organizaciones al igual que por parte de la academia si se piensa entrar a competir en mercados como el Norte Americano (TLC). Los conceptos como: Logística, Sistema logístico y sus Componentes, Ventaja competitiva en la logística, globalización son tratados por autores como: (Christopher, 1994); Carrasco (2000); Ballou (2004); Harland et al. (2007), quienes facilitan la comprensión de estos conceptos, lo cual permite enriquecer el documento y tener claridad conceptual y complementación teórica.

2. LOGÍSTICA

Partiendo de la definición que expresa Christopher (1994) donde establece la definición de la logística como:

[...] el proceso de gestionar estratégicamente la obtención, movimiento y almacenamiento de materias primas, componentes y existencias terminadas (y los flujos de información relacionada) a través de la organización y sus canales de marketing de tal forma que la rentabilidad futura se vea maximizada a través de la complementación efectiva de los pedidos en relación con los costos.

Siendo este uno de los objetivos principales que persigue cualquier empresa productiva.

Sarache et al (2008, pg 176) se acogen al concepto del Council of logistic manangement (CLM) "proceso de planificación y control eficiente del flujo de materia prima, inventarios en curso, productos terminados, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente."

Para entender mucho mejor el concepto, un sistema logístico se puede considerar como: "... el conjunto de actividades que tienen lugar entre el aprovisionamiento de materias primas y la entrega de producto terminado a los clientes, se visualiza así un flujo de materiales que van sufriendo diferentes tipos de cambios..." Carrasco (2000). Dicho sistema está conformado por unos componentes que interactúan entre sí de los Ballou (2004,) considera:

...los componentes de un sistema logístico son: Servicio al cliente, pronosticas de demanda, distribución de las comunicaciones, control de inventarios, manejos de materiales, procesamiento de pedidos, soporte de partes y servicio, selección del sitio de planta y bodega (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de devoluciones, recuperación y eliminación de desperdicios, trafico y transporte, y almacenamiento y bodegaje.

El concepto se refiere a un sistema total para controlar el flujo físico de un producto o mercancía, articulando producción y consumo. Se trata de una unificación de cinco subsistemas (transporte, almacenaje, embalaje, carga/descarga y distribución) y un sistema de apoyo e información. La distribución física se propone proveer, de manera más eficiente, un producto al mercado. En otras palabras, el propósito de la distribución física es repartir una cantidad necesaria de productos en una condición necesaria requerida y, en suma, al menor costo Inatsuka (2000).

La meta de la logística planteada por Bowersox y Closs (1996) orientada

hacia el sistema logístico tiene seis objetivos operacionales: Respuesta rápida, desviaciones mínimas, inventario mínimo, consolidación de movimientos, calidad y soporte del ciclo de vida; de tal manera que cada uno de los elementos anteriormente mencionados le apuntan a generar un valor añadido a los servicios que presta para generar así una ventaja competitiva que sus competidores no prestan.

Los acercamientos a la logística toman la visión de la compañía, no para alcanzar el logro de reducción de costos o mejoramientos de las utilidades, a expensas de sus socios de red de abastecimiento, sino que prefiere hacer de la red de abastecimiento más competitiva como un todo integrado. Romano (2002) expresa de acuerdo a lo anterior que al desarrollar una sistema de abastecimiento en el que todos los eslabones de la cadena son igual de importantes, se le da una fuerza mayor al trabajo en equipo, el que puede verse como un desarrollo conjunto de ventajas competitivas.

Teniendo en cuenta que los negocios alrededor del mundo se realizan de una forma diferente, dependiendo de cada región, de cada país, de cada compañía, ya que las culturas son en todos ellos son diferentes, Gable y Pilnik (2001) y esto afecta la forma como se manejan tanto la logística como los negocios por los distintos puntos de vista en la administración de cada uno de ellos, se hace necesario pensar en una forma de integrar los negocios globales, sin generar traumas para los clientes y para los usuarios de los productos que se mueven a través del mundo.

Por ello, para entrar a competir globalmente, la logística se debe basarse en tres pilares fundamentales: La desregulación basada en la libre competencia de las empresas de transporte y almacenaje, el perfeccionamiento de la infraestructura física y social con la cual desarrollar mejores vías, puertos, aeropuertos, ferrovías, como resultado del recaudo de impuestos y por último la creación de sistema de distribución física avanzada con cooperación entre el estado y las empresa privada. Inatsuka (2000).

La logística se puede entonces dividir en tres grandes ramas las cuales son: el aprovisionamiento, los sistemas de producción y el servicio al cliente, enmarcados en los siguientes conceptos:

2.1. Aprovisionamiento:

[...] la estrategia de aprovisionamiento integra varios cuerpos de conocimiento y conceptos existentes desde una perspectiva holística y la estratégica de administración de operaciones, a través de los límites interorganizacionales. En el centro de concepto de abastecimiento están las compras, uso y transformación de recursos para proveer paquetes de bienes y servicios para satisfacer al cliente final hoy y en el futuro y estructurar las decisiones organizacionales que se adapten a los mercados globales”[†] (Harland et al., 1999).

Se puede entonces enmarcar dentro del aprovisionamiento el transporte hasta nuestras bodegas, el manejo de inventarios, la función de compras, el manejo adecuado de las relaciones con los proveedores y el almacenamiento. Cada uno de estos elementos nos puede dar para un trabajo escrito, así como para una investigación, por eso solo se enuncian recalando su importancia en el entorno empresarial. En esta fase del aprovisionamiento aparecen herramientas y filosofías para su gestión tales como el MRP, el JIT, el TOC, políticas de manejos de inventarios, etc, con las cuales se puede lograr una buena administración de la cadena de abastecimiento y enfocar a las empresas a ganar una o varias ventajas con respecto a sus competidores.

2.2. Los sistemas de producción son el “Conjunto de componentes cuya función es convertir un conjunto de insumos en un producto deseado, por medio de lo que llamamos proceso de transformación” (Chase et al., 2009). Estos sistemas de producción son un mundo completamente

[†]Traducido por el autor

amplio y complejo que se puede estudiar desde la perspectiva de las estrategias de operaciones y como el anterior acápite es un tema que realmente da demasiado de que hablar e investigar. En la estrategia de operaciones entran una variedad de temas, entre los cuales están la localización, la capacidad, la planeación, programación y control de la producción.

2.3 Así mismo el servicio al cliente es definido por Christopher (1994) como la “Provisión consistente de utilidad de momento y lugar. En otras palabras los productos no tienen valor hasta que se hallan en las manos del cliente en el momento y lugar requeridos”. Esta parte de servicio al cliente es muy importante en el logro de la ventaja competitiva, pues gracias a ello, se pueden diferenciar y dar una percepción de valor mayor para el cliente, lo cual pone en una buena posición a la empresa para competir en el mercado tanto nacional como internacional.

