

# MEMORIAS DEL

---

---

## **VI CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS**

---

---

“Innovación y Desarrollo Sostenible con Enfoque Global”

Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Técnica  
Luis Vargas Torres de Esmeraldas

Polo de Capacitación, Investigación y Publicación - POCAIP  
CIA. LTDA.

Casa Editora del Polo

Revista Científica Polo del Conocimiento

Revista Científica Dominio de las Ciencias

### **Área de Ciencias Técnicas y Aplicadas**

Las contribuciones presentadas en este congreso fueron sometidas a los procedimientos selectivos en la admisión y revisión por pares ciegos, para la publicación de las memorias de ponencias con sus respectivos ISBN.

**Casa Editora del Polo - CASEDELPO CIA. LTDA.**

**Departamento de Edición**

**Editado y distribuido por**

**© Casa Editora del Polo**

Sello Editorial: 978-9942-816

Manta, Manabí, Ecuador. 2019

**Teléfono:** (05) 6053240

**https:** www.casedelpo.com

**ISBN:** 978-9942-816-00-9

**ISBN Digital:** 978-9942-980-99-1

**© Primera edición**

**© Abril - 2019**

Impreso en Ecuador

**Revisión, Ortografía y Redacción:**

Lic. Jessica María Mero Vélez

**Diseño de Portada**

Erick Oswaldo Chiquito Pico

**Diagramación:**

Ing. Edwin Alejandro Delgado Veliz

**Director:**

Ing. Darwin Alex Roldán Mendoza, Mg.

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados.

Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada al autor.

© Reservados todos los derechos. Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

## **Constancia de Arbitraje**

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti-plagio en línea iThenticate, garantizándose así la científicidad de la obra.

## **Comité Editorial**

Abg. Néstor D. Suárez-Montes  
**Casa Editora del Polo (CASEDELPO)**

Dra. Juana Cecilia Ojeda  
**Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela**

Ph. D. Marco A. Zaldumbide-Verdezoto  
**Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador**

Ing. Vanessa Quishpe-Morocho  
**Universidad Tecnológica Israel, Quito, Ecuador**

Dra. Raquel Zoraya Lamus-García  
**Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela**

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses  
**Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba**

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano  
**Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone**

Dra. Tibusay Milene Lamus de Rodríguez  
**Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda, Venezuela**

## **Contenido**

### **CAPITULO I**

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RIESGOS EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ACCESORIOS DE FIBROCEMENTO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....9

### **CAPITULO II**

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FAENADORA DE POLLOS.....33

### **CAPITULO III**

ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN CELEC-EP TERMOESMERALDAS II APLICANDO EL SOFTWARE DIGSILENT POWER.....51

### **CAPITULO IV**

IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL ECUADOR.....107

### **CAPITULO V**

DISEÑO DE UN ENTRENADOR DE PRÓTESIS MIOELÉCTRICA PARA EXTREMIDAD SUPERIOR.....125

### **CAPITULO VI**

PENSAMIENTO SISTÉMICO EN LAS ORGANIZACIONES DEL ECUADOR.....141

### **CAPITULO VII**

PERSPECTIVAS ECONÓMICAS Y UN MODELO DE CRECIMIENTOS PARA EL ECUADOR.....161

### **CAPITULO VIII**

EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA LA PYMES.....175

**CAPITULO IX**  
CULTURA, CLIMA Y LIDERAZGO ORGANIZACIONAL EN  
LAS PYMES.....197

**CAPITULO X**  
CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS NUMÉRICOS  
.....237

**CAPITULO XI**  
DISEÑO DE UN SERVOACTUADOR HIDRÁULICO PARA  
TERAPIAACUÁTICA.....267

**CAPITULO XII**  
IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE  
MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL  
ECUADOR.....285

# CAPITULO I

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL  
DE GESTIÓN DE RIESGOS EN UNA  
EMPRESA PRODUCTORA DE ACCESORIOS  
DE FIBROCEMENTO DE LA CIUDAD DE  
RIOBAMBA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL  
DE GESTIÓN DE RIESGOS EN UNA EMPRESA  
PRODUCTORA DE ACCESORIOS DE  
FIBROCEMENTO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Risks in a production company fibrocement accessories of the city of  
Riobamba

**Adonías Patricio López López**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica,  
Riobamba, Ecuador  
adonias.lopez@esPOCH.edu.ec

**Doris Lisbeth Mosquera Guanoluisa**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica,  
Riobamba, Ecuador  
dmosquera@esPOCH.edu.ec

**Jaime Iván Acosta Velarde**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica,  
Riobamba, Ecuador  
ji\_acosta@esPOCH.edu.ec

**Edgar Tarquino Machado Miranda**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato,  
[xxxxxxxx@esPOCH.edu.ec](mailto:xxxxxxxx@esPOCH.edu.ec)

**Carlos José Santillán Mariño**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica,  
Riobamba, Ecuador  
carlos.santillan@esPOCH.edu.ec

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es implementar un Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR) en una empresa productora de accesorios en fibrocemento de la ciudad de Riobamba, con la finalidad de establecer medidas de prevención y medidas correctivas en caso de que se genere un riesgo ocasionado por un desastre, ya sea este de origen natural o antrópico. La importancia del PIGR es preservar la integridad de los trabajadores que laboran en la empresa y mitigar los posibles riesgos. Para realizar la implementación del PIGR se utilizó el modelo otorgado por la Secretaria de Gestión de Riesgos (SGR), el cual comprende de cinco fases, donde se refiere a la caracterización de la empresa a partir de los datos más relevantes, los lineamientos que deben tener en cuenta para la reducción de riesgos, el manejo de una emergencia institucional, la recuperación institucional y la fase de evaluación, que garantiza la implementación efectiva del PIGR. Además, para obtener una ejecución eficiente de señalética y equipos de defensa contra incendios se siguió las normas NTE INEN 3864-1, NTE INEN 802, INSHT NTP 434, NFPA 10, entre otras. Juntamente con la conformación e intervención de las Brigadas de Emergencia se garantiza la protección del personal que labora, como también los equipos e instalaciones de la empresa. Es recomendable el seguimiento y actualización del PIGR cada determinado tiempo y además se debe realizar inspecciones rutinarias a las instalaciones, equipos e infraestructura, para que así el PIGR en caso de una eventualidad adversa, sea llevado a cabo de una manera eficiente.

**Palabras claves:** Tecnologías y ciencias de la ingeniería, Mecánica Industrial, Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR), Mitigación de Riesgos, Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE).

### Abstract

The objective of this research work is to implement a Comprehensive

Risk Management Plan (PIGR) in a fiber cement production company in the city of Riobamba, with the purpose of establishing preventive measures and corrective measures in case it is generated a risk caused by a disaster, whether natural or anthropic. The importance of PIGR is to preserve the integrity of the workers who work in the company and mitigate the possible risks. To implement the PIGR, the model granted by the Secretary of Risk Management (SGR) was used, which comprises five phases, which refers to the characterization of the company based on the most relevant data, the guidelines that must be followed. Consider for risk reduction, the management of an institutional emergency, institutional recovery and the evaluation phase, which guarantees the effective implementation of the PIGR. Furthermore, in order to obtain an efficient execution of signage and fire defense equipment, the standards NTE INEN 3864-1, NTE INEN 802, INSHT NTP 434, NFPA 10, among others, were followed. Together with the conformation and intervention of the Emergency Brigades, the protection of the personnel that works is guaranteed, as well as the equipment and facilities of the company. It is advisable to monitor and update the PIGR every certain time and in addition, routine inspections of the facilities, equipment and infrastructure must be carried out, so that the PIGR in the event of an adverse event is carried out in an efficient manner.

**Key Words:** Industrial Mechanics, Comprehensive Risk Management Plan (PIGR), Risk Mitigation, Normatva Ecuadorian Technology (NTE).

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador, por su ubicación geográfica, es un país de varios atractivos naturales. Al encontrarse en el “Cinturón de Fuego del Pacífico”, esto genera que cada cierto tiempo se produzca una actividad geodinámica, haciendo a este territorio vulnerable a sufrir desastres naturales de gran magnitud como terremotos y erupciones volcánicas, que afectan

directamente a la población y su infraestructura. Además de estos, se suman los desastres antrópicos originados por el hombre como incendios desastrosos.

Los riesgos son peligros latentes y el poco conocimiento de prevención tiene como consecuencias la falta de actuación y la mitigación del riesgo, estos han generado un impacto mayor el cual afecta el desarrollo del país. Al encontrarse con estos factores, surgen eventualidades de emergencia las cuales se presentan de varias formas como; un sismo, un incendio o una erupción volcánica, estos riesgos el hombre no los ha podido controlar de una manera eficaz, para lo cual, es necesario analizarlos para identificar los problemas y las causas de estos.

Para el proyecto de investigación se emplea la metodología basada en un modelo proporcionado por la Secretaria de Gestión de Riesgos (SGR), el cual dispone de cinco fases en las cuales se debe seguir una serie de proceso a cumplir para así implementar la planificación desarrollada.

La implementación a tiempo y absoluta del Plan Integral de Gestión de Riesgos en la empresa dedicada a la producción de accesorios en fibrocemento mejora la capacidad de respuesta de sus empleados ante la presencia de los eventos adversos y además se fortalece al contar con este plan de emergencias, debido que sentirán más confianza al saber cómo actuar ante una eventualidad considerada como catástrofes.

Los beneficiarios directos serán los trabajadores y empleados de la empresa, los beneficiarios indirectos son los clientes, proveedores y visitantes en general, el disponer de un Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR) es muy importante y relevante, en primera instancia el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) determina a todos los centros de trabajo disponer de Sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo, dónde estipula cómo uno de los requisitos al plan de emergencia.

Al desarrollar e implementar un PIGR mediante un estudio preliminar de la vulnerabilidad a la que se expone la empresa, será de gran importancia, ya que con base en el presente estudio se dispondrá con información necesaria para tomar acciones preventivas y de atención eficaz. Y se considera como punto principal de la prevención de riesgos, prevenir, actuar y recuperarse ante un evento adverso.

## **OBJETIVO GENERAL**

Implementar un Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR) en una empresa productora de accesorios en fibrocemento de la ciudad de Riobamba.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Gestión del riesgo**

Proceso integral de planificación, organización, dirección y control, dirigido a la reducción de riesgos, manejo de emergencias y recuperación ante eventos adversos; orientado al desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenible. (RIESGOS, 2013, p. 7)

### **1.2 Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR)**

Los PIGR son los canales idóneos que contribuyen a generar la cultura de gestión de riesgos, pues deben ser construidos participativamente entre los directivos y servidores de la institución mediante un diálogo de saberes que propicie la más profunda articulación de conocimientos diversos; todos válidos para consolidar la gestión de riesgos.



### 1.3 Riesgos generados por un desastre

Los riesgos pueden ser definidos como las condiciones sociales, ambientales y naturales que pueden devenir en un desastre. Se trata de pérdidas probables debidas a las amenazas o peligros y la vulnerabilidad que poseen las personas y comunidades, así como debido a la fragilidad de la infraestructura social y los sistemas productivos. (UNISDR, 2016, p. 19)

### 1.4 Prevención

Conjunto de medidas y acciones que se implementan con anticipación para evitar o impedir que se presenten y generen nuevos riesgos. (RIESGOS, 2013, p. 20)

### 1.5 Vulnerabilidad

Factor interno de un sistema expuesto a una amenaza, cuando es sensible a ella y tiene baja capacidad de adaptación o recuperación. Por ejemplo, si las personas construyen casas sin respetar las normas de resistencia para sismos, están más expuestas a sufrir daños graves si se presenta un sismo. Si construyen casas cerca de quebradas o en las laderas de un volcán, estas casas serán las primeras en destruirse en un deslizamiento de tierra o por los flujos piro plásticos, producto de una erupción. (RIESGOS, 2013, p. 15)

### 1.6 Desastre

El desastre es un evento adverso que se manifiesta en un territorio determinado y cuya magnitud altera en gran medida la vida cotidiana de las personas, sus bienes, actividades y servicios, provocando un retroceso en el desarrollo previamente planificado.

Por lo general, cuando el desastre se manifiesta, sobrepasa la capacidad de respuesta de la comunidad, municipio o departamento afectados, en cuyo caso se requiere de la ayuda y cooperación externa para llevar a cabo los procesos de rehabilitación y reconstrucción de las zonas

afectadas. (UNESCO, 2011, p. 13)

### 1.7 Incendio

El fuego es una reacción química de combustión (oxidación-reducción) entre un material combustible y un agente oxidante con la aportación de energía de activación (calor). En la mayoría de los fuegos, el agente oxidante es el oxígeno en el aire. Un fuego típico es el producido por el gas metano (CH<sub>4</sub>) y el oxígeno (O<sub>2</sub>) dando como resultado el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Si esta combustión no es completa producirá monóxido de carbono (CO) y las partículas de carbono que juntamente con el material no quemado producirá humo.

### 1.8 Evaluación del riesgo

Establece y valora las condiciones del riesgo de los edificios en relación con los medios disponibles, describiendo para una situación típica (Creus, 2012, p. 186).

### 1.9 Emergencia

La emergencia es una situación adversa, a veces repentina e imprevista, que hace necesario tomar decisiones inmediatas y acertadas para superarla. Puede afectar a una persona, un grupo social una comunidad, una región o un país, y su atención se hace con recursos propios, sin requerir de ayuda externa de ningún tipo. (UNESCO, 2011, p. 13)

### 1.10 Estimación del riesgo

Es un proceso esencial que permite identificar y valorar el riesgo, para tener una visión integral de la exposición al mismo que pudiera tener un determinado grupo social. Esta visión se logra por medio de la interpretación de la información disponible y su uso sistemático para identificar las amenazas, vulnerabilidades y capacidades, para poder determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos potencialmente adversos, sean emergencias, desastres o catástrofes. (UNESCO, 2011, p. 14)

### 1.11 Gestión del riesgo de desastre

Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales, con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible. (UNESCO, 2011, p. 13)

### 1.12 Brigadas

Las brigadas son grupos de trabajo conformados por el personal de la institución (administrativo, técnico, de servicio, etc.), que se organizan para cumplir con una tarea específica y así responder de forma inmediata y adecuada frente a una emergencia o desastre. Para el fin que se designe, todos deben capacitarse y prepararse con voluntad y responsabilidad. (RIESGOS, 2013, p. 43)

## MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo proporcionado por la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), el cual dispone de cinco fases en las cuales se debe seguir una serie de proceso a cumplir para así implementar la planificación desarrollada.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013.

Símbolos Gráficos. Colores De Seguridad Y Señalización De Seguridad.

PARTE 1: Principios de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad.

### ALCANCE

En esta parte de la Norma ISO 3864 establece los colores de identificación de seguridad y los principios de diseño para las señales

de seguridad e indicaciones a ser utilizadas en lugares de trabajo y áreas públicas con fines de prevenir accidentes, protección contra incendios, información sobre riesgos a la salud y rutas de emergencia. De igual manera, establece los parámetros básicos a ser aplicados al desarrollar normas que contengan señales de seguridad.

Esta parte de la norma ISO 3864 es aplicable para todos los lugares en los que necesiten tratarse temas de seguridad relacionadas con personas. Sin embargo, no es aplicable en la señalización utilizada para guiar ferrocarriles, carreteras, vías fluviales y marítimas, tráfico aéreo y, en general, en aquellos sectores sujetos a un reglamento que pueda ser diferente. (INEN-ISO3864-1:2013, 2013, p. 1)

### Propósito de los colores de seguridad y señales de seguridad






El propósito de los colores de seguridad y señales de seguridad es llamar la atención rápidamente a los objetivos y situaciones que afectan la seguridad y salud, y para lograr la comprensión rápida de un mensaje específico.

Las señales de seguridad deberán ser utilizadas solamente para instrucciones que estén relacionadas con la seguridad y salud de las personas.


(INEN-ISO3864-1:2013, 2013, p. 1)

Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad

El significado general asignado a figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste, se presenta en la Tabla 1 y Tabla 2.

Figura geométrica	Significado	Color de seguridad	Color de contraste al color de seguridad	Color del símbolo gráfico	Ejemplos de uso
 Círculo con una barra diagonal	Prohibición	Rojo	Blanco*	Negro	No fumar No tocar No beber agua
 Círculo	Acción obligatoria	Azul	Blanco*	Blanco*	Usar protección para los ojos usar ropa de protección
 Triángulo equilátero con esquinas exteriores redondeadas	Precaución	Amarillo	Negro	Negro	Precaución superficie caliente Precaución riesgo biológico
 Cuadrado	Condición segura	Verde	Blanco*	Blanco*	Primeros auxilios Salida de emergencia Punto de encuentro
 Cuadrado	Equipo contra incendios	Rojo	Blanco*	Blanco*	Extintor de incendios recolección de equipo contra incendios
El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO3864-4					

**Tabla 1.** Figuras geométricas y colores de seguridad para señalización.

Figura geométrica	Significado	Color de fondo	Color de contraste al color de fondo	Color de la información de seguridad complementaria
 Rectángulo	Información complementaria	Blanco	Negro	Cualquiera
		Color de seguridad de la señal de seguridad	Negro o blanco	

**Tabla 2.** Figura geométrica y colores de fondo para señales complementarias.

### Decreto Ejecutivo 2393

#### Título II

#### Condiciones generales de los centros de trabajo

Art. 33.- Puertas y salidas.

1. Las salidas y puertas exteriores de los centros de trabajo, cuyo acceso será visible o debidamente señalado, serán suficientes en número y anchura, para que todos los trabajadores ocupados en los mismos puedan abandonarlos con rapidez y seguridad.
2. Las puertas de comunicación en el interior de los centros de trabajo reunirán las condiciones suficientes para una rápida salida en caso de emergencia.
3. En los accesos a las puertas, no se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.
4. El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200. Cuando exceda de tal cifra, se aumentará el número de aquéllas o su ancho de acuerdo con la siguiente fórmula:

Ancho en metros = 0,006 x número de trabajadores usuarios.

5. Se procurará que las puertas abran hacia el exterior.

6. Se procurará que la puerta de acceso a los centros de trabajo o a sus plantas, permanezcan abiertas durante los períodos de trabajo, y en todo caso serán de fácil y rápida apertura.

7. Las puertas de acceso a las gradas no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de longitud igual o superior al ancho de aquéllos.

8. En los centros de trabajo expuestos singularmente a riesgos de incendio, explosión, intoxicación súbita u otros que exijan una rápida evacuación serán obligatorias dos salidas, al menos, al exterior, situadas en dos lados distintos del local, que se procurará que permanezcan abiertas o en todo caso serán de fácil y rápida apertura. (DECRETO 2393, 1986, pp. 18-19)

## 1. Plan integral de gestión de riesgos

### Antecedentes

La empresa objeto de este estudio es una entidad privada y se determina que no cuenta con un Plan Integral de Gestión de Riesgo (PIGR), debido a esto es necesario conocer lo que sucede en su entorno, basándolo en un estudio retrospectivo para ubicar antecedentes que permitan determinar límites y alcances de esta labor.

Con esta visión se realiza el seguimiento pertinente, con lo que se consigue determinar que no se ha realizado investigaciones anteriores en este sentido, debido a esto es necesario que el presente trabajo adquiera una gran significancia y de esta manera se estaría mitigando los riesgos que genera un desastre analizados en la empresa.

Con la elaboración del PIGR, conforme a la Normativa Técnica Legal vigente aplicable a cualquier tipo de empresa, se procederá a establecer los diferentes procedimientos a efectuar como acciones prevención, además se obtendrá una respuesta rápida y segura ante un evento adverso.

### JUSTIFICACIÓN

El establecer los lineamientos del Plan Nacional Del Buen Vivir y conforme lo expresa en su misión, ha tomado como desafío este proceso, con la finalidad de garantizar la protección de los trabajadores y la colectividad ante los efectos negativos de un desastre natural o antrópico y apoyar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos.

Por lo tanto, establecen los instrumentos organizativos que racionalizan la acción humana y el uso de los recursos antes, durante y después de la ocurrencia de una emergencia o desastre y son los pilares del Plan Nacional de Gestión de Riesgos.

Se debe considerara también que nuestro país Ecuador forma parte del “Cinturón de Fuego del Pacífico”, y es considerada como una zona de alta actividad sísmica. Es así, este territorio es vulnerable y presenta un alto riesgo generado por un desastre. Es por este motivo que se plantea para la empresa un Plan Integral de Gestión de Riesgos para así garantizar la protección tanto de las personas como instalaciones y equipos de la empresa.

### Fase I.- Diagnóstico y análisis de riesgos

Caracterización de la entidad

Provincia	CHIMBORAZO
Cantón	RIOBAMBA
Parroquia	

Dirección									
Distrito									
Beneficiarios directos	Total	Género		Etnia				Discapacidad	
		Hom-bres	Muje-res	Afro	Indi-gena	Mes-tizo	Blan-co	Si	No
	55	43	12	0	1	54	0	2	0
Beneficia-rios indi-rectos	400								

**Tabla 3.** Ficha de caracterización de la empresa

### ANÁLISIS DE RIESGOS

#### - Identificación de amenazas

Con la aplicación de matrices es posible analizar e identificar las amenazas naturales y las causadas por el hombre a las que se encuentra expuesta la empresa, con estas herramientas es posible proyectar los riesgos, identificar las capacidades de los trabajadores y la empresa.

Nº	Amenazas	Frecuencias (Nº eventos)	Recurrencia (Por año)	Intensidad (fuerza)			Magnitud (dimensión – tamaño)		
				Alta	Me-dia	Baja	Alta	Me-dia	Baja
1	Sismos	1	1		x			x	
2	Incen-dios	0	0			x			x
3	Erupción volcá-nica	0	0			x			x

**Tabla 4.** Identificación de amenazas

#### Fase II.- Lineamientos para la reducción de riesgos

##### Lineamientos para el fortalecimiento de capacidades

#### - Capacitaciones

La empresa cuenta con un departamento de Seguridad y Salud en el

Trabajo, y para realizar las capacitaciones, hay una coordinación entre el director de la Empresa, Talento Humano, Departamento Médico, las cuales serán programadas cada mes. La temática será socializada con el personal de la empresa.

#### - Campañas

La empresa incorporara acciones informáticas y además es necesario implementar mecanismos o elementos que fortalezcan las capacidades en la disminución de los riesgos que pueden ser generados por un desastre. Mientras mayor información se proporcione a los trabajadores, mejor será el conocimiento de las diferentes amenazas internas y externas que existen en la empresa, para que el personal tenga el conocimiento necesario de cómo actuar ante estas eventualidades.

#### - Lineamientos para implementar normas técnicas

Normas ISO 31000 para gestión de riesgos

La implementación de la Norma ISO 31000 para la gestión de riesgos en una empresa, tiene como objetivo fortalecer sus capacidades. Según el experto Kevin W. Knight (2009, p. 1), “Todas las organizaciones, no importa si son grandes o son pequeñas, se enfrentan a factores internos y externos que le quitan certeza a la posibilidad de alcanzar sus objetivos. Este efecto de falta de certeza es el “riesgo” y es inherente a todas las actividades”.

#### Principios de Gestión de Riesgo.

Los riesgos operativos pueden definirse, como la posibilidad que tiene la empresa, de sufrir una pérdida financiera por las diversas causas. Para evitar estos riesgos o minimizar sus consecuencias es recomendable poner en marcha un sistema de gestión de riesgos basados en la ISO 31000 para hacer frente a las amenazas provocadas por fallos o insipencia en las personas, procesos, tecnologías, sistemas

internos, cuestiones legales y eventos imprevistos.

### **Fase III.- Manejo de una emergencia institucional**

- Brigadas, EVIN y simulacros

Conformación y capacitación de brigadas de emergencia (BE).

Para la implementación del Plan Integral de Gestión de Riesgos es necesario conformar las siguientes brigadas:

- Emergencias
  - Primera intervención
  - Comunicación
  - Primeros auxilios
  - Prevención de incendios
  - Evacuación y albergue
- Sistemas de Alerta Temprana (SAT).

Este sistema es un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso de carácter predecible, además se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos.

El objetivo de un SAT es reducir o evitar en todo lo posible que se produzcan lesiones personales, pérdidas humanas, daños estructurales, mediante la aplicación de medidas de protección y reducción de riesgos.

### **Fase IV.- Recuperación institucional**

Según el Manual del Comité de Gestión de Riesgos de la SGR (2014, pp. 40) menciona que la recuperación consiste en la “restauración y mejoramiento, cuando sea necesario, de las instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida a las comunidades afectadas también

por los desastres, lo que incluye esfuerzos para reducir los factores del riesgo de desastres”.

Además, el criterio básico en el proceso de recuperación es evitar que se reconstruyan las vulnerabilidades y riesgos existentes antes de la emergencia o del desastre. La recuperación debe apuntar al fortalecimiento de las capacidades locales para un desarrollo seguro con enfoque en la reducción de riesgos y resiliencia.

### **- Rehabilitación de la empresa**

Después de que se haya suscitado el evento adverso es necesario realizar un análisis minucioso de cada una de las instalaciones afectadas de la empresa, así como los inmuebles, maquinaria y equipos pertenecientes. Luego de esto se procederá a designar responsabilidades a los miembros del Comité de rehabilitación y remediación de la empresa.

Para realizar este análisis se lo hará bajo un formato otorgado por la Secretaría de Gestión de Riesgos en el cual se tomará decisiones de rehabilitación de infraestructura y de los diferentes equipos de la empresa.

### **Fase V.- Programación, validación, seguimiento y evaluación**

Validación y difusión del Plan Integral de Gestión de Riesgos (PIGR)

Programar una reunión con las autoridades de la institución para presentar el PIGR y obtener su visto bueno.

En cuanto el PIGR se encuentre terminado, se solicita una reunión con las personas que laboran en la empresa, así como miembros, directivos y autoridades, para presentar ante ellos este plan.

La implementación de un Plan de Gestión de Riesgos en la empresa productora de accesorios en fibrocemento de la ciudad de Riobamba

fue aprobada por los directivos de la entidad, dado que es una ayuda para así prevenir los riesgos generados por un desastre y dar conocimiento sobre la gestión de los riesgos a los trabajadores de la empresa.

### **Seguimiento**

- Se organizará un correcto acompañamiento a la implementación del PIGR.
- Se desplegará mecanismos de constante asesoría a todas las dependencias de la empresa comprometida con la buena marcha del PIGR.
- Se reportará el seguimiento del PIGR y será revisado por las autoridades de la empresa.
- Es necesario realizar simulacros una vez por año.
- Las Brigadas de Emergencia deberán realizar prácticas de manejo de todos los elementos correspondientes a cada una de las brigadas.