Debemos tener en cuenta que el transporte se encuentra involucrado en dos de los conceptos anteriores, aprovisionamiento y servicio al clientes, pero solo nos enfocamos nuestras miradas y esfuerzos observando la influencia del transporte en la gestión logística cuando se registra un conflicto en dicho sector. Pérdidas multimillonarias, fábricas paradas y bloqueos en suministros de productos y servicios son las consecuencias más inmediatas de la paralización de la actividad de distribución de mercancías por carretera, como ocurrió hace poco en nuestro país. La logística, como término económico que abarca el abastecimiento, los sistemas productivos y el servicio al cliente, es un sector en alza y, al mismo tiempo, clave en el funcionamiento eficaz del entramado productivo de la comunidad. Por ello, cuanto más competitivo se es, mayor contribución se hará a todos aquellos eslabones que exige el mercado para rivalizar en buenas condiciones.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que la comunicación y el flujo de

información en la logística es otro aspecto a considerar tal como lo expresan Rubiano et al. (2003), un buen manejo de la información evita tiempos de demora, señales de demanda distorsionada y poca visibilidad de las condiciones especiales de esta, que si se dieran, resultarían en criticas dificultades de información y serios retos para los administradores logísticas incluyendo desinformación y desconfianza.

3. COMPETITIVIDAD

La competitividad es difícil de definir pero es un término frecuentemente utilizado y se refiere a la posición relativa en el mercado. Esta se constituye en un objetivo empresarial de primer orden en la actualidad. Consiste en la capacidad de la empresa para poder adaptarse a las exigencias del mercado con producciones de mayor valor incorporado, bien sea en función de la diferenciación, o del costo; de ella depende que la empresa se mantenga y crezca su participación en el entorno en que actúa (Morcillo, 2005).

3.1. Ventaja competitiva:

Por ventaja competitiva se entienden todas las características o atributos de un producto o servicio que le dan una cierta superioridad sobre sus competidores inmediatos. Estas características o atributos pueden ser de naturaleza variada y referirse al mismo producto o servicio, a los servicios necesarios o añadidos que acompañan al servicio base, o a las modalidades de producción, de distribución o de venta del producto o de la empresa.

La ventaja competitiva nace fundamentalmente del valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores, que exceda el costo de esa empresa por crearlo. El valor es lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el valor superior sale de ofrecer precios más bajos que los competidores por beneficios equivalentes o por proporcionar beneficios únicos que justifiquen un precio mayor (Porter, 1987).

Esta superioridad que se quiere o se logra es, pues, una superioridad relativa establecida en referencia al competidor mejor situado y puede resultar de una multiplicidad de factores. De manera general, se pueden reagrupar estos factores en dos grandes categorías según el origen de la ventaja competitiva que proporcionen. La ventaja competitiva puede ser externa o interna. Una ventaja competitiva se denomina "externa" cuando se apoya en una de las cualidades distintivas del producto que constituyen un valor para el comprador, que puede lograrse por la reducción de sus costos de uso o por el aumento de su rendimiento de uso. Este tipo de ventaja competitiva da a la empresa un cierto poder de mercado en el sentido de que está en condiciones de hacer aceptar por el mercado un precio de venta superior al de su competidor más cercano, que no tiene la misma cualidad distintiva. Esto trae como consecuencia las posibilidades para la adopción de una estrategia de diferenciación. Una ventaja competitiva es "interna" cuando se apoya en una superioridad de la empresa en el dominio de los costos de fabricación, de administración o de gestión del producto o servicio y que aportan de esa forma un valor al productor, proporcionando así un costo unitario inferior al del competidor más cercano. Una ventaja competitiva interna es el resultado de mejor productividad y por esto da a la empresa una rentabilidad mejor y una mayor capacidad de resistencia a una reducción del precio de venta impuesta por las condiciones del mercado. Trae aparejada una estrategia de dominación a través de los costos, que pone de manifiesto el saber hacer organizacional y tecnológico de la empresa (Venegas et al., 2000).

3.2. *Ventaja competitiva en la logística:*

A través de la logística puede conseguirse una posición de perdurable superioridad sobre los competidores en términos de preferencia del consumidor [...] La fuente de ventaja competitiva se haya primero en la habilidad de la organización de diferenciarse primero ante los ojos del cliente, de su competencia y segundo en actuar a un costo inferior y en consecuencia a un beneficio mayor (Christopher, 1994).

Tal como coinciden Porter (1987) y Christopher (1994), la ventaja competitiva se puede alcanzar desde dos puntos de ataque, los costos y la diferenciación, una no excluye a la otra, pero el problema nace aquí, que tanto se debe enfocar la empresa en los costos y que tanto en la diferenciación; el logro de un balance entre estas dos es lo ideal y es dónde se debe trabajar en las empresas, es justo aquí donde la logística encuentra su nicho de competitividad, logrando reducir costos, pero también diferenciando una cadena de abastecimiento de otra.

Para lograr dicho balance, Porter (1987) introduce el concepto de cadena de valor en la cual se integran todas las actividades de la empresa que pueden producir ventajas competitivas en diferente grado y se examinan de una forma sistemática para ver como interactúan entre ellos los eslabones que la conforman; pero este análisis no solo se da a nivel interno de la organización, sino también a nivel externo, entre sus proveedores y compradores. Así pues, "El obtener y mantener la ventaja competitiva depende de no solo comprender la cadena de valor de una empresa, sino cómo encaja la empresa en el sistema de valor general."

Una idea de la ventaja competitiva en términos logísticos y de cadena de valor, además de estar asociado a los componentes logísticos es la siguiente: "Solamente seremos competitivos en la medida en que la que hagamos una cadena de transporte completamente eficiente, con fletes de compensación asegurados a través de alianzas permanentes con empresarios de otros países que tengan intereses complementarios a los nuestros" (Giraldo, 2000).

Esta idea de ventaja competitiva está asociada solo a un elemento de la cadena de abastecimiento, y si se toman cada uno de los elementos de la misma, se puede lograr ventajas en todos ellos, siendo así este concepto, uno de los principales promotores de la competitividad en el entorno actual. Así como los expresa Beltrán et al (2007) "... la logística como un factor crucial para las empresas, constituyendo una verdadera fuente de ventajas competitiva para las mismas, no solo por su repercusión en la satisfacción de los clientes, sino también por la disminución de costes..." .

Por tal motivo la administración de la cadena de suministro y la aplicación de los conceptos de logística a la gestión empresarial puede traducirse en la generación de ventajas competitivas sostenibles y estructurales (Opeatti, 2005).

3.3. *Ventaja Competitiva en la Globalización:*

“Aquí se trata de hacer lo que todos dejan de hacer y hacer lo que a todos parece imposible pero que es valioso a los ojos del cliente” (Mendoza, 2000). Para lograr esta ventaja se hace necesario convertir la capacidad imaginativa de la empresa en resultados comerciales, lo cual no es sencillo puesto que la dependencia de las personas se evidencia, pero se convierte en un factor de éxito en la globalización porque nos permite proyectar en el futuro buscando nuevas alternativas de negocio. Con una estrategia global se puede lograr una o más de cuatro categorías de ventajas a saber: Reducción de costos, calidad mejorada de productos y programas, más preferencias de los clientes, mayor eficiencia competitiva (Yip, 1996).