### **- Evaluación**

Para la evaluación del PIGR es necesario acompañarlo con informes secuenciales y periódicos, en este caso se realizarán cada seis meses. Además, es necesario revisar inspecciones técnicas de las instalaciones y verificar el buen estado de la señalética, extintores, sirenas de alarma, camillas y botiquines.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

La implementación de un Plan Integral de Gestión de Riesgos ayudo a la empresa a tener un análisis real de la situación en la que se encuentra, en relación con temas como la actuación, prevención y mitigación ante un evento adverso como lo es un sismo, erupción

volcánica o un incendio.

Al implementar un PIGR se observó que los trabajadores que laboran en la empresa no tenían conocimiento de cómo actuar ante un desastre natural o antrópico. Al implementar el PIGR, el personal está capacitado en el conocimiento sobre los riesgos ocasionados por un evento adverso.

Se realizó un análisis profundo de la situación actual de la empresa, en donde se observó que esta tiene varias áreas sin la correcta señalética, así como lo establece la Norma NTE INEN 3864-1, INSHT NTP 434; además, se constató que el área para el almacenamiento y tratado de la materia prima (cartón) no cuenta con equipos de protección contra incendios, también se observó que las señaléticas para las vías de circulación estaban borrosas.

Se identificó que el riesgo más probable es un sismo, debido a la ubicación geográfica del país. Pero también a las erupciones volcánicas se lo considera como riesgo casi probable debido a que el volcán Tungurahua se encuentra cerca de la ciudad de Riobamba, lo cual afectará a la empresa debido a que la ceniza emanada por el volcán se posicionará en los techos de las áreas de trabajo y además afectará las vías respiratorias al personal que labora en esta.

Las medidas para la recuperación de la empresa se establecerán mediante los lineamientos de la fase IV del Plan Integral de Gestión de Riesgos, una vez que pase el evento adverso, esta fase se pondrá en funcionamiento, dando así una respuesta eficiente para la recuperación.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa dar el debido mantenimiento a las señaléticas, tanto verticales como horizontales, en un tiempo no mayor a seis meses, debido a que por el momento varias de ellas se encuentran en un estado poco

aceptable.

Realizar una evaluación del Plan Integral de Gestión de Riesgos cada seis meses, debido a que con ello se buscara la mejora continua del plan. Además, es necesario programar el seguimiento del PIGR, debido a que las cinco fases que contiene este, tienen sus parámetros los cuales cada cierto tiempo cambiaran.

Socializar el PIGR cada año, debido a que los trabajadores que laboran en la empresa deben tener un conocimiento actualizado de cómo actuar ante un evento adverso. También se recomienda realizar simulacros, para obtener un análisis claro de los tiempos que les tomarían a los trabajadores evacuar las áreas de trabajo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLPATRIA. Plan de evacuación [en línea]. Colombia, 2015. [Consulta: 15 de mayo 2018]. Disponible en: <https://www.arl-colpatria.co/PortalUIColpatria/repositorio/AsesoríaVirtual/a201505141133.pdf>

CREUS, S. A. Técnicas para la prevención de riesgos laborales. Ed: Marcombo, S. A., 2012, pp. 186

DECRETO EJECUTIVO 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo [en línea]. Quito-Ecuador, 1986. [Consulta: 6 de junio 2018]. Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

INEN. NTE INEN-ISO 3864-1:2013. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad [en línea]. Quito-Ecuador, 2013. [Consulta: 17 de mayo 2018]. Disponible en: [https://www.ecp.ec/wp-](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/10/INEN_ISO_3864.pdf)

[content/uploads/2017/10/INEN\\_ISO\\_3864.pdf](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/10/INEN_ISO_3864.pdf)

INEN. NTE INEN 802:1987-05. Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones [en línea]. Quito-Ecuador, 1987. [Consulta: 19 de junio 2018]. Disponible en: [http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20T%C3%](http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20T%C3%A9cnica%20INEN/NTE%20INEN%20802%20EXTINTORES%20PORT%C3%81TILES.%20SELECCI%C3%93N%20Y%20DISTRIBUCI%C3%93N%20EN%20EDIFICACIONES.pdf)

[A9cnica%20INEN/NTE%20INEN%20802%20 EXTINTORES%20 PORT%C3%81TILES.%20SELECCI%C3%93N%20Y%20 DISTRIBUCI%C3%93N%20EN%20EDIFICACIONES.pdf](http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20T%C3%A9cnica%20INEN/NTE%20INEN%20802%20EXTINTORES%20PORT%C3%81TILES.%20SELECCI%C3%93N%20Y%20DISTRIBUCI%C3%93N%20EN%20EDIFICACIONES.pdf)

PINTA PINDUISACA, Nancy Verónica, & CARVAJAL GAVILANEZ, Rusbel Gerardo. Diagnóstico para la implementación del plan integral de gestión de riesgos, señalética y defensa contra incendios en la empresa INOX INDUSTRIAL (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial. Riobamba – Ecuador. 2017. pp.7-8. [Consulta: 8 de mayo 2018]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6342/1/85T00416.pdf>

SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS. Manual del Comité de Gestión de Riesgos de la SGR [en línea]. Quito-Ecuador, 2014. [Consulta: 20 de junio 2018]. Disponible en: <http://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec/files/original/fd20cf5742a1c5ece3acc4f41ec51a62.pdf>

UNISDR. La gestión de riesgos, los desastres y las instituciones educativas [en línea]. 2016. [Consulta: 16 de mayo 2018]. Disponible en: <http://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc17358/doc17358-1.pdf>

UNESCO. Manual de gestión del riesgo de desastre para comunicadores sociales [en línea]. Lima-Perú, 2011. [Consulta: 15 de mayo 2018]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002191/219184s.pdf>





# **CAPITULO II**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE  
LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA  
FAENADORA DE POLLOS**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FAENADORA DE  
POLLOS**

Application of Lean Manufacturing Tools for The Improvement of  
Productivity in a Chicken Farming Company

**Jaime Iván Acosta Velarde**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
ji\_acosta@esPOCH.edu.ec

**Doris Lisbeth Mosquera Guanoluisa**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
dmosquera@esPOCH.edu.ec

**Blanca Irene Vargas Guambo**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
blanca.vargas@esPOCH.edu.ec

**Adonías Patricio López López**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
adonias.lopez@esPOCH.edu.ec

**Paul Oswaldo Vega Cortez**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
pvega@esPOCH.edu.ec

**RESUMEN**

El objetivo del presente artículo es mostrar la aplicación de las herramientas como el Mapeo de la Cadena de Valor (en adelante VSM por su sigla en inglés Value Stream Mapping) y 5S, que son parte de la metodología Lean Manufacturing, así como herramientas de

Ingeniería de Métodos: diagrama analítico de proceso y cronometraje para medir los tiempos de producción en cada estación de trabajo. Se evaluó la situación actual del proceso mediante la aplicación del VSM inicial; posteriormente, se elaboró un VSM mejorado a través de la identificación de los factores que afectan el proceso de producción; a continuación, se desarrolló un plan de acción de las 5'S a través del análisis de los factores que afectan la productividad de la empresa entre los cuales el principal fue el transporte y finalmente se evaluó la mejora alcanzada con las herramientas lean VSM y 5'S en el proceso de producción. En la evaluación inicial de las 5'S se determinó un porcentaje de cumplimiento del 38% (deficiente) y con la implementación del VSM y las 5'S se elevó los porcentajes de cumplimiento del Seiri (Seleccionar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina) a un promedio del 80% (eficiente), se elevó la productividad de 216 a 326 pollos/hora. Además, se redujo el costo de producción a un promedio de 2352,00 dólares mensuales. Por último, se recomienda aplicar auditorías periódicas para garantizar una mejora continua en el proceso productivo mediante el cumplimiento de la herramienta 5'S implementada.

**Palabras Claves:** Manufacturing, Productividad, Empresas Faenadora, Pollos

#### **Abstract**

The objective of this article is to show the application of tools such as Mapping of the Value Chain (hereinafter VSM by its acronym in English Value Stream Mapping) and 5S, which are part of the Lean Manufacturing methodology as well as Engineering Tools of Methods: process analytical diagram and timing to measure the production times in each work station. The current situation of the process was evaluated through the application of the initial VSM; subsequently, an improved VSM was developed through the identification of the

factors that affect the production process; then, an action plan of the 5'S was developed through the analysis of the factors that affect the productivity of the company, among which the main one was transportation and finally the improvement achieved with the lean tools VSM and 5 was evaluated. 'S in the production process. In the initial evaluation of the 5'S a percentage of compliance of 38% was determined (deficient) and with the implementation of the VSM and the 5'S the percentages of fulfillment of the Seiri (Select), Seiton (Order), Seiso were increased (Cleaning), Seiketsu (Standardization) and Shitsuke (Discipline) at an average of 80% (efficient), productivity rose from 216 to 326 chickens / hour. In addition, the production cost was reduced to an average of \$ 2352.00 per month. Finally, it is recommended to apply periodic audits to guarantee a continuous improvement in the productive process through compliance with the 5'S tool implemented.

**Keywords:** Manufacturing, Productivity, Slaughtering Companies, Chickens

#### **INTRODUCCIÓN**

La competitividad mundial plantea enormes desafíos para los gerentes, y exige una búsqueda continua para aumentar la racionalidad en el uso de los recursos. (Carvalho et al., 2013). Lean Manufacturing System se ha convertido en un área importante de investigación, en el contexto del incremento de defectos en los productos (semiacabados y terminados) y al aumento subsiguiente en el costo (Kumar, Kumar, Haleem, & Gahlot, 2013). Mantener una cultura de innovación dentro de un sistema de manufactura Lean, permite que las empresas puedan utilizar un sistema de ejecución de fabricación para implementar la innovación de productos, la innovación de procesos y la innovación de clientes en un proceso de fabricación existente (Erola, 2015).

Los conceptos Lean se desarrollan principalmente en las industrias japonesas, especialmente en Toyota. Los principios Lean definen el valor del producto / servicio según lo percibe el cliente y luego hace que el flujo en línea con el cliente atraiga y se esfuerce por lograr la perfección a través de la mejora continua para eliminar el desperdicio al clasificar la actividad de valor agregado (VA) y no valorable Actividad añadida (NVA) (Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014). En este sentido, Lean Manufacturing se define como una estrategia para lograr una mejora continua significativa en el rendimiento a través de la eliminación de todos los residuos de recursos y tiempo en el proceso de negocio total (Dharmalingam, Gobinath, & Elangovan, 2015).

Actualmente ha tomado gran importancia en Latinoamérica por su efectividad en el mejoramiento de la productividad; que permite reducir costos de operación, optimizar el nivel de seguridad de los trabajadores, mejorar la calidad de los productos; constituyéndose en una estrategia que transforma la industria a un nivel competitivo. Para que las empresas implementen con éxito la filosofía de Lean Manufacturing, es crucial que los recursos humanos de la organización cuenten con la capacitación necesaria, para lo cual se requieren las herramientas adecuadas (Carvalho et al., 2013).

Las herramientas Lean Manufacturing más utilizadas en las empresas, se encuentran la 5'S, VSM (Value Stream Mapping), Kanban, Kaizen, Heijunka y Jidoka, TPM (Mantenimiento Productivo Total), que han contribuido con el mejoramiento de la competitividad en empresas como: Toyota, Nissan, Renault, entre otras (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 2), las cuales permiten eliminar todos los desperdicios y recursos que no agregan valor al producto y al proceso, estos desperdicios se deben a la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios y subutilización

de la capacidad de los empleados.

El nombre de las 5S tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra “s” a saber: i) seiri: seleccionar; ii) seiton: organizar; iii) seiso: limpiar; iv) seiketsu: estandarizar, v) shitsuke: seguimiento (Soto, 2007). Las 5“S establece que a partir del orden y limpieza en el lugar de trabajo se debe implementar la estandarización que permite generar una cultura de sistematización de los procesos productivos sin dejar de lado que la disciplina fomenta el mejoramiento de las actividades que agregan valor al proceso y al producto final y por tanto el incremento de la productividad.

En el Ecuador la mayoría de los procesos de manufactura son continuos y la metodología Lean Manufacturing se puede perfectamente adaptar a este tipo de procesos, según Mahapatra, et al., 2007) y (Abdulmalek, et al., 2007) quienes lo demostraron, mediante un análisis estadístico en un estudio de caso.

La metodología Lean VSM conocida como mapeo de cadena de valor es un conjunto de actividades secuenciales necesarias para crear una unidad de trabajo para producir un producto y enviarlas al consumidor final. Se ha aplicado en varias industrias tanto en las áreas de producción, logística y de servicios debido a que permite identificar y eliminar aquellas actividades que no agregan valor al proceso (Paredes, 2017).

(Azizi & Manoharan, 2015) diseñaron un Value Stream Mapping para mejorar la productividad en una empresa productora de equipos electrónicos con el fin de reducir los tiempos y costos de producción elevados. Al final del estudio, con la aplicación de la herramienta, se logró también reducir el desperdicio y mejorar la calidad. (Rohac & Januska, 2014) aplicaron la metodología VSM a una empresa

de producción de plásticos y concluyeron que el VSM permite el mejoramiento continuo en el área operativa; además de esto se pueden generar proyectos estratégicos que lleven al cumplimiento de los objetivos y la misión de la compañía.

(Paredes, 2017), demostró el desempeño del VSM en procesos críticos de una compañía logrando establecer un plan de acción que ha generado ahorros considerables a la compañía.

## OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

Mostrar la aplicación de las herramientas como el Mapeo de la Cadena de Valor y 5S, que son parte de la metodología Lean Manufacturing, así como herramientas de Ingeniería de Métodos: diagrama analítico de proceso y cronometraje para medir los tiempos de producción en cada estación de trabajo.

### Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual del proceso mediante la aplicación del VSM inicial; posteriormente, se elaboró un VSM mejorado a través de la identificación de los factores que afectan el proceso de producción

Desarrollar un plan de acción de las 5'S a través del análisis de los factores que afectan la productividad de la empresa

Evaluar la mejora alcanzada con las herramientas lean VSM y 5'S en el proceso de producción

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del proceso

Se inicia el faenamiento con el ingreso de materia prima (pollo en pie) al área de colgado, posteriormente reciben un choque eléctrico entre

25- 30 V para aturdirlos y proceder a la realización de un corte para desanjarlos. El proceso al ser continuo el pollo pasa a la siguiente estación en donde es desplumado, posteriormente se extraen las vísceras y avanza a la estación de pre- lavado en donde se lo limpia por completo y posteriormente pasa a pre enfriado.

La etapa final consiste en la inspección del producto para posteriormente ser lavado y enfriado a una temperatura de 5 °C para conservar las propiedades nutritivas y mejor apariencia del producto.

El proceso avanza en cada una de las estaciones de trabajo mediante un sistema de transporte automatizado desde la estación de colgado hasta la estación de lavado, donde personal de control de calidad se encarga de realizar la supervisión del producto.

FLUJOGRAMA DEL PROCESO	
1.- Aturdimiento 	4.- Eviscerado 
2.- Degollado 	5.- Repelado 
3.- Desplumado 	6.- Almacenaje 

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso

## TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un VSM inicial para el diagnóstico del proceso de faenado de pollos utilizando una matriz de evaluación de puestos de trabajo, estructurado a partir de la primera 3 S en la cual se considera parámetros relacionados con el orden, limpieza y clasificación.

La valoración de estos parámetros fue de carácter cualitativo ya que la técnica de observación permite percibir las condiciones en las que se encuentra cada una de las estaciones de trabajo y cómo influye en el desarrollo y desempeño de los trabajadores lo cual se ve reflejado en el índice de productividad.

### Trabajo de campo

Durante el diagnóstico se pudo observar una gran cantidad de desperdicios que no han recibido una manipulación adecuada en el proceso, lo cual ha dado lugar a que los desenvolvimientos de las actividades se vean afectadas generando mayor tiempo de operación. A partir de los puntos críticos observados en la matriz de evaluación se aplicó el programa de implementación 5 S que comprende:

- Capacitación sobre la metodología 5S.
- Desarrollo de actividades con relación al orden y clasificación de las herramientas y equipos de trabajo.
- Plan de limpieza, que comprende actividades que los empleados pueden llevar a cabo para mantener el orden y la limpieza antes y después de realizar actividades productivas del proceso.

Las actividades están articuladas de tal manera que permite desarrollar una cultura de limpieza en cada estación de trabajo y de esta manera estandarizar la ejecución de estas.

La clasificación comprende el principio “un lugar para cada objeto y cada objeto en su lugar”.

### Técnica e instrumentos para la recolección de datos:

Para evaluar la matriz se aplicó la escala de actitud de Likert a los operarios de las estaciones de trabajo para la valoración de aspectos relacionados a los principios de la metodología 5S, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta escala se aplicaron técnicas como : la Ingeniería de métodos, que consiste en la utilización de diagramas analíticos para definir el proceso en cuanto a número de operaciones, retrasos, transportes, movimientos y la duración del tiempo en el que se incurre en cada proceso. Para identificar de mejor manera el proceso se empleó el diagrama de flujo.

La metodología Lean Manufacturing establece que para conservar e incrementar la eficiencia de las máquinas, así como la calidad del producto la técnica del TPM (Total Productive Maintenance) es la más recomendada porque establece principios esenciales para el mantenimiento autónomo que consiste en el aprovechamiento del personal de producción para operaciones de mantenimiento simples y de poca complejidad.

### Análisis de la información:

A partir de la aplicación del diagrama analítico se determinó el tiempo de ciclo real en cada estación de trabajo para el proceso de faenamiento de pollos, el método para obtener el tiempo de ciclo es el cronometraje continuo que permite un análisis más detallado de la duración del proceso.

Posteriormente se diseñaron métodos eficientes de operación para cada estación de trabajo en el cual se han reducido los tiempos de espera, transportes, movimientos innecesarios, mejorando notablemente

el tiempo de ciclo y el desempeño de los trabajadores, también se consideró el cálculo del takt time que se refiere a la relación entre el tiempo disponible y la demanda esperada. Se determinó el takt time real el cual permite cuantificar la producción real con el tiempo disponible y esta manera compararlos para calcular el tiempo de ciclo considerando los tiempos complementarios que hacen referencia al tiempo utilizado por los operarios para cubrir necesidades fisiológicas según lo establece la OIT (Organización Internacional del Trabajo).

Se aplicó la técnica de administración visual, para ello se realizaron señaléticas de seguridad orientadas a contribuir varios aspectos que causan variabilidad en el proceso productivo, se desarrollaron pictogramas orientados al uso adecuado de los equipos de seguridad, así como pictogramas que establecen las rutas de movimiento y evacuación y que facilitan la movilidad de materiales y del personal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de establecer el control eficiencia de las actividades se desarrolló una evaluación inicial utilizando hojas de verificación en el que se encuentran detalladas los parámetros a ser inspeccionados con frecuencia ya sea por operador o por supervisor de planta, la frecuencia depende de la criticidad del puesto de trabajo y de la maquinaria. (Anexo 1)



Figura 2. Evaluación inicial 5S

El análisis del proceso de faena miento de pollos se basa en diferentes actividades representadas de la siguiente manera:

DIAGRAMA DE PROCESO									
Empresa:	Proceso: Faenamiento de pollos	Estudio N° 1	Hoja N° 01						
Departamento: Producción	Analista:	Método: Actual	Fecha: 2018-12-29						
Unidad Considerada	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA	N°	TIEMPO (horas)					DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
			Operación	Transporte	Inspección	Demora	O. Combinada		Almacenaje
	○ → □ ▽ ⊠	1		1,00					Traslado de pollos en pie a la planta de faenado.
	● → □ ▽ ⊠	1	2,5						Faenado.
	○ → □ ▽ ⊠	2		2,00					Transporte a mesa de inspección.
	○ → □ ▽ ⊠	1					5,00		Inspección y empaquetamiento.
	○ → □ ▽ ⊠	3		2,50					Transporte a almacén de pt.
	○ → □ ▽ ⊠	1							Almacenamiento de pt hasta el despacho del producto.
Total			2,50	5,50	0	0,00	5,00	0,00	
Total en horas			13,00						

Figura 3. Diagrama de proceso inicial

El tiempo promedio utilizado en el proceso de faenamamiento de lote de 2800 pollos, desde que ingresa hasta que el producto es almacenado, es aproximadamente 13 horas/día con una desviación estándar de 0,18 horas.



Figura 4. Tiempo de proceso actual

El faenamamiento de pollos se realiza durante 3 días a la semana (lunes, miércoles y viernes); por tal motivo el tiempo de procesamiento del lote es de 13 horas/día.

La productividad se calculó a partir de los datos obtenidos como son lote y tiempo de faenado, dando como resultado inicial de 215 pollos/hora aproximadamente.

Aplicando un VSM inicial se identificó que los procesos que generan valor añadido son: el proceso de faenado, inspección y empaquetado; en los cuales el tiempo invertido para su ejecución es de 7,5 horas. Respecto a los transportes el tiempo invertido en este proceso es de 5,5 horas que según la filosofía Lean Manufacturing representa uno de los desperdicios en los que se incurre en un proceso productivo mismo que es denominado tiempo de valor no añadido.

El costo por pollo faenado es de 3,40 dólares concerniente a Mano de obra directa, materiales e insumos y energía, los cuales han sido calculados a partir de información entregada por la empresa.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación del VSM y metodología 5S, como parte de las herramientas Lean Manufacturing, así como el uso del estudio de métodos permitieron disminuir el tiempo del proceso de faenamiento de un lote de 2800 pollos de 13h00 a 8,5 horas.

La implementación requiere un alto compromiso por parte de los trabajadores y del gerente general con la finalidad de desarrollar y mantener una cultura de mejoramiento continuo basado en el orden, la limpieza, para que las estrategias permitan alcanzar los resultados esperados.

La implementación de las 5'S contribuye a una producción limpia y amigable con el medio ambiente ya que contribuye al uso racional del recurso hídrico utilizado en el proceso, esto es una reducción del volumen agua utilizada en la limpieza de la planta de 135 m<sup>3</sup> a 45 m<sup>3</sup> diarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case. *Procedia Manufacturing*, 153-158.

Carvalho, C. V., Lopes, M. P., Ramos, A. G., Avila, P., Bastos, J., Fonseca, L., & Martens, I. (2013). Lean learning academy: An innovative framework for lean manufacturing training. In *Proceedings - 2013 1st International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education, CISPEE 2013*. <https://doi.org/10.1109/CISPEE.2013.6701958>

Dharmalingam, S., Gobinath, S., & Elangovan, D. (2015). Lean Manufacturing Issues and Challenges in Manufacturing Process– A Review. *International Journal of ChemTech Research*.

Erola, D. R. (2015). Innovation in Lean Manufacturing Through Data Analysis. *ProQuest Dissertations and Theses*.

Kumar, N., Kumar, S., Haleem, A., & Gahlot, P. (2013). Implementing lean manufacturing system: ISM approach. *Journal of Industrial Engineering and Management*. <https://doi.org/10.3926/jiem.508>

Mahapatra S., y Mohanty S (2007). Lean manufacturing in continuous process industry: An empirical study [Journal] / auth.- [s.l.]: Journal of Scientific & Industrial Research .

Paredes, A. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado [online]*, 262-277.

Rajadell, M. y Sánchez, J. L. (2010). Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. México: Ediciones Díaz de Santos.



Rohac, T., & Januska, M. (2014). Value Stream Mapping Demonstration on Real Case. *Procedia Engineering*, 520-529.

Soto. (2007). El proceso de las 5's en acción: La metodología japonesa para mejorar la calidad y la productividad de cualquier tipo de empresa. *Gestión y Estrategia*. Retrieved from <http://biblat.unam.mx/es/revista/gestion-y-estrategia/articulo/hernandez-vega-angel-el-papel-de-la-responsabilidad-social-en-la-estrategia-de-la-empresa-mexico-panorama-editorial-2012>

Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). 12th GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT, GCOMM 2014 A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>

Tejada, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI.

ANEXOS

CATEGORÍA	MATRIZ DE EVALUACIÓN SITUACIÓN ACTUAL					ACCIONES
	1=Deficiente	2=Deficiente	3=Regular	4=Buena	5=Excelente	
<b>INDICADOR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>					
<b>METRIC - Objetivo: "Minimizar los desperdicios"</b>	1	2	3	4	5	
El producto es funcional y que se encuentran en su punto de entrega para el cliente final.		1				Implementar áreas de almacenamiento en zonas estratégicas que no afecten el flujo de los materiales y reducir los tiempos de entrega.
La planta como se ordenan los desperdicios en su punto de entrega.	1					Aplicar un método sistemático para que las herramientas sean ordenadas según la frecuencia de uso.
La clasificación de los herramientas dentro de las áreas de actividades de trabajo.	1					Clasificar las herramientas de acuerdo al punto de trabajo.
El número de herramientas que se encuentran en su punto de entrega para el cliente final.		1				Control de inventario de herramientas con el sistema de gestión de inventario.
<b>METRIC - Objetivo: "Reducir los desperdicios de materiales"</b>						
El número de herramientas que se encuentran en su punto de entrega para el cliente final.		1				Ordenar por lotes de actividad y manejo de herramientas y materiales.
<b>METRIC - Objetivo: "Reducir los desperdicios de tiempo"</b>						
El número de tiempos en los puntos de entrega.			1			Crear métodos de trabajo en los puntos de entrega que incluyan tiempo y la reducción de desperdicios.
El número de tiempos en los puntos de entrega.			1			Establecer prioridades basadas en la metodología TQM.
El número de actividades de limpieza.	1					Establecer un plan de control que incluya lista de verificación, responsabilidades y sistema de trabajo.
<b>METRIC - Objetivo: "Reducir los desperdicios de energía"</b>						
El número de actividades que se desarrollan en su punto de entrega.			1			Realizar el estudio de métodos y tiempos. De establecer el método para cada uno de los procesos.
El número de actividades.	1					Aplicar administración visual. Documentar y implementar un sistema de seguridad.
<b>METRIC - Objetivo: "Reducir los desperdicios de espacio"</b>						
El número de actividades de limpieza.			1			Supervisar la generación de métodos de cumplimiento de los procesos.
El número de actividades de limpieza.			1			Reducir el número de métodos y tiempos.
El número de actividades de limpieza.			1			Administración visual para el uso de herramientas y materiales.
El número de actividades de limpieza.	1					Crear y aplicar programas de asociación y calidad 5S.
El cumplimiento de las normas y reglamentos de la empresa.		1				Supervisar el cumplimiento de programas de asociación y políticas de control entre las normativas que establece la empresa.