Los Tratados de Libre Comercio generados por las políticas de globalización incitan a que las empresas asuman el reto de estar a la altura de sus pares extranjeras, dado que exige cambios drásticos en sus procesos logísticos para el cumplimiento de las entregas de las mercancías de exportación con un aseguramiento de la calidad y el de entrega de materias primas importadas para la producción nacional; de esta manera, la logística se hace una herramienta de competitividad frente a los mercados internacionales, logrando que las empresas creen sus propias estrategias logísticas flexibles al cambio, responsivas y con la capacidad de competir en entornos globales.

Debido a que la competitividad de la cadena de suministro está conformada por la competitividad de los proveedores, la manufactura y los distribuidores, tal como lo exponen Verma y Seth, (2010), se vuelve un especial ítem de atención la administración del manejo de cada una de las ventajas de los miembros de la cadena para poder sobresalir ante los competidores, por lo cual la

administración de la cadena de suministro es la llamada a generar dichas ventajas ante los rivales de la economía, bien sea desarrollando actividades estratégicamente importantes más económicamente o mejor que las del competidor.

4. GLOBALIZACIÓN

Para saber el por qué de la globalización, solo se basta con observar una compañía para preguntar de dónde provienen sus materias primas, cuáles son sus clientes actuales y cuáles los potenciales, además cuáles son competidores y en dónde se ubican, dando respuesta a estas simples preguntas se nota que la internacionalización es inherente al ámbito comercial de las organizaciones actuales.

Por tal motivo se hace necesario la definición de la globalización y su historia: el término se refiere al proceso de integración de mercados nacionales hacia la integración del mundo en un mercado único, según Mendoza (2000), el mundo ha pasado por tres etapas de globalización globalización de los negocios, la economía global y la sociedad global, "...hay que reconocer no toda la economía se ha globalizado; muchas industrias permanecen ligadas a segmentos de mercados muy precisos y diferenciados a nivel internacional...". Con este proceso concuerda Yip (1999) y adiciona que "La estrategia global es o debería ser el equilibrio entre lo global, lo regional y lo local."

La logística se torna importante en una economía globalizada por el crecimiento que ha generado la misma en la distribución de los fletes, particularmente en terminales intermodales como los puertos, aeropuertos, Rodríguez (2009) y en las actividades que se desarrollan en los centros de distribución de las empresas, y la inversión que requerido por parte del gobierno o empresas privadas en la adecuación de la infraestructura para competir cada vez en un mundo mas globalizado.

Debido a las constantes innovaciones tecnológicas y la incertidumbre económica de los mercados globales, que han cambiado el escenario de la competitividad en el que las empresas se estaban empezando a sentir cómodas, y la facilidad de copiar estrategias de los competidores, se ha generado un apalancamiento en la logística como fuente de ventajas competitivas, tal y como lo afirma Esper et al. (2007), donde se destacan dos aspectos que inciden directamente en la misma:

- La búsqueda constante del aumento del valor para el cliente: En donde las empresas se han volcado hacia la diferenciación mediante la oferta por medio de un mayor valor a sus clientes en términos de calidad, servicio al cliente, innovación y rapidez.
- La reducción de los costos unitarios de producción: Las empresas se han visto obligadas a reducir sus costos drásticamente, así se hace necesario mover los lazos que ligan a las empresas con los clientes y sus proveedores (Mendoza, 2000).

“La tendencia de la logística hacia la globalización se ha visto predominantemente impulsada por las tendencias de los mercados y la tecnología, tanto del desarrollo del producto como de su fabricación” Christopher (1994). Las necesidades reales de los compradores y el acceso de ellos a la información hace que cada día se vuelvan más exigentes en los requerimientos de los productos, impulsando a las empresas a mantener un alto nivel de calidad tanto en los servicios como en los productos, dejando en claro que solo se compete en mercados globalizados si se cumple con las condiciones que este demande.

El desafío de la logística en la globalización según Christopher (1994) consiste en reducir los plazos de espera de entrega de pedidos una vez hecho el mismo, reducir los tiempos de tránsito y volverlos fiables, esto se ve cada vez en mayor grado en la implementación de transporte aéreo en vez de marítimo, agrupar y dividir la carga dependiendo de las características del producto y del

perfil de la demanda que se tenga, elegir el modo de carga según sus costos y los plazos de espera de extremo a extremo y por último enviar componentes intermedios con valor añadido local tratando de posponer al máximo la configuración final del producto hasta que se encuentre lo más cerca posible del cliente. Con el fin de lograr dicho objetivo, las empresas están haciendo continuas fusiones, adquisiciones y alianzas estratégicas no son más que una mera consecuencia del actual proceso de internacionalización de los mercados, Sarache et al (2008).

5. CONCLUSIONES

El hecho de entregar los productos al cliente en el lugar acordado, en el tiempo exacto, al precio requerido y con el menor costo posible, pone en posiciones relativamente ventajosas a la empresa, con respecto a los demás competidores, esto si ellos no pueden alcanzar dicho logro. Es por eso que la logística se torna en una ventaja competitiva para las empresas, pues con ella se atacan directamente los enfoques principales de la competitividad, los costos, la diferenciación, la calidad, la flexibilidad, aún más cuando en un mercado cada vez más internacional, en donde los competidores no son solo los regionales o nacionales, sino las cadenas productivas de nivel mundial, las multinacionales y transnacionales.

Otra gran característica de la logística en un entorno completamente globalizado como lo es el de ahora, es que el manejo de la información se debe realizar en tiempo real y continuo, esto se da gracias a la aparición del Internet como herramienta principal en la transmisión de información, y más aún cuando dicha información se necesita de una manera ágil y veloz dada las necesidades tanto de los clientes como de los proveedores.

Tal y como coinciden Porter (1987) y Christopher (1994) en las estrategias para lograr la ventaja competitiva, se puede observar que la logística juega un papel primordial en el logro de la misma, tanto en sus dos tipos básicos (costos y

diferenciación) como en el logro de la integración de la cadena de valor, pues con una buena gestión de la logística se puede alcanzar el costo apropiado y la calidad requerida de los productos o servicios que se oferten y además trabajar en conjunto con las demás áreas de la empresa y con los proveedores y compradores, más aún cuando el mundo en el que estamos exige una integración sin tener en cuenta la distancia que puedan existir entre unos actores y otros en el mercado, por eso es tan importante el concepto logístico en la globalización.

Se debe tener en cuenta que en la actualidad las empresas no pueden ser buenas en todo lo que hacen y por tal motivo, los días en que la integración vertical era la panacea han terminado, ahora, con el fin de realizar solo las actividades que agregan valor a la empresa son a estas a las que se les presta atención, las demás se pueden subcontratar sin dejar de llevar un buen control (Giraldo, 2000), es por eso que existe un campo en el cual se puede presentar este concepto, la logística; dado que si una empresa no lo puede hacer bien y agregar valor a sus productos con una gestión eficiente de logística, es mejor que subcontrate esta parte y así se pueda volver mucho más fuerte en sus servicios finales al cliente.