Anexo 1: Matriz VSM inicial

Requerido:	MATRIZ DE EVALUACIÓN PROPOSTA						Fecha de aplicación
	1= Muy deficiente	2=Deficiente	3=Regular	4=Buena	5=Muy buena	6=Excelente	
<b>SEIKI – Checklist: “Mantenimiento de la herramienta”</b>							
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>						<b>ACCIONES</b>
Los productos semelabrados que se encuentran en su puesto de trabajo hace que su trabajo laboral sea.....					X		
La manera como se ordenan los objetos en su puesto de trabajo es.....						X	
La clasificación de las herramientas permitan desarrollar las actividades de manera...						X	
Los lugares en los que se encuentran los sistemas de protección son?				X			
<b>SEITON – Organizar: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”</b>							
La variedad de herramientas que se encuentran en su puesto de trabajo afecta su desempeño laboral?						X	
<b>SEISO – Limpieza: “Una zona de trabajo limpia”</b>							
El método de limpieza en los puestos de trabajo es.....						X	
El estado de limpieza en que se encuentran actualmente las máquinas es.....				X			
El control de las actividades de limpieza es.....				X			
<b>SEIKETSU – Estandarizar: “Todo siempre igual”</b>							
El conjunto de actividades que se desarrollan en su proceso son.....				X			
El método de ejecución es.....						X	
La administración visual en los puestos de trabajo contribuye a un desarrollo laboral eficiente?						X	
<b>SEITOKU – Asegurar: “Seguir las reglas y procedimientos”</b>							
Las políticas de control de la planta son.....				X			
Se siguen estrictamente los pasos establecidos para realizar las operaciones de producción.....				X			
El uso de los materiales y la instrumentación necesaria para desarrollar las actividades es.....				X			
El conocimiento de la aplicación es.....						X	
El cumplimiento de las normas y reglamentos de la empresa es.....						X	

Anexo 2: Matriz VSM mejorado

# CAPITULO III

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN CELEC-EP TERMOESMERALDAS II APLICANDO EL SOFTWARE DIGSILENT POWER**

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES  
ELÉCTRICAS EN CELEC-EP TERMOESMERALDAS II  
APLICANDO EL SOFTWARE DIGSILENT POWER**

Study of Coordination of Electrical Protections in Celec-Ep  
Termoesmeraldas II Applying the Digsilent Power Software

**Alejandro Javier Martinez Peralta**

pipoperalta1990@hotmail.com

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador

**Byron Fernando Chere Quiñonez**

cherokyfernando@hotmail.com

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador

**Raul Clemente Ulloa De Souza**

cherokyfernando@hotmail.com

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador

**RESUMEN**

La Central Termoesmeraldas II cuenta con 12 electrógenos tipo generador- motor a combustión interna, los mismos que utilizan combustible Fuel Oil #6 proveniente de la Refinería Estatal Esmeraldas, para generación de Energía Eléctrica. El presente documento está dirigido a entregar como resultado, los parámetros de ajuste y calibración de los relés contra sobre corriente que permitan mejorar la coordinación de las protecciones del Sistema Eléctrico de Potencia de la central antes mencionada, para ello hay que conocer las características funcionales de dicho SEP, tanto en condiciones de operación normal como en condiciones de contingencia, ya sea en estado de operación normal a demanda máxima o en caso de fallas o cortocircuitos. Para lo cual es necesario modelar el SEP en un software computacional,

que permita reducir los tiempos de cálculo y entregar resultados con bajo índice de error. La herramienta utilizada en el presente estudio es el software “DIGSILENT POWER FACTORY”, el mismo que presenta dentro de sus funciones los módulos de flujos de cargas, estudios de cortocircuitos y coordinación de protecciones eléctricas. El proyecto está enfocado en la coordinación de protecciones contra sobre corriente, para lo cual se plantean tres casos de coordinación, los mismos que buscan definir zonas de operación óptimas para los relés de protección ubicados en las barras donde se conectan las unidades de generación de la central y la carga, que en este caso se ve reflejada como la barra que alimenta a la línea de transmisión Esmeraldas-Santo Domingo, conectando así a Termoesmeraldas II con el Sistema Nacional de Transmisión.

**Palabras Claves:** Protección Eléctrica, Termoesmeraldas, Software, Transmisión, Protección Eléctrica.

## ABSTRACT

The Termoesmeraldas II Power Plant has 12 internal-combustion generator-engine type generators, which use Fuel Oil # 6 fuel from the Esmeraldas State Refinery, to generate Electric Power. This document is intended to deliver, as a result, the adjustment and calibration parameters of the overcurrent relays that allow improving the coordination of the protections of the Power System of the aforementioned power plant, for this it is necessary to know the functional characteristics of said SEP, both in normal operating conditions and in contingency conditions, either in normal operating state at maximum demand or in case of failures or short circuits. For which it is necessary to model the SEP in a computer software, which allows to reduce the calculation times and deliver results with low error rate. The tool used in the present study is the software “DIGSILENT POWER FACTORY”, which presents within its functions the modules of load flows, short-circuit studies

and coordination of electrical protections. The project is focused on the coordination of overcurrent protection, for which three cases of coordination are proposed, the same ones that seek to define optimal operation zones for the protection relays located in the bars where the generation units of the power plant are connected and the load, which in this case is reflected as the bar that feeds the Esmeraldas-Santo Domingo transmission line, thus connecting Termoesmeraldas II with the National Transmission System.

**Keywords:** Electric Protection, Thermo Emeralds, Software, Transmission, Electrical Protection.

## INTRODUCCIÓN

La demanda de energía eléctrica va en aumento con el pasar del tiempo, debido al desarrollo económico, tecnológico y al mejoramiento de la calidad de vida del ser humano. Dichas acciones conllevan a una ampliación en la generación de energía eléctrica para satisfacer la demanda.

Las centrales eléctricas, han sido desde tiempos remotos un gran aporte a la generación de energía eléctrica en el mundo, siendo una instalación que produce energía a partir de la combustión de carbón, fuel-oíl o gas, estableciendo así una solución inmediata para suplir las necesidades energéticas de la sociedad, cubriendo gran parte la demanda eléctrica global.

El Ecuador cuenta en la actualidad con 40 centrales térmicas, las mismas que alimentan tanto a las unidades de extracción petrolera, como a la demanda de energía eléctrica nacional. Para este último grupo mencionado la generación termoeléctrica se ha dividido en las siguientes unidades de negocios:

Jaramijó 13.28 MW, Manta II 18.6 MW, Miraflores 39.4 MW, la Propicia 10 MW, Termoesmeraldas I (Vapor) 125 MW y Termoesmeraldas II 100 MW, todas ellas se conectan al Sistema Nacional de Transmisión (SNT).

La central Termoesmeraldas II de 100 MW de capacidad instalada, aporta a la oferta de generación Termoeléctrica del país, mejorando en cierto porcentaje la calidad de servicio en la zona, eficiencia del parque térmico, así como los índices de confiabilidad y seguridad en el abastecimiento de la demanda.

Las unidades de generación son 12 motores de combustión interna de 4 tiempos de velocidad (600 RPM), con refrigeración por radiadores y con una potencia de 8.35 MW cada uno.

La central se conecta al Sistema Nacional de Transmisión mediante la línea Esmeraldas-Santo Domingo, la misma que parte de la subestación Termoesmeraldas II, la cual transforma el nivel de voltaje de generación a transmisión, es decir de 13.8/138 KV.

La central ha aportado, desde su entrada en operación hasta el mes de febrero de 2016, una energía de 550.61 GW/H al Sistema Nacional de Transmisión, permitiendo avanzar hacia la obtención de la soberanía energética y brindando seguridad al servicio eléctrico. (Renovable, 2016)

El propósito fundamental de la coordinación de protecciones eléctricas es resguardar la seguridad tanto de las personas como de los equipos del sistema eléctrico en caso de ocurrir una falla o cortocircuito. Una correcta coordinación de protecciones se logra determinando los ajustes adecuados para que los diversos relés involucrados, operen en forma rápida y selectiva ante una falla, aislando únicamente las áreas afectadas, suministrando así un servicio continuo, seguro y eficiente. Así mismo, los dispositivos de protección deben brindar la seguridad

adecuada a los equipos de potencia para asegurar su vida útil.

Para poder realizar una correcta coordinación de protecciones es conveniente, la utilización de un software computacional que permita ejecutar un adecuado análisis de cortocircuito, que conlleva un buen flujo de carga. Esto se logra modelando el sistema eléctrico, para lo cual, se debe realizar un levantamiento de datos, el mismo que debe detallar la configuración del sistema y las características de los equipos que conforman dicha instalación.

Debido a que la Central Termoesmeraldas II, es de reciente creación surge la necesidad de emplear estudios que vayan acorde a la realidad de esta, para luego de eso, establecer lineamientos que permitan un desarrollo en su actividad diaria. Es por esto que realizando la recolección de datos adecuados que permitan establecer parámetros confiables, que brinden un buen desenvolvimiento de la operatividad de los equipos se establece un estudio que vaya acorde a la visión, en este caso al tratarse de un estudio de coordinación de protecciones eléctricas se escoge el software Digsilent Power Factory, con la finalidad de tener compatibilidad con el modelo, planteado en la misma herramienta, utilizado en Transelectric CELEC- EP, además de la facilidad que presta dicho software al momento de obtener resultados, incorporando en sus estudios las principales normas internacionales de la ANSI, IEC, IEEE, etc.

## OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

Estudiar la coordinación de protecciones eléctricas en CELEC-EP Termoesmeraldas II aplicando el software Digsilent Power.

## Objetivos Específicos

Conocer las características funcionales en la CELEC-EP Termoesmeraldas II, tanto en condiciones de operación normal como en condiciones de contingencia.

Modelar el SEP en un software computacional, que permita reducir los tiempos de cálculo y entregar resultados con bajo índice de error.

Determinar los parámetros de ajuste y calibración de los relés contra sobre corriente que permitan mejorar la coordinación de las protecciones del Sistema Eléctrico de Potencian en la CELEC-EP Termoesmeraldas II.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Descripción del SEP de Termoesmeraldas II

#### Ubicación de Termoesmeraldas II

La central Termoesmeraldas II, está ubicada en la ciudad y provincia de Esmeraldas, Parroquia Vuelta Larga, km 7 ½ vía a Atacames. Su extensión es aproximadamente 205.617 m<sup>2</sup>, y cuenta con los siguientes linderos:

Por el norte con el centro de la ciudad del Cantón Esmeraldas, por el sur Atacames km 7 ½, al este con el Rio Teaone y al oeste con Refinería Estatal Esmeraldas, ubicación que nos muestra vía satelital la figura 1.



**Figura 1:** Ubicación de Termoesmeraldas II. Vista Satelital.

#### Datos eléctricos de Termoesmeraldas II

El sistema eléctrico de la central Termoesmeraldas II, está conformado por 12 grupos de electrógenos sincrónicos tipo Generador-Motor a combustión interna de potencia de 8.35 MW y una tensión de 13.8 kV cada uno, el total de los 12 Electrógenos suman una potencia instalada alrededor de 100 MW, dividido en dos grupos que se encuentran conectados en dos bahías.

La bahía I comprende 6 grupos de Electrógenos, los cuales se conectan cada uno a través del disyuntor a la barra MB1, de esta barra se conecta el Main Transformer N° 1, el cual eleva la tensión de generación de 13.8kV a nivel de transmisión a 138 kV, para de esta manera conectarse al Sistema Nacional de Transmisión SNT.

Lo mismo ocurre en la bahía II, donde los otros 6 grupos de Electrógenos se encuentran ligados en paralelo a la barra MB2, en donde se conecta el Main Transformer N° 2, el cual eleva la tensión de 13.8 a 138 kV para conectarse posteriormente al SNT.

La central generadora cuenta también con el transformador AT0, el cual se utiliza para abastecer los servicios auxiliares de la planta. Dicho transformador se usa en situaciones de emergencia y se alimenta desde Termo Esmeraldas I, a un nivel de voltaje de 4.16 kV, aumentando así la confiabilidad de la central.

### **Alimentadores Principales**

Los alimentadores principales de la central Termoesmeraldas II, son aquellos que se conectan a las plantas más importantes de la misma, sus características eléctricas se detallan en el Anexo A.1.

### **Transformadores**

La central Termoesmeraldas II cuenta con 14 transformadores instalados, los cuales están divididos en transformadores de potencia y de distribución, repartidos en toda la central eléctrica. De los que se puede mencionar sus respectivas características eléctricas, las mismas que se describen en el Anexo A.2, A.2.1, A.2.2.

### **Motores**

En la central se tiene un sinnúmero de motores, los que se utilizan para los diferentes sistemas de procesos, tales como:

- Arranque del generador e instrumentos.
- Lubricación del motor.
- Enfriamiento /Radiadores.
- Calderas.
- Sistema de tanques.
- Sistema booster.
- Enfriamiento de inyectores.

Se puede destacar los diferentes fabricantes de dichos motores como DZ (Jiangsu Dazhong Electric Motor Co. Ltd.), Pangpu (Shangai

Industrial Group Co. Ltd.), WNM Wide Frequency AC Inducción Motor (Anhu Wannam Electric Machine Co. Ltd.). Las características de cada uno de los motores se encuentran en el Anexo A.3.