Cabe anotar que nuestro país está en gran desventaja con otros países más desarrollados, pues la infraestructura de transporte no es la más adecuada para lograr un nivel alto de servicio, además si a esto la añadimos la cultura en la cual nos movemos, en donde la corrupción y la ineficiencia hacen parte de nuestro funcionarios, no se vislumbra un panorama muy halagüeño para alcanzar la competitividad requerida y más aún cuando tenemos dos tratados de libre comercio a menos de un año. Se podría decir que tenemos que trabajar bastante en temas relacionados con la logística, para no estar en una desventaja como a la que ahora nos enfrentamos.

REFERENCIAS

Ballou, R. (2004). Logística, Administración de la cadena de suministros. 5a

edición, México, Prentice Hall, 816 p.

Beltrán, J., Rivas, M.A., Muñuzuri, J. (2007). Sistemas de gestión logística: un enfoque para la evaluación, integración, y mejora de los procesos logísticos. 1er congreso de logística y gestión de la cadena de suministro. Zaragoza Septiembre.

Bowersox, D., Closs, D (1996): Logistical Management: The integrated Supply Chain Process. McGraw-Hill, Nueva York.

Carrasco, J. (2000): Evolución de los enfoques y conceptos de la logística "Su impacto en la dirección y la gestión de las organizaciones". Economía Industrial. No. 331. pp.17-34.

Chase, R, Jacobs R, Aquilano N (2009). Administración de las operaciones: producción y cadena de suministros. 9ª Edición, Ed. Mc Graw Hill, México.

Christopher, M. (1994): Logística y aprovisionamiento: cómo reducir costes, stocks y mejorar los servicios. Editorial Folio. Madrid, 276 pg.

Esper, T., Fugate, B., Davis-Sramek, B. (2007). Logistics learning capability: sustaining the competitive advantage gained through logistics leverage. Journal of business logistics. Vol 28 N° 2. Pg 57 – 80.

Gable, J.E y Pilnik, S. (2001). The Shadow Organization in Logistics: The Real World Culture Change and Supply Chain efficiency. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.

Giraldo, C.M. (2000): Logística, instrumento de productividad y competitividad. Revista ANDI. Noviembre-Diciembre. pp 92-103.

Harland, C.M., Lamming, R.C., & Cousins P.D.,(1999): Developing the concept of supply strategy. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol 19. No. 7. pj. 650-673.

Harland, C.M, Caldwell, N.D, Powell, P., Zheng, J. (2007) Barriers to supply chain information integration: SMEs adrift of eLands. *Journal of operation management*. Vol 25. No 6. pj 1234– 1254.

Mendoza J,M (2000): “Los desafíos gerenciales de la globalización”.*Revista pensamiento y Gestión* No. 8 Pag. 68-82.

Morcillo, M (2005) Análisis de la cadena de valor industrial y de la cadena de valor agregado para las pequeñas y medianas industrias. *Revista Actualidad contable FACES*. Año 008 – N° 10. Recuperado en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17363/1/articulo5.pdf>, Febrero de 2013.

Motoki Inatsuka (2002):Problems of the logistics in the beginning of the 21st century. *JPI Journal*. Vol 40 N° 3 pg 252 -256.

Porter, M.E. (1987): *Ventaja Competitiva, creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Editorial CESA, Mexico.

Romano, P (2002). Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. En: *Jurnal of Purchasing and supply management*.

Rodriguez, J.P (2009). *Intermodal Terminals, Mega Ports, Mega Logistics. Engineering Earth: The Impacts of Megaengineering Projects*, Dordrecht The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Rubiano,O y Crespo , A (2003): The effectiveess of using e-collaboration tools in the supply chain: an assessment study system dynamics.

Sarache, W, Tamayo J y Garcia A (2008). Logística y Gestión de la Cadena de Abastecimiento" Gestión De La Producción: Una Aproximación Conceptual. Colombia. ed: Unibiblos, v. , p.175 -214.

Verman, A y Seth, N. (2010). Achieving supply chain competitiveness: some critical issues. International Journal of Engineering Science and technology. Vol 2 N° 11. Pg 6209 -6213.

Yip, G.S. (1996) Globalización. "Estrategia para obtener una ventaja competitiva internacional".Editorial Norma. Bogotá.

ALINEAMIENTO DINÁMICO DE LA CADENA DE SUMINISTROS COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS

Boris Batista Gomez Casseres^a
bbatista1@hotmail.com

Edilberto Gutierrez Puentes^a
egutierrez96@hotmail.com

Jorge Americo Velez Zarate^a
velez_tlc@yahoo.com

Resumen: En la actualidad las empresas buscan herramientas y estrategias para incrementar su competitividad y ser preferidas al poseer ventajas competitivas, una de estas herramientas es lo que John Gattorna ha llamado "Alineamiento Dinámico de la Cadena de Suministros", para señalar que las empresas deben asegurar sus relaciones con sus clientes y proveedores, teniendo en cuenta que la competencia presente no es entre empresa vs. empresa, sino entre redes de empresas vs. redes de empresas. Recientemente, J. Gattorna plantea que las empresas compiten en red por lo que es importante revisar la importancia del Alineamiento Dinámico de la Cadena de Suministros. En el presente trabajo se verificó este concepto en las 200 empresas más grandes de la ciudad de Cartagena y su impacto en el factor de competitividad. El autor anteriormente mencionado expresa que el Alineamiento Dinámico de la Cadena de Suministros se debe a la integración de cuatro esfuerzos, los cuales se analizarán en éste estudio también.

Palabras claves: Alineamiento Dinámico de la Cadena de Suministros, Competitividad, Cadena de Valor, Clientes, Procesos, Proveedores.

Abstract: Today companies are looking for tools and strategies to increase their competitiveness and to be preferred to possess competitive advantages, one of these tools is what John Gattorna called "Dynamic Alignment of Supply Chain", to indicate that companies must ensure their relationships with customers and suppliers, taking into account that this competition is not between

^aAdministrador de Comercio Exterior, Mg Gestión Logística, SENA - Servicio Nacional de Aprendizaje

company vs. company, but between networks of companies vs. networks of companies. Recently, J. Gattorna suggests that firms compete in network so it is important to review the importance of Dynamic Alignment Supply Chain. In this paper, this concept was verified in the 200 biggest companies of the city of Cartagena and its impact on the competitiveness factor. The above author referred states that the Dynamic Alignment of Supply Chain is due to integration of four efforts, which will be analyzed in this study as well.

Keywords: Dynamic Alignment of Supply Chain, Competitiveness, Value Chain, Customers, Processes, Suppliers.

1. INTRODUCCIÓN

Según el estudio realizado por Cagliano en el 2009 en 297 empresas europeas, con una muestra de 11 países de cinco sectores industriales (metálicos, maquinarias, equipos eléctricos, automóvil, y equipos de medida y control), se pudo concluir que la integración de los procesos estratégicos y tácticos de la Cadena de Suministros de una empresa son determinantes. Mientras que en la ciudad de Cartagena, a través de algunos estudios realizados en el año 2008 por el Doctor Feres Said del CIATI y por el Dr. Pineda de la Universidad de Cartagena, así como por la información obtenida de la Cámara de Comercio de Cartagena, se pudo observar que en las 200 empresas más grandes de Cartagena, este ranking obedecía al capital invertido por cada una de ellas y que en la medida que transcurrían los años, muchas de ellas desaparecían.

Por lo tanto, como quiera que los *procesos de integración* en una Cadena de Suministros son verdaderos impulsores de los niveles de competitividad, la desintegración observada en las 200 empresas más grandes de Cartagena de Indias, es una situación problemática que da mérito para reconocer los niveles de competitividad en éste aspecto en los tres sectores económicos más representativos (Logístico, Petroquímico y Turístico).

2. GENERALIDADES

La economía mundial experimentó una expansión durante el período 2000-2007 con un crecimiento anual del 4,5%, pero a partir del año 2008 entró en crisis, lo cual afectó la economía interna de tal manera que ésta tuvo una desaceleración de tal magnitud que el crecimiento del PIB para ese año fue de solo 2,7% y para el 2009 fue de 0,8%. Lo anterior trajo consigo un aumento del desempleo, la informalidad, así como una disminución del comercio exterior, entre otros aspectos. (López Villadiego. 2011).

A nivel local, las principales variables económicas fueron consecuentes con la situación nacional; de tal forma que se incrementó el desempleo llegando a 13,8% en el cuarto trimestre de 2009, disminución de la producción y ventas industriales (-12,6% y 10,6% respectivamente), y contracción del sector de la construcción (-45,2%). Sin embargo, los resultados de las 200 empresas más grandes de Cartagena registraron un comportamiento positivo a pesar de las adversidades; permitiéndoles incrementar el nivel de activos y ventas. De esta manera, los activos aumentaron 9,6% con respecto al año anterior, lo que en términos absolutos corresponde a una suma de \$1,165 billones, no obstante, dicha variación fue inferior a la reportada en el 2008 (22%).

Entre los sectores a los que pertenecen las 200 empresas más grandes de Cartagena en el 2009, sobresalió en materia laboral la industria, mostrando una mayor generación de empleos (4.660 puestos de trabajo), dentro de este sector la empresa que más empleos generó fue la Sociedad de Comercialización Internacional Océanos S.A., que en el periodo de estudio empleó a 1.005 personas (21,6% del empleo generado por la industria). Además se destacaron el comercio (3.653 puestos de trabajo) y las actividades inmobiliarias, empresariales y alquiler (2.575 personas empleadas). Estas tres actividades emplearon en su conjunto más de la mitad del total de los empleos creados por las empresas materia de estudio (65%). (López Pineda, Luis Fernando; Villadiego, Patricia. 2011).

En cuanto a las ventas, la actividad pesquera presentó un crecimiento considerable (127%), el cual está muy por encima del crecimiento general promedio de todos los grupos que fue de 20,2%. La empresa más destacada de esta actividad fue Comextun LTDA, que tuvo un crecimiento en sus ventas y además de ello tuvo la mayor participación dentro de las ventas de su respectivo sector (61,5%). A su vez cabe resaltar al sector de servicios sociales y salud que también mostró un alto crecimiento en ventas (124%). En dicho grupo se distinguen las empresas: Clínica Cartagena del Mar, con un incremento del 36% en sus ventas con respecto al año anterior, y Clínica Blas de Lezo con un 33%. (López Villadiego. 2011). En lo que respecta a la utilidad neta, ésta tuvo un decrecimiento global (-93%), sin embargo hubo sectores que tuvieron variaciones positivas altas como fueron: la construcción (137%) y las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler (49%). (López Villadiego. 2011).

El sector industrial por ser una actividad con mucho auge hacia el comercio exterior y alta inversión en bienes de capital se destaca al igual que en periodos anteriores como el más sobresaliente en activos (\$7,23 billones), pasivos (\$2,32 billones) y patrimonio (\$4,91 billones). Dentro de este grupo se encuentran las cinco empresas con el mayor nivel de activos. (López Pineda, Luis Fernando; Villadiego, Patricia. 2011). En primer lugar se encuentra la Refinería de Cartagena S.A., la cual aporta el 22,9% del total de los activos del conjunto de las 200 empresas de la ciudad y que en el año 2009 alcanzó la cifra de \$3,04 billones; le sigue en la segunda posición Zona Franca Argos S.A., con activos por \$985.665 millones, lo cual corresponde al 14% de los activos del sector, esta empresa tuvo un incremento del 30,42% en relación al año anterior. Después se encuentra Biofilm S.A. \$669.213 millones en activos la cual, aunque redujo sus activos en 3,65%, se mantuvo en el tercer lugar. En el cuarto y quinto lugar se ubican Mexichem Resinas Colombia S.A. y ABOCOL S.A. con activos por \$625.887 millones y \$498.119 millones respectivamente. Cabe resaltar que estas cinco empresas aportan el 43,8% del total de los activos de las 200 empresas más grandes de la ciudad. (López Pineda, Luis Fernando; Villadiego, Patricia. 2011).

En materia de activos también es importante analizar los sectores que presentaron las mayores variaciones con respecto al año anterior; entre dichas actividades se encontró:

Servicios sociales y salud (74,7%), hoteles y restaurantes (75,8%), administración pública, defensa y seguridad social (52,2%). Dentro de estos sectores cabe resaltar las siguientes empresas: Promotora Bocagrande S.A., Gestión Salud S.A., Hoteles Decamerón Colombia S.A.2, Servincludidos LTDA y Empresa de Desarrollo Urbano de Bolívar. Con relación a los pasivos, las variaciones más altas la experimentaron las mismas actividades económicas que sobresalieron por el aumento en su nivel de activos, lo cual es algo lógico pues las empresas de dichos sectores financiaron sus activos en gran proporción con pasivos. Teniendo en cuenta el tamaño por nivel de activos, dentro del grupo de las 200 empresas más grandes existen 105 empresas grandes y 95 medianas.

3. METODOLOGÍA.

En la investigación realizada se definió el instrumento (software) para la consecución de los objetivos, se alimentó y se obtuvieron resultados de las 55 empresas más grandes de Cartagena. Adicionalmente, se describe cada uno de los alineamientos dinámicos en tres de los sectores de las 200 empresas más grandes de Cartagena. Para el análisis del Alineamiento de la Gestión de la Cadena de Suministros y de conformidad con éste instrumento, existen dos componentes: a) Competitividad en integración de la Cadena de Suministros y b) Competitividad en logística. Para el primero se evaluaron seis variables como son: competitividad en integración con clientes, integración interna, integración con proveedores, integración de la planeación y la tecnología, medidas del nivel de integración e integración de las relaciones. Para el segundo se evaluaron cuatro variables: competitividad en posicionamiento, competitividad en integración, competitividad en agilidad y en medidas del desempeño, respectivamente.

4. RESULTADOS.

4.1. Alineamiento dinámico en los tres sectores de las 200 empresas más grandes de Cartagena.

4.1.1. Nivel de alineamiento de la Gestión de la Cadena de Suministros y la logística en los tres sectores de las 200 empresas más grandes de Cartagena.