### **Generadores**

Termoesmeraldas II está conformado por 12 grupos de electrógenos sincrónicos tipo Generador- Motor a combustión interna de fabricante ABB Electric Machines Limited modelo AMG 1120MP12 DSE, cada uno diseñado para funcionar junto con un motor diésel o un motor de gas, con una potencia de 8.35 MW y una tensión de 13.8 kV, el total de los 12 Electrógenos suman una capacidad instalada de 100 MW. (ABB, 2012)

En el Anexo A.4 se tiene la capacidad general de los 12 electrógenos, con sus respectivos valores de resistencia, reactancias, voltajes, corrientes, frecuencia, factor de potencia, torque, corriente de cortocircuito y la excitación.

### **Diagrama Unifilar de la Central Termoesmeraldas II**

En el diagrama unifilar se encuentra la representación de todos los equipos eléctricos, tales como; generadores, transformadores, alimentadores principales, los cuales se encuentran en el Anexo D.

### **Descripción de la S/E**

La subestación eléctrica cuenta con 2 transformadores de potencia de 63 MVA, de fabricante Shandong Power Equipment Co., Ltd. (SPECO), tipo SF10-63000/138TH, con conexión YNd11, además están dotadas de los siguientes elementos:

**Equipos de transformación:** Poder, corriente, potencial.

**Equipos de Corte:** Interruptor, seccionador (cuchillas o fusible)



medidores, protección – control y pararrayos.

### Descripción de las Cargas

Las principales cargas de la central se encuentran dentro los 7 sistemas para el proceso de generación de electricidad, tales como:

- Sistema de aire para arranque del motor e instrumentos.
- Sistema de lubricación del motor.
- Sistema de agua de enfriamiento /Radiadores.
- Sistema de calderas
- Sistema de tanques.
- Sistema booster.
- Sistema Nozzle para enfriamiento de inyectores.

De estos sistemas cabe resaltar las diferentes cargas en estas áreas:

- Taller mecánico/eléctrico.
- Oficinas administrativas.
- Laboratorios.
- Aires acondicionados.
- Comedor.
- UPS.

Los motores pertenecientes a los diferentes sistemas de procesos, se enlista en el Anexo A3, donde se detalla los parámetros eléctricos tales como:

- Voltaje.
- Corriente.
- Potencia activa.
- Factor de potencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Flujos de potencia

Para el desarrollo del siguiente proyecto técnico, se definirá y analizará aquellos procedimientos o métodos que utiliza el software DigSilent Power Factory versión 14.1, con el objetivo de entender un poco la parte teórica, de cómo se realiza el procedimiento.

El flujo de potencia presentado por este proyecto se calcula por el software Digsilent Power Factory, y para ello se escogió un escenario de operación:

Demanda: 63 MW

Cabe destacar que en este escenario se referencia este valor debido a que las unidades de generación 5, 9 y 12 están fuera de servicio.

Este análisis, lo que trata es de que cada componente del SEP se encuentre dentro de sus condiciones normales de operación, es decir que cada una de las barras cumpla con la normativa **IEEE 141-1993**, “**Recomendación para distribución de energía eléctrica para plantas industriales**”, no varíen del  $\pm 5\%$  de su voltaje nominal, en pocas palabras, que estén comprendidas en un rango de 0.95 pu y 1.05 pu. De igual forma este estudio sirve para expansiones que se presenten a futuro, y la representación de los resultados de los flujos pertinentes de nuestros puntos de conexión los encontramos a continuación.

### Análisis de cortocircuitos

En el presente estudio se calculan los niveles de cortocircuitos máximos de fallas en las barras (138,13.8 y 0.48 kV), que son las más importantes del SEP de la central, en este caso se determinaran:

- Las corrientes de cortocircuito en los puntos de interés.
- Características de capacidad de aislamiento de los elementos del



SEP.

- Ajustes de protecciones para liberar elementos antes de sufrir algún daño.
- Nos permite establecer zonas de protección para librar los elementos del Sistema Eléctrico bajo condiciones de falla en un tiempo mínimo.

### Fallas individuales en 3 de los terminales principales

Este estudio se realiza simulando fallas individuales en las barras principales del SEP de Termoesmeraldas II, para luego de ello obtener los valores de cortocircuito, como son:

- Corriente inicial de cortocircuito “Ikss”.
- Potencia inicial de cortocircuito “Skss”.
- Corriente de pico “IP”.

La ventaja de este software DigSilent Power Factory, es que aplica funciones de fallas múltiples en todas las barras, tanto para fallas trifásicas y también para fallas monofásicas a tierra.

### Protección de transformador

Los ajustes de las protecciones del transformador vienen recomendados por la normativa IEEE Std C37.91-2000 “Guía para protección por relevadores aplicada a Transformadores”.

### Particularidades sobre protecciones diferenciales de transformadores de potencia

- Las corrientes de las fases correspondientes de alto y bajo voltaje por lo general no están en fase y su desfase depende del tipo de conexión del transformador de potencia.
- El transformador generalmente se lo utiliza para convertir niveles de voltaje manteniendo invariable la potencia, por lo que

las corrientes difieren también en magnitud.

- Se deben considerar razones de transformación normalizadas.
- La protección debe ser independiente de las condiciones de operación del sistema, por lo que no debe verse afectada por posibles cambios de taps, ni por un funcionamiento en vacío, ni por la energización del transformador (inrush).

Para solucionar los problemas planteados, los esquemas de protección diferenciales tienen las siguientes características:

- Tienen una característica porcentual, que permite prevenir ciertas operaciones indeseables debido a desbalances de la corriente de los TCs para fallas externas, o efectos de uso de cambiadores de TAPS, saturación no prevista de TCs.
- El desfase de las corrientes de entrada – salida originado por el tipo de conexión de los embobinados se compensa conectando los TCs en forma contraria a la conexión que tiene el embobinado en ese lado.
- Las compensaciones de magnitud de corriente se compensan a base de TAPS en los TCs de relación múltiple, uso de TCs auxiliares, con los TAPS del RELÉ o variando la característica de porcentaje de operación del RELÉ.
- La corriente de INRUSH se le detecta en el RELE, en base a la presencia de la componente de segunda armónica, que cuando en la energización alcanza cierto valor bloquea la operación de la protección.

### Protección de alimentadores

Los ajustes de las funciones de protección para alimentadores son recomendados por las normas IEEE Std 141-1993, IEEE Std 242-2001.

Se define como alimentadores a las líneas de abastecimiento de

energía eléctrica que trabajan de manera radial a niveles de voltaje correspondientes a subtransmisión y distribución, en la figura 5 encontramos la protección de alimentadores.

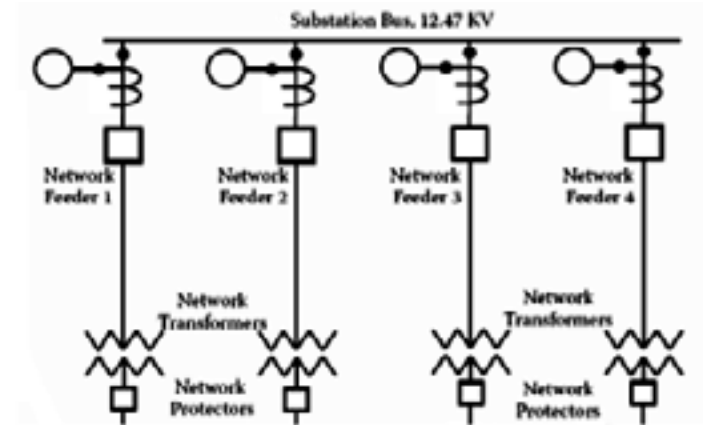


Figura 2: Protección de alimentador.

### Protección de generadores

Cabe resaltar que el generador es el elemento más costoso de un SEP, el cual requiere ser protegido más detallada y ampliamente que cualquier otro equipo. Y para ello los ajustes y protecciones los detalla la norma IEEE Std C37.102-2006 “Guía para protección de Generador AC”.

### Protección del motor

Los motores cumplen también un rol muy importante en la industria como en las centrales de generación de electricidad, ya se cumple diferentes procesos, por eso el dinero invertido en la obtención de motores es bastante considerable, para ello, su sistema de protección debe ser lo más detallado posible.

Las fallas que se pueden presentar en el motor pueden ser internas

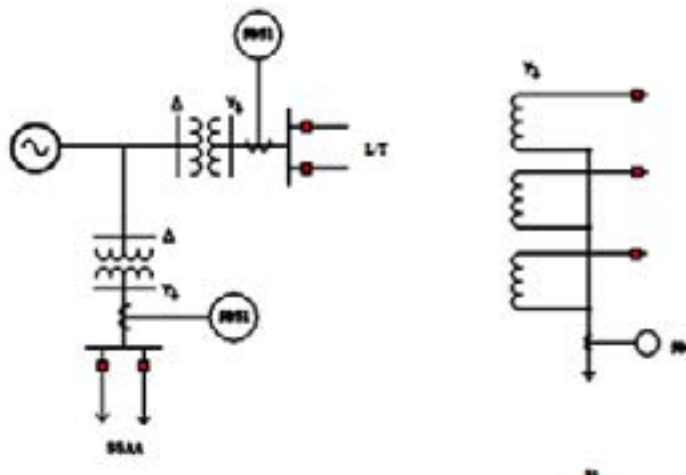
(estator y rotor), externas (carga mecánica del eje), y en la alimentación (voltajes).

Las consideraciones y ajustes típicos de las funciones de protección de motores son calibrados cumpliendo con la normativa IEEE Std. C37.96-200 Guide for AC Motor Protection, incluyendo protecciones mecánicas como protecciones térmicas (49).

### Protección de Sobrecorriente (50/51)

Normalmente se utilizan unidades temporizadas (51) con unidades instantáneas (50). La unidad 51 es ajustada para operar al 150% de la corriente nominal del transformador, dejando así soltura para permitir el caso en que el generador trabaje con cierta sobrecarga. El tiempo de disparo debe ser lo suficientemente largo para evitar el disparo debido a la energización del transformador. La unidad instantánea debe ser ajustada alrededor del 25% por arriba de la máxima corriente de falla externa y por arriba de la máxima corriente de inrush.

El relé de sobre corriente es comúnmente conectado en el lado de alto voltaje del transformador como se muestra en la figura 6 en la conexión de los relés de sobre corriente y sobre corriente de falla a tierra.



**Figura 3:** Conexión de los relés de sobre corriente y sobre corriente de falla a tierra.

### Ajuste de la función de protección de sobre corriente instantánea (50/50N)

Esta función es para respaldar las protecciones del generador, las cuales se deben coordinar con la actuación de los tiempos de ajuste de las protecciones aguas arriba, teniendo la siguiente calibración.

#### AJUSTE TIPICO

Instantánea de fase	Instantánea de tierra
(50)	(50N)
Pick Up 3,5 In	Pick Up 1,5 corrientes de falla a tierra limitada

### Ajuste de las protecciones

El presente estudio de coordinación de protecciones se realiza solamente para las tres barras principales:

- Barra principal de transmisión de carga de 138 kV.
- Barras MB1 y MB2 de 13.8 kV, conectadas a los generadores de Termoesmeraldas II.

Las funciones de protección 50-50N y 51-51N se ajustan y coordinan con la ayuda del DigSilent Power Factory.

Generando así tres casos de estudio de protecciones, los mismos que se detallan a continuación:

### Caso 1

Para el ajuste de la coordinación de protecciones eléctricas de la barra de transmisión de 138 kV, se considera una falla en la carga Esmeraldas-Santo Domingo, en donde los relés A, B y C brindan protección instantánea y los relés D y E como protección de respaldo, en los cuales se deben considerar las fallas de cualquier tipo, que se encuentren conectados como se visualizan en el esquema del circuito y los relés a ser ajustados, como podemos observar en la figura 4.



**Figura 4:** Protección de Sobre corriente (50/51). Caso 1.

### Calibración del relé A

Se encuentra en la línea de transmisión (carga general), conectado en la Barra 138 kV, con una  $I_n$  igual a 300 A. Se establece con el relé de sobre corriente CO9\_288B718A13, que brinda el software, la misma que dispone con función instantánea y temporizada que utiliza la curva IEC extremadamente inversa, tanto para fallas trifásicas y fallas monofásica (falla a tierra), con una RTC (relación de transformación para transformadores de corriente), de relación igual a 1500/5.

### Función de falla trifásica

Para realizar el ajuste de la función de falla trifásica, se calibra la función instantánea, considerando para el cálculo de la corriente de pick-up un factor de 0.8 que corresponde a la variación de la máxima corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 1374 \text{ A} \times 5}{1500} = 3.664 \text{ A}$$

Para la función temporizada, se calcula la corriente de ajuste, de la siguiente manera:

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{240 \times 1.25 \times 5}{1500} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo de la barra principal de 138 kV, se utiliza un Dial de 1.12, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 20 ms.

### Función de falla fase a tierra

El ajuste de la función de falla a tierra se calcula multiplicando a la corriente máxima de falla a tierra por un factor de 0.8, el mismo que pertenece a la variación de la corriente de cortocircuito.

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 1777 \text{ A} \times 5}{1500} = 4.73866 \text{ A}$$

La corriente de ajuste para la función temporizada se calcula de la siguiente manera:

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{240 \times 1.25 \times 5}{1500} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo de la barra principal de 138 kV, se utiliza un Dial de 1.17, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 20 ms.