- *Competitividad en Integración con Clientes*

Una relación duradera o no con los clientes tiene por objetivo el establecer formas organizacionales, criterios, enfoques, técnicas y tecnologías. Esta relación también es conocida como output del proceso con desdoblamiento de tipo estratégicos y operacionales (Cooper & Lambert, 2005). En cuanto a la competitividad en integración con los clientes, se evaluaron cuatro aspectos a saber: el primero, fue la Segmentación de Clientes en donde se obtuvo un nivel de cumplimiento de 14,55 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 5,45; segundo, la variable de Relevancia con 14,85 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 5,15, la tercera variable, Capacidad de Respuesta con 14,71 puntos/20 y una brecha de 5,29; la cuarta variable, Flexibilidad con 13,76 puntos/ 20 puntos posibles y una brecha de 6,24. De todas estas variables la que más debilidad mostró fue la de Flexibilidad puesto que tiene un nivel de cumplimiento por debajo del promedio del ítem analizado. Ver Figura 1.

- *Competitividad en Integración Interna*

Permite que algunas organizaciones puedan diseñar sus estructuras de manera efectiva. Es decir, que todo su personal, departamentos y disciplinas, se conformen de una mezcla de diferentes configuraciones enfocadas a grupos de cliente (Bryan & Joyce, 2005). Por este concepto se evaluaron las variables de Unificación Interfuncional donde se obtuvo un cumplimiento de 13,73 puntos/20 puntos posibles, con una brecha de 6,27; Estandarización con 14,78 puntos/ 20

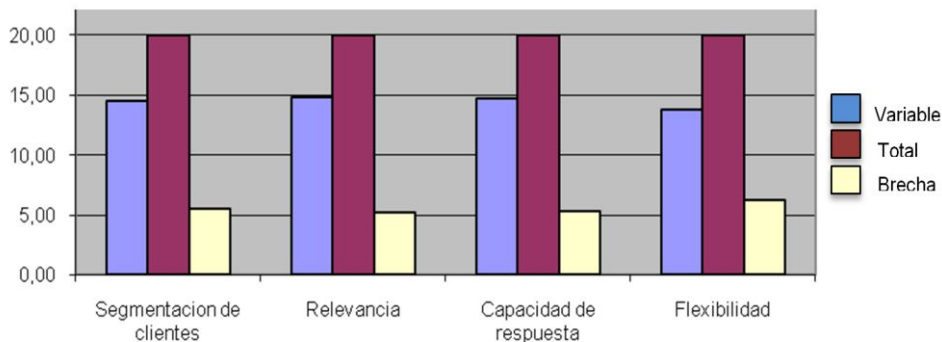


Figura 1. Competitividad en integración con clientes.

Fuente. Software Ciatí-JFK con base en información recolectada.

puntos posibles con una brecha 5,22; Simplificación con un nivel de cumplimiento de 14,10 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 5,90; Incentivos y Logros de Objetivos con 14,29 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 5,71 y Adaptación Estructural con 13,77 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 6,23, respectivamente. Las variables que muestran mayor debilidad son: Unificación Interfuncional y Adaptación Estructural. Ver Figura 2.

- *Competitividad en integración con proveedores*

Es un proceso estratégico que permite alinear las relaciones con los proveedores en la Gestión de la Cadena de Suministros. Se dice que este es un

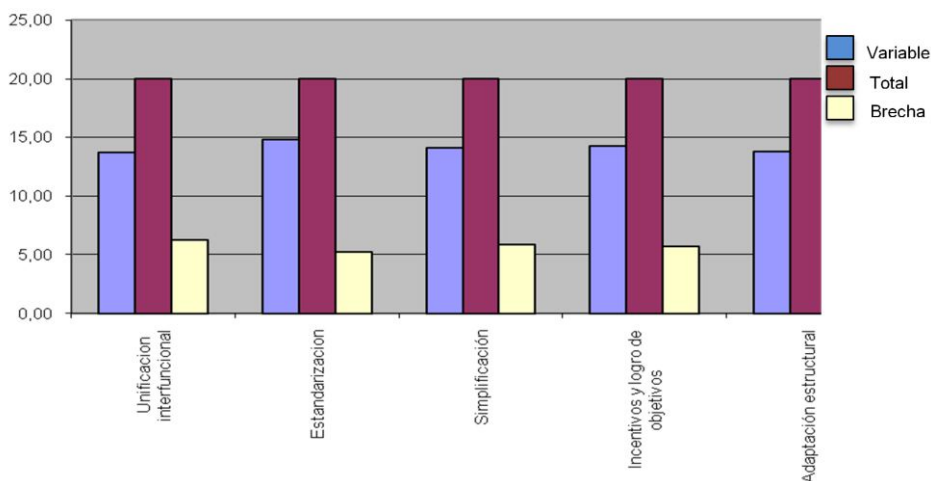


Figura 2. Integración interna

Fuente. Software Ciatí-JFK con base en información recolectada.

espejo de la integración con los clientes (Cooper & Lambert, 2005). Por este concepto se analizaron las variables de Alineamiento Estratégico donde se obtuvo un nivel de cumplimiento de 13,64 puntos/20 puntos posibles y una brecha de 5,98; le sigue Fusión Operacional con 14,53 puntos/20 y una brecha de 5,47 y Apalancamiento Financiero con 13,98 de 20,00 posibles y una brecha de 6,02. Muestran debilidad el Alineamiento Estratégico y el Apalancamiento Financiero.

- *Competitividad de la integración de la tecnología y la planeación*

Es un comportamiento organizacional, donde las empresas ponen de manifiesto su habilidad y arte para alinear los sistemas de información a una demanda (Cooper & Lambert, 2005). Por este concepto se analizaron las variables: Administración de la Información donde se obtuvieron 14,02 puntos/20 puntos posibles con una brecha de 5,98; Comunicaciones Internas con 15,24/20 con una brecha de 3,76; Conectividad con 14,64/20 con una brecha de 5,36 y la Cooperación en la Formulación de Pronósticos y en la Planeación. En este no se encontraron variables débiles.

- *Competitividad en medidas del nivel de integración*

Corresponde a una “Nueva teoría integradora empresarial” que explica cómo funcionan las empresas desde una visión holística, la cual establece conceptos duales de alineación vertical (estratégica y personal dentro de una organización) y horizontal (procesos y clientes). Este pensamiento comenzó a desarrollarse desde 1989 hasta el día de hoy (Lobovitz & Rosansky, 1997). Para este estudio en particular se analizaron: la Evaluación Funcional con un nivel de cumplimiento de 12,91/20 puntos posibles y una brecha de 7,09; el Uso de Metodología ABC, Costo Total y Benchmarking con 14,6/20 y una brecha de 5,40; el “Alineamiento Dinámico” con 13,2/20 puntos posibles y una brecha 6,80 y el Impacto Financiero con 14,4/20 puntos posibles y una brecha de 5,60, respectivamente. En este ítem las variables débiles fueron Evaluación Funcional y “Alineamiento Dinámico”.

- *Competitividad en integración de las relaciones*

Utiliza un conjunto de elementos que permiten medir el desempeño y generar reportes de rentabilidad en una empresa. Para este caso de estudio se analizaron las siguientes variables: Especificidad de los Roles con un nivel de cumplimiento de 14,49/20 puntos posibles y una brecha de 5,51; Protocolos con 14,73/20 puntos posibles y una brecha de 5,27; Habilidad para Compartir Información con 14,16/20 puntos posibles y una brecha de 5,84; Ganancias y Riesgos Compartidos con 13,67/20 puntos posibles y una brecha de 6,33. Al tener un menor comportamiento, La variable Ganancias y Riesgos Compartidos es una debilidad de estas organizaciones.

4.1.2. Nivel de alineamiento de competitividad en logística

Es un índice que permite mostrar los niveles de competitividad en materia logística de las organizaciones. Para el caso de este estudio fueron cuatro los componentes analizados: Competitividad en Posicionamiento, Competitividad en Integración, Competitividad en Agilidad y Competitividad en Medidas del Desempeño Logístico. A continuación se presentas los resultados obtenidos:

- *Competitividad en posicionamiento*

Analiza las diferentes formulaciones de estrategias logísticas como: Nivel de Cumplimiento con 14,27/20 puntos posibles y una brecha de 5,73; Alineamiento Dinámico Extendido con 14,45/20 puntos posibles y una brecha de 5,55; Red Logística con 13,77/20 puntos posibles y una brecha de 6,23 y Organización con 14,4/20 puntos posibles y una brecha de 5,60. La variable Red Logística es una preocupación en estas organizaciones.

- *Competitividad en integración*

Este apartado quiere hacer un análisis con algunas variables que permiten construir una verdadera integración de la Cadena de Suministros en las organizaciones en estudio. Aquí se tomaron en cuenta las variables: Nivel de

Cumplimiento e integración en Operaciones, ambas con 14,58 puntos de 20 posibles y una brecha de 5,42; Información Compartida con 14,16 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 5,84; Conectividad con 14,56 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 5,44; Estandarización con 14,59/20 puntos posibles y una brecha de 5,41; Simplificación con 13,65 puntos de 20 posibles y una brecha 6,35 y Disciplina con 14,22 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 5,78. Al ser la de menor comportamiento, la variable Simplificación es una debilidad del sector. Ver Figura 3.

- *Competitividad en agilidad*

Este elemento, de suma importancia, permite observar en las organizaciones su comportamiento de experticia y profesionalismo, los cuales juegan un papel muy importante a la hora de tomar decisiones. Por lo tanto, las variables que se tuvieron en cuenta para este analisis fueron: Nivel de Cumplimiento con 14,73 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 5,27; Ajuste al Cliente con 14,71 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 5,29 y Flexibilidad con 13,85/20 puntos posibles y una brecha 6,15. Por lo tanto, la variable Flexibilidad es una preocupación de las organizaciones en estudio.

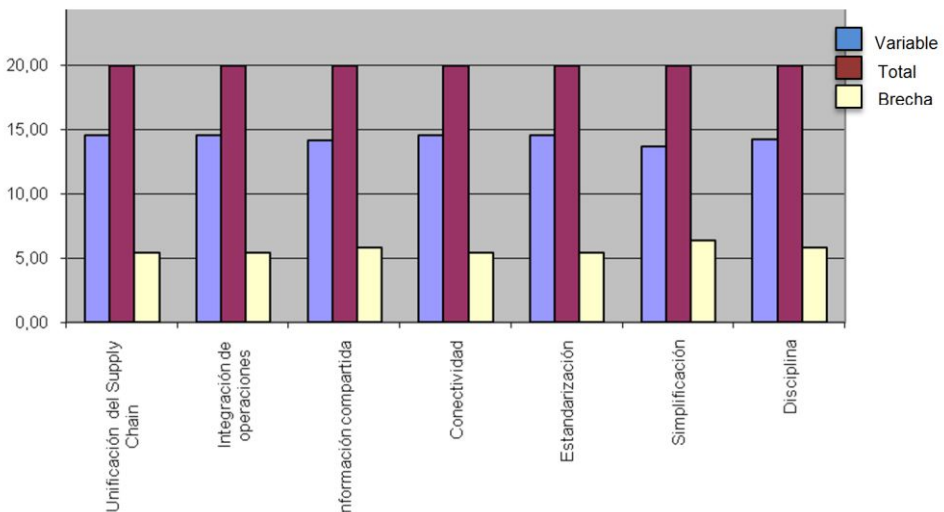


Figura 3. *Competitividad en Integración*

Fuente. Software Ciatl-JFK con base en información recolectada

- *Competitividad en medidas del desempeño logístico*

En este ítem se analizaron las variables: Evaluación Funcional donde se obtuvo un nivel de cumplimiento de 12,9/20 y una brecha de 7,09; Evaluación a Procesos con 13,67 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 6,33 y Estudios de Benchmarking con 13,71 puntos de 20 puntos posibles y una brecha de 6,29. La preocupación para estas organizaciones en estudio consiste en que todas estas variables se convierten en alerta roja en sus desempeños logísticos.

4.2. Análisis general del alineamiento dinámico en los tres sectores más representativos de las 200 empresas más grandes de Cartagena.

En cuanto al nivel de cumplimiento del Alineamiento Dinámico se encontró que, de 840 puntos posibles se obtuvieron 596 lo que representa un 71.9% y una brecha de 244 puntos correspondiente a un 28.1% respectivamente.

En cuanto a la Competitividad en Integración de la Cadena de Suministros se obtuvieron 355 puntos de 500 posibles con un nivel de cumplimiento del 71% y una brecha de 29%. Ver tabla 1.

En cuanto al nivel de alineamiento de competitividad en logística se obtuvieron 240 puntos de 340 posibles y a una brecha de 100, lo que corresponde a un 70.5% de cumplimiento y a una brecha de 29.5% respectivamente. Ver tabla 2. De manera general se encontró que de las cuarenta variables, quince de estas son débiles, es decir un 37.5% o 3 de cada 8. Así mismo de los diez ítems que agrupan los indicadores, tres de estos son debilidades del sector, es decir un 30% o 3 de cada diez, con el agravante que en el ítem Medidas del Desempeño Logístico, todas las variables son débiles. Ver tabla 1 y 2.