### Calibración del relé B

El relé está situado en el del secundario del Main Transformer N°1 de 13.8/138 kV, con una  $I_n$  igual a 150 A, y este hace uso de la funciones instantáneas y temporizadas del relé de sobre corriente CO9\_288B718A14. El ajuste de la función instantánea se calcula con la corriente máxima de cortocircuito en los bornes del secundario del transformador, y para ello utiliza una RTC igual a 750/5.

### Función de falla trifásica

Se reconoce la función instantánea para fallas en los terminales del secundario del transformador, para el cálculo de la corriente de pick-up se considera un factor de 0.8 de la siguiente manera:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 730 \text{ A} \times 5}{750} = 3.89 \text{ A}$$

La corriente de ajuste para este caso será la  $I_n$  por un factor de 1.25, accediendo a que el transformador se pueda sobrecargar en un 125% de su capacidad

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 150 \times 5}{750} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 1 se utiliza un Dial de 1.11, con el cual tenemos un tiempo de respuesta temporizada zona 1 de 200 ms.

#### Función de falla fase a tierra

Se gradúa la corriente de pick-up multiplicándola por un factor de 0.8 y la corriente de ajuste por un factor de 1.25, los cálculos son los siguientes:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{cc3}\phi}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 926 \text{ A} \times 5}{750} = 4.93 \text{ A}$$

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 150 \text{ A} \times 5}{750} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 1 se utiliza un Dial de 1.12, con el cual tenemos un tiempo de respuesta temporizado zona 1 de 200 ms.

#### Calibración del relé C

El siguiente relé está instalado en el secundario del Main Transformer N°2 de 13.8/138kV, de  $I_n$  igual a 150 A. Este hace uso de las funciones instantánea y temporizada del relé de sobre corriente CO9\_288B718A15 del Power Factory. El ajuste de la función instantánea se calcula con la corriente máxima de cortocircuito en los bornes del primario del transformador, y se utiliza una RTC igual a 750/5.

#### Función de falla trifásica

Se reconoce la función instantánea para fallas en los terminales del secundario del transformador, para el cálculo de la corriente de pick-up, usando un factor de 0.8 de la siguiente manera:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{cc3}\phi}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 645 \text{ A} \times 5}{750} = 3.44 \text{ A}$$

La corriente de ajuste en este caso será la  $I_n$  por un factor de 1.25, accediendo a que el transformador se pueda sobrecargar en un 125%.

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 150 \times 5}{750} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 2 se utiliza un Dial de 1.14, con el cual tenemos un tiempo de respuesta temporizado zona 1 de 200 ms.

#### Función de falla fase a tierra

Se regula la corriente de pick-up multiplicando la corriente máxima de cortocircuito por un factor de 0.8 y la corriente de ajuste se obtiene multiplicando la  $I_n$  por un factor de 1.25. Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{cc3}\phi}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 851 \text{ A} \times 5}{750} = 4.538 \text{ A}$$

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 150 \text{ A} \times 5}{750} = 1.25 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 2 se utiliza un Dial de 1.16, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 200 ms.

#### Calibración del relé D

El siguiente relé se halla ubicado en el lado primario del Main

Transformer N°1 de 13.8/138kV, en la Barra MB1 de 13.8 kV, en la que se encuentran conectados los generadores (GEN 1, GEN 2, GEN 3, GEN 4 y GEN 6), de  $I_n$  igual a 1480 A, para ello se dispone el relé de sobre corriente CO9\_288B718A17 de la biblioteca del Power Factor. La función instantánea se ajusta con la corriente máxima de cortocircuito, se usa un RTC igual a 15000/5.

### Función de falla trifásica

Se calibra la función instantánea para fallas en los terminales del secundario del transformador, para el cálculo de la corriente de pick-up con un factor de 0.8, teniendo el siguiente cálculo:

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 14960A \times 5}{15000} = 3.99\ A$$

Para la función temporizada, se admite que el transformador tenga una sobrecarga del 125%, para el cálculo de la corriente de ajuste se utilizará una  $I_n$  por factor de 1.25.

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 1480 \times 5}{15000} = 0.616\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 1 se utiliza un Dial de 1.34, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado zona 2 de 400 ms.

### Función de falla fase a tierra

La corriente de pick-up se calcula multiplicando la corriente máxima a tierra por un factor de 0.8.

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 15376\ A \times 5}{15000} = 4.1\ A$$

La corriente de ajuste para la función temporizada se calcula aumentando con un factor de 1.25 a la  $I_n$ , estableciendo el cálculo:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 1480 \times 5}{15000} = 0.616\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 1 se utiliza un Dial de 1.30, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado zona 2 de 400 ms.

### Calibración del relé E

Este relé se encuentra ubicado en el lado primario del Main Transformer N°2 de 13.8/138kV, en la Barra MB2 de 13.8 kV, en la que se encuentran conectados los generadores (GEN 7, GEN 8, GEN 10 y GEN 11) de  $I_n$  igual a 1550 A, se dispone del relé de sobre corriente CO9\_288B718A18 disponible en el Power Factory. La función instantánea se ajusta con la corriente máxima de cortocircuito, se usa un RTC igual a 15000/5.

### Función de falla trifásica

Se establece la función instantánea para fallas en los terminales del secundario del transformador, se realiza el cálculo de la corriente de pick-up con un factor de 0.8, teniendo el cálculo de la siguiente forma:

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 13654A \times 5}{15000} = 3.64A$$

Para la función temporizada, se admite que el transformador tenga una sobrecarga del 125%, se realiza el cálculo de la corriente de ajuste se utilizara un factor de 1.25 corriente nominal.

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 1550 \times 5}{15000} = 0.1292\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 2 se utiliza un Dial de 1.02, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado zona 2 de 400 ms.

### Función falla fase a tierra

La corriente de pick- up se calcula multiplicando la corriente máxima de falla a tierra por un factor de 0.8.

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{CC3\phi}}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 13363\text{A} \times 5}{15000} = 3.563 \text{ A}$$

La corriente de ajuste para la función temporizada se calcula aumentando al 125% la  $I_n$ , estableciendo el cálculo de la siguiente forma:

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 1550 \times 5}{15000} = 0.1292 \text{ A}$$

Para brindar una coordinación aguas abajo del Main Transformer N° 2 se utiliza un Dial de 1.25, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado zona 2 de 400 ms.

### Ajuste de la coordinación

Luego de haber calibrados los relés en el caso 1 y obtener las corrientes de pick-up y de ajuste por medio de los cálculos correspondientes, se observa que los relés que actúan en este caso deben ser ajustados, existen algunas consideraciones que hacen preciso el ajuste de la coordinación en la función instantánea para falla fase tierra y la temporizada. A continuación, se detallará de una mejor manera los ajustes a realizar.

#### Ajustes del relé A

No se realizaron ajustes en el relé A.

#### Ajustes del relé B

En el caso de este relé se ajusta el valor de la corriente de Pick- up de la función de falla trifásica a 5.5 A y su corriente temporizada a 1.0426 A. La función de falla fase a tierra, se le ajustó los valores de corriente de Pick-up en 5.8 A teniendo a si una coordinación más adecuada del sistema.

#### Ajustes del relé C

Para el caso de este relé, se ajusta la corriente de Pick- up de la función de falla trifásica a 4.4 A, la corriente temporizada queda en 1.25 A y para la función de falla fase a tierra 5.721 A y la corriente temporizada a 1 A.

#### Ajustes del relé D

En la función de falla trifásica no se realizó ajustes, pero en la función de falla a tierra la corriente de Pick- up se ajustó a 4.1 A.

#### Ajustes del relé E

En el ajuste de este relé, la corriente de Pick- up de falla a trifásica es de 4.5514 A con una corriente temporizada de 0.5168 A, la función falla a tierra tiene una corriente de pick up 4.4544 A y una corriente temporizada de 0.6458 A.

### Caso 2

En este caso se analiza la protección de las Barras MB1 de 13.8 kV, Main Transformer N°1 de 13.8/138kV, AT1 de 13.8kV/480V. En la Barra MB1 están conectados los generadores (GEN 1, GEN 2, GEN 3, GEN 4 y GEN 6), aguas abajo se encuentra el transformador AT1 13.8kV/480V el cual conecta una barra de 480V, en la que se hallan varias líneas de alimentación, que distribuyen energía a distintas barras de 480V, las mismas que enlazan cargas generales, motores y bombas.



En la figura 8 se puede apreciar el esquema del circuito y los relés que serán ajustados:

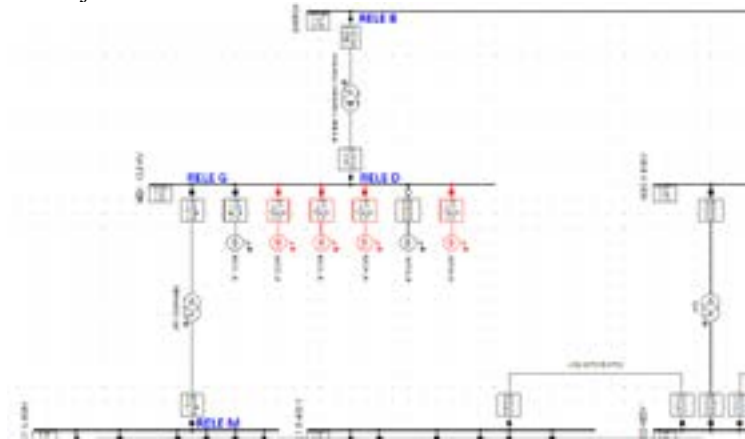


Figura 5: Protección de sobre corriente (50/51). Caso 2.

### Calibración del relé G

Este relé se instala en el terminal en el lado primero del transformador (AT1 de 13.8kV/480V), la  $I_n$  es igual a 60 A. Se utiliza el relé de sobre corriente CO9\_288B718A20, el cual cuenta con las funciones instantáneas y temporizadas, las cuales cuentan con la curva IEC extremadamente inversa, que se emplean para fallas trifásicas y fallas a tierra, con RTC igual a 300/5.

### Funciones de falla trifásica

En este relé se calibra la corriente de ajuste al 125% de la capacidad nominal del transformador, permitiendo así cierta sobrecarga. Para el cálculo de la corriente de pick-up se utiliza un factor de 0.8, quedando de la siguiente forma:

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 256\ A \times 5}{300} = 3.413\ A$$

La función temporizada, se calcula la corriente de ajuste de la siguiente manera:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 60 \times 5}{300} = 1.25\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado primario del transformador AT1 se utiliza un Dial de 1.13, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 200 ms.

### Función de falla a tierra

El ajuste de la función de falla a tierra se calcula multiplicando por un factor de 0.8 a la máxima corriente de falla a tierra.

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 165\ A \times 5}{300} = 2.2\ A$$

La corriente de ajuste en la función temporizada se calcula de la siguiente forma:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 60 \times 5}{300} = 1.25\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado primario del transformador AT1 se utiliza un Dial de 1.05, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 200 ms.

### Calibración del relé M

Este relé se sitúa en el terminal en el lado secundario del transformador (AT1 de 13.8kV/480V), de  $I_n$  igual a 1820 A. Se dispone el relé de sobre corriente CO9\_288B718A23, que opera con función instantánea y temporizada que maneja la curva IEC extremadamente inversa, que se la puede emplear para fallas trifásicas y fallas a tierra, con RTC igual a 40000/5.



### Funciones de falla trifásica

Para el ajuste del relé, se calibra la función temporizada al 125% de la corriente nominal, admitiendo que el transformador trabaje a su máxima capacidad, se tiene una corriente de 37588 A para setear el instantáneo, considerando para el cálculo de la corriente de pick- up un factor de 0.8 adecuado a la variación de la corriente de cortocircuito, quedando del siguiente modo:

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 37588\ A \times 5}{40000} = 3.758\ A$$

A la función temporizada, se calcula la corriente de ajuste de la siguiente forma:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 1820 \times 5}{40000} = 0.2844\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado secundario del transformador AT1 se utiliza un Dial de 1.36, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado de 400 ms.

### Función de falla a tierra

En cuanto al ajuste de la función de falla a tierra, se calcula multiplicando por un factor de 0.8 a la corriente máxima de falla a tierra, se obtiene una corriente de 38728 A para setear el instantáneo.

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 38728\ A \times 5}{40000} = 3.8728\ A$$

La corriente de ajuste en la función temporizada se calcula de la siguiente forma:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 1820 \times 5}{40000} = 0.2844\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado secundario del transformador AT1 se utiliza un Dial de 1.31, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado de 400 ms.

### Ajuste de la coordinación

Los relés B y D, se encuentran ajustados en el caso anterior, funcionando el relé B como temporizado en la Zona 1, y el relé D como instantáneo, para ello se pasará a ajustar los relés G y M.

### Ajustes del relé G

Se ajusta el relé a una corriente de Pick- up de la función de falla trifásica a 4.3 A, la corriente temporizada a 2 A y para la función de falla fase a tierra la corriente de Pick- up a 2.9 A.

### Ajustes del relé M

En el presente relé se ajusta la corriente de Pick- up de la función falla trifásica en 3 A, y la función de falla a tierra su corriente de Pick- up es de 2 A y la corriente temporizada de 0.228 A.

### Caso 3

Se define la protección para la Barra MB2 13.8 kV, en la que están acoplados el Main Transformer N°2 de 13.8/138kV y el transformador AT2 de 13.8kV/480V, en ella se encuentran los generadores (GEN 7, GEN 8, GEN 10 y GEN 11), aguas abajo se halla el transformador AT2 13.8kV/480V el cual conecta una barra de 480V, en ella están varias líneas de alimentación, las cuales distribuyen la energía a diferentes barras de 480V, que enlazan cargas generales como; motores y bombas.

En la figura 6 podemos apreciar el esquema del circuito y los relés que serán ajustados:

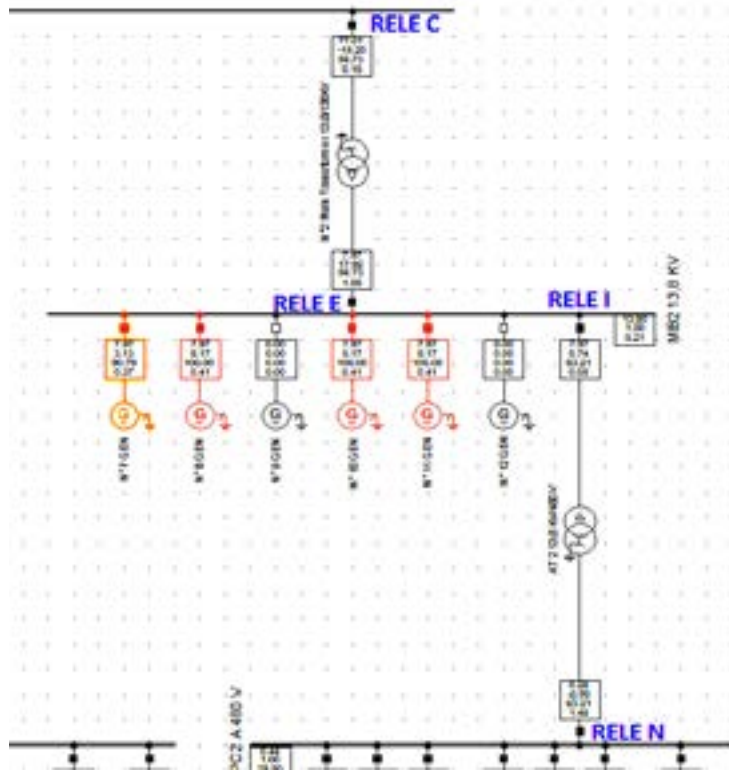


Figura 6: Protección de sobre corriente (50/51). Caso 3.

### Calibración del relé I

Este se instala en el terminal en el lado primario del transformador AT1 de 13.8kV/480V, con una  $I_n$  igual a 251 A. Se utiliza el relé de sobre corriente CO9\_288B718A22, con un RTC igual a 300/5.

### Función de falla trifásica

Para el ajuste de la función de falla trifásica, se tiene la  $I_n$  igual a 251 A, y la corriente de pick-up se calcula de la siguiente manera:

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 251\ A \times 5}{300} = 3.3466\ A$$

La función temporizada, se calcula la corriente de ajuste de la siguiente forma:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 50 \times 5}{300} = 1.0416\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado primario del transformador AT2 se utiliza un Dial de 1.11, con el cual tenemos un tiempo de respuesta instantáneo de 200 ms.

### Función de falla a tierra

En el caso del ajuste de la función de falla a tierra, se calcula multiplicando por un factor de 0.8 a la máxima corriente de falla a tierra.

$$I_{pick\ up} = \frac{80\% I_{cc3\phi}}{RTC} = \frac{0.8 \times 156\ A \times 5}{300} = 2.08\ A$$

Para la corriente de ajuste en la función temporizada se calcula multiplicando por un factor de 1.25 el  $I_n$ , quedando de la siguiente manera:

$$I_{ajuste} = \frac{125\% I_n}{RTC} = \frac{1.25 \times 50 \times 5}{300} = 1.0416\ A$$

Para brindar una coordinación aguas abajo en el lado secundario del transformador AT1 se utiliza un Dial de 1.08, con el cual tenemos un tiempo de respaldo temporizado de 400 ms.

### Calibración del relé N

Este relé se ubica en el lado secundario del transformador (AT2 de 13.8kV/480V), de  $I_n$  igual a 1480A. El relé de sobre corriente a utilizar

es CO9\_288B718A24, el cual aplica las funciones instantáneas y temporizadas, con una RTC igual a 40000/5.

### Función de falla trifásica

Para el ajuste del relé, se calibra la función instantánea para fallas trifásicas, considerando para el cálculo de la corriente de pick-up un factor de 0.8. La corriente para setear el instantáneo es de 37237 A, asumiendo del siguiente modo:

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{CC3\phi}}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 37237\text{A} \times 5}{40000} = 3.724 \text{ A}$$

Para la función temporizada, se calcula la corriente de ajuste de la siguiente forma:

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 1480 \times 5}{40000} = 0.23125 \text{ A}$$

Para el valor del dial se considera que cuando se produce una falla en el secundario, y la protección de este no responda, el relé funcione a los 400 ms para la función temporizada zona 2, lo que se logra con un dial igual a 0.23125.

### Función de falla a tierra

En cuanto el ajuste de la función de falla a tierra se calcula multiplicándola por un factor de 0.8 a la corriente máxima de falla a tierra.

$$I_{\text{pick up}} = \frac{80\% I_{\text{CC3\phi}}}{\text{RTC}} = \frac{0.8 \times 38454 \text{ A} \times 5}{40000} = 3.8454 \text{ A}$$

La corriente de ajuste en la función temporizada se calcula con el 125% admitiendo que el transformador este a máxima capacidad resultando de la siguiente forma:

$$I_{\text{ajuste}} = \frac{125\% I_n}{\text{RTC}} = \frac{1.25 \times 1480 \times 5}{40000} = 0.23125 \text{ A}$$

Para el dial se considera un valor de respuesta de 400 ms para función temporizada zona 2, por lo que se escoge un valor de dial igual a 0.23125.

### Ajuste de la coordinación

Los relés C y E se ajustan en el caso 1, trabajando el relé C en este caso como temporizado de la zona 1 y el relé E funcionando como instantáneo, por ello se pasará a ajustar los relés I y N.

### Justes del relé I

Se ajusta el relé, a una corriente de Pick-up de la función de falla trifásica de 4.4 A y para la función de falla fase a tierra a la corriente de Pick-up se mantiene en 2.08 A, la corriente temporizada a 0.208 A

### Ajustes del relé N

No se realizaron ajustes en el relé N.

### Material empleado

software de modelado “DIGSILENT POWER FACTORY”, integrado por los módulos de flujos de cargas, estudios de cortocircuitos y coordinación de protecciones eléctricas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Flujos de potencia

#### Flujo de potencia para la barra principal de 138 KV

Se realizó el flujo de potencia para la barra principal de 138 kV, en la tabla se presenta el resultado de este.

TERMINAL	VOLTAJE (kV)	VOLTAJE (P.U)	ANGULO (deg)	
BARRA kV	138	133.39	0.97	-28.60

**Tabla I:** Resultado de flujo de potencia de la barra principal a nivel 138 KV.

Como podemos observar los niveles de voltaje de la barra de 138 kV, no varía del  $\pm 5\%$  del voltaje nominal y el ángulo de voltaje se encuentra en  $\pm 30^\circ$ , lo que significa que cumple con la expectativa de la norma antes mencionada.

#### Flujo de potencia de la barra 13.8KV

Se considera a las barras de 13.8 kV, en la tabla siguiente se tienen los resultados del flujo de potencia en las mismas, donde se conectan por bahías los grupos de generadores como lo mencionamos anteriormente.

TERMINAL	VOLTAJE (KV)	VOLTAJE (P.U)	ÁNGULO (deg)	
MB1 KV	13.8	13.8	1.00	0.00
MB2	13.8 Kv	13.8	1.00	0.21

**Tabla II:** Resultado de flujo de potencia de las barras de 13.8 Kv.

### Flujo de potencia para los transformadores principales y auxiliares

En la tabla correspondiente, se tiene el resultado del flujo de potencia para los transformadores principales y auxiliares, como son; la potencia activa y reactiva en el lado primario y secundario, además con el porcentaje de carga en el cual se encuentran cargados dichos transformadores.

TERMINAL	POTENCIA (MW)	POTENCIA (Mvar)	NIVEL DE CARGA (%)
N° 1 A MAIN TRANSFORMER 13.8/138 kV	30.63	17.80	56.23
N° 1 B MAIN TRANSFORMER 13.8/138 kV	30.63	15.31	56.23
N° 2 A MAIN TRANSFORMER 13.8/138 kV	32.37	17.92	58.73
N° 2 B MAIN TRANSFORMER 13.8/138 kV	32.37	15.20	58.73
AT1 A 13.8/0.48 kV	1.20	0.98	77.66
AT1 B 13.8/0.48 kV	1.20	0.91	77.66
AT2 A 13.8/0.48 kV	1.02	0.74	63.21
AT2 B 13.8/0.48 kV	1.02	0.70	63.20

Tabla III Resultado de flujo de potencia de los transformadores principales y auxiliares.

#### Flujo de potencia para la barra de 480 V

En los resultados presentados podemos ver que, en cada extremo de las barras, los niveles de voltaje en por unidad están entre 0.95 y 1.05, lo que indica que el sistema opera correcta y satisfactoriamente.

TERMINAL	VOLTAJE (KV)	VOLTAJE (P.U)	ÁNGULO (deg)
PC1 A 480 V	0.48	1.00	27.98
PC1 B 480 V	0.47	0.97	28.06
PC0 480 V	0.47	0.98	28.30
PC2 A 480 V	0.48	1.00	28.50
PC2 B 480 V	0.47	0.98	28.53
MCC 31 480 V	0.47	0.98	28.07
MCC 32 480 V	0.47	0.98	28.04
MCC 33 480 V	0.47	0.99	28.62
MCC 34 480 V	0.47	0.99	28.61
MCC 35 480 V	0.47	0.98	27.92
MCC 36 480 V	0.48	0.99	28.52
MCC 40 480 V	0.47	0.99	27.88
MCC 41 480 V	0.48	0.99	28.40
CCGD 480 V	0.47	0.48	28.19

**Tabla IV:** Resultado de flujo de potencia de las barras de 480 V.

**Flujo de potencia para los terminales a nivel de 480 V**

En los resultados presentados podemos ver el flujo de los terminales de 480 V, con sus niveles de voltaje en por unidad y la cargabilidad de cada uno.

1.1 TERMINALES	VOLTAJE TERMINAL I [PU]	VOLTAJE TERMINAL F [PU]	NIVEL DE CARGA [%]
LÍNEA DEL PC1A A MCC40	0.28	0.27	48.00
LÍNEA DEL PC1A A MCC 35	0.28	0.27	11.66
LÍNEA DEL PC1A A MCC31	0.28	0.27	25.85
LÍNEA DEL PC1A A MCC32	0.28	0.27	22.53

LÍNEA DEL PC1B A MCC31	0.27	0.27	14.09
LÍNEA DEL PC1B A MCC32	0.27	0.27	15.73
LÍNEA DEL PC1B A MCC35	0.27	0.27	3.55
LÍNEA DEL PC1B A MCC40	0.27	0.27	7.98
LÍNEA DEL PC1B A CCGD	0.27	0.27	10.63
LÍNEA DEL PC2B A CCGD	0.27	0.27	9.51
LÍNEA DEL PC2B A MCC33	0.27	0.27	11.66
LÍNEA DEL PC2B A MCC34	0.27	0.27	9.76
LÍNEA DEL PC2B A MCC36	0.27	0.28	11.99
LÍNEA DEL PC2B A MCC41	0.27	0.27	14.67
LÍNEA DEL PC2B A MCC 41	0.27	0.27	14.67
LÍNEA DEL PC2A A MCC 41	0.28	0.27	54.32
LÍNEA DEL PC2A A MCC 33	0.28	0.27	20.32
LÍNEA DEL PC2A A MCC34	0.28	0.27	18.65
LÍNEA DEL PC2A A MCC36	0.28	0.28	13.56
LÍNEA B DEL PC2B A PC2A	0.27	0.28	2.14
LÍNEA A DEL PC1A A PC1B	0.28	0.27	2.51

**Tabla V:** Resultado del flujo de potencia para los terminales a nivel de 480 V.

## Cortocircuitos trifásicos

### Falla ocurrida en la barra principal de 138 KV

Se provocó una falla en la barra principal de 138 kV, lo que proporcionó los resultados que se presentan en esta tabla.

BARRA	Skss	Ikss	IP
	3 2 8 . 4 2	1 . 3 7 4	2 . 6 9 8
Barra 138 kV	MVA	kA	kA
Borne secundario			
N°1 Main Transformer	1 7 4 . 4 5	0 . 7 3 0	1 . 4 3 3
13.8/138kV	MVA	kA	kA
Borne primario			
N°1 Main Transformer	1 7 4 . 4 5	7 . 2 9 8	0 . 0 0 0
13.8/138kV	MVA	kA	kA
Borne secundario			
N°2 Main Transformer	1 5 4 . 0 6	0 . 6 4 5	1 . 2 6 6
13.8/138kV	MVA	kA	kA
Borne primario N°2			
Main Transformer	1 5 4 . 0 6	6 . 4 4 6	0 . 0 0 0
13.8/138kV