Tabla 1. Nivel de alineamiento de la Gestión de la Cadena de Suministros y la Logística

GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS Y LOGÍSTICA	CADENA DE SUMINISTROS	MÁXIMO ALCANZABLE	BRECHA	G/MA
COMPETITIVIDAD EN INTEGRACION DE LA CADENA DE SUMINISTROS	354,69	500,00	145,31	29,06%
INTEGRACIÓN CON LOS CLIENTES	57,87	80,00	22,13	27,67%
Segmentación de clientes	14,55	20,00	5,45	27,27%
Relevancia	14,85	20,00	5,15	25,76%
Capacidad de respuesta	14,71	20,00	5,29	26,45%
Flexibilidad	13,76	20,00	6,24	31,18%
INTEGRACION INTERNA	70,66	100,00	29,34	29,34%
Unificación Interfuncional	13,73	20,00	6,27	31,36%
Estandarización	14,78	20,00	5,22	26,09%
Simplificación	14,10	20,00	5,90	29,52%
Incentivos y Logro de Objetivos	14,29	20,00	5,71	28,55%
Adaptación Estructural	13,77	20,00	6,23	31,15%
INTEGRACIÓN CON PROVEEDORES	55,60	80,00	24,40	30,50%
Alineamiento Estratégico	13,64	20,00	6,36	31,82%
Fusión Operacional	14,53	20,00	5,47	27,36%
Apalancamiento Financiero	13,98	20,00	6,02	30,09%
Administración de Proveedores	13,45	20,00	6,55	32,73%
INTEGRACION DE LA TECNOLOGÍA Y LA PLANEACIÓN	58,40	80,00	21,60	27,00%
Administración de la Información	14,02	20,00	5,98	29,91%
Comunicaciones Internas	15,24	20,00	4,76	23,82%
Conectividad	14,64	20,00	5,36	26,78%
Cooperación en la Formulación de Pronósticos y en la Planeación	14,50	20,00	5,50	27,50%
MEDIDAS DEL NIVEL DE INTEGRACIÓN	55,11	80,00	24,89	31,12%
Evaluación Funcional	12,91	20,00	7,09	35,45%
Metodología ABC, Costo Total y Benchmarking	14,60	20,00	5,40	27,00%
Indicadores del "Alineamiento Dinámico"	13,20	20,00	6,80	34,00%
Impacto Financiero	14,40	20,00	5,60	28,01%
INTEGRACIÓN DE LAS RELACIONES	57,05	80,00	22,95	28,68%
Especificidad de los Roles	14,49	20,00	5,51	27,55%
Protocolos	14,73	20,00	5,27	26,36%
Habilidad para Compartir Información	14,16	20,00	5,84	29,18%
Ganancias y Riesgos Compartidos	13,67	20,00	6,33	31,64%

Fuente. Software Ciatí-JFK con base en información recolectada.

Tabla 2. Nivel de alineamiento de competitividad en logística.

COMPETITIVIDAD EN LOGÍSTICA	240,83	340,00	99,17	29,17%
COMPETITIVIDAD EN POSICIONAMIENTO	56,90	80,00	23,10	28,88%
Formulación de Estrategias Logísticas	14,27	20,00	5,73	28,64%
Alineamiento Dinámico Extendido	14,45	20,00	5,55	27,73%
Red Logística	13,77	20,00	6,23	31,15%
Organización	14,40	20,00	5,60	28,00%
COMPETITIVIDAD EN INTEGRACIÓN	100,35	140,00	39,65	28,32%
Unificación de la Cadena de Suministros	14,58	20,00	5,42	27,09%
Integración de Operaciones	14,58	20,00	5,42	27,09%
Información Compartida	14,16	20,00	5,84	29,18%
Conectividad	14,56	20,00	5,44	27,18%
Estandarización	14,59	20,00	5,41	27,05%
Simplificación	13,65	20,00	6,35	31,73%
Disciplina	14,22	20,00	5,78	28,91%
COMPETITIVIDAD EN AGILIDAD	43,29	60,00	16,71	27,85%
Relevancia	14,73	20,00	5,27	26,36%
Ajuste al Cliente	14,71	20,00	5,29	26,45%
Flexibilidad	13,85	20,00	6,15	30,73%
EN MEDIDAS DEL DESEMPEÑO LOGISTICO	40,29	60,00	19,71	32,85%
Evaluación Funcional	12,91	20,00	7,09	35,45%
Evaluación a Procesos	13,67	20,00	6,33	31,64%
Estudios Benchmarking	13,71	20,00	6,29	31,45%

Fuente. Software Ciatl-JFK con base en información recolectada

4. CONCLUSIONES

Del presente estudio, que involucró a 55 empresas de los tres sectores más importantes de las 200 empresas más grandes de Cartagena, se puede concluir que:

- En cuanto al nivel de cumplimiento del Alineamiento Dinámico se encontró que, de 840 puntos posibles se obtuvieron 596 lo que representa un 71% y una brecha de 244 puntos correspondiente a un 28.1%.
- Referente a la Competitividad en Integración de la Cadena de

Suministros, se obtuvieron 355 puntos de 500 posibles con un nivel de cumplimiento del 71% y una brecha del 29%, respectivamente.

- En cuanto al nivel de Alineamiento de Competitividad en Logística, se obtuvieron 240 puntos de 340 posibles, lo que corresponde a un 70.5% de cumplimiento y a una brecha de 29.5%.

Con los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación se pudo observar que las tendencias de las diferentes empresas de las 200 empresas más grandes de la ciudad de Cartagena, se enmarcan en estructuras de Gestión de Cadena de Suministros del tipo Proveedor- Empresa Líder- Cliente. Como caso muy común en ellas, se encontró que tienen en su mayoría un comportamiento en configuraciones: Cadena de Suministros de Reposición Continua y Cadena Esbelta de Suministros.

REFERENCIAS

- Adizes, I. (2004). *How to Solve the Mismanagement Crisis*. Santa Barbara CA 93108: ISBN 0-937120-00-6, The Adizes Institute Publishing, pag. 14, preface 15, pag 18, preface 19.
- Bidgoli, H. (2010). *The Handbook of Technology Management*. New Jersey: Editor-in-Chief.
- C., F. E. (2010). *Supply Chain Management y Logística: de cadenas a Redes Adaptativas*. CIATI, Bogotá. Cartagena: CIATI, Bogotá D. C. Colombia.
- Carlos, a. C. (2008). *LA INNOVACION DE TIPO ORGANIZACIONAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE CARTAGENA DE INDIAS*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Chorn, N. H., & Gattorna, j. (1991). *Pathways to Customers: Reducing*

Complexity in the Logistics Pipeline," International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,. Sidney Australia: Emerald Backfile Vol. 21 Iss: 8, pp.5 - 11.

Coase, R. H. (1937). "The nature of the Firm" AED COMO HERRAMIENTA DE POLITICA PUBLICA. *Economic n.s. Vol. 4., London School of economics. Traducción de Hugo Garduño Yamur Muñoz* , Pag. 558-577.

Gattorna, J. (2009). *Cadena de Abastecimiento Dinamicas*. Bogotá: ECOE EDICIONES.

J. Bowersox, D., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). *Administracion y Logistica en la Cadena de Suministro*. Mexico D.F.: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Lopez Pineda, Luis Fernando; Villadiego, Patricia;. (2011). Las 200 Empresas Mas grandes de Cartagena en el año 2010. *CAMARA DE COMERCIO*, 9-19.

Neuschel, R., & Stolle, J. (1967). Physical Distribution. 45 (pag 125-134).

Porter, M. E. (2009). *Ser Competitivo*. Barcelona: Ediciones Deustu.

Said C., F. S., & Pinzon, F. (2010). *Benchmark. Competitividad en Integracion del Supply Chain, y Logistica*. Bogotá D.C.

Suroweiki, J. (1998). Darks Day Sunbeam. *SLATE* , 1-2, business.

T. Lambert, D., & Cooper, M. (2005). *Supply Chain Management. Processes, Parthnerships, Performance. Supply Chain Management Institute*. Sarasota. Fla. USA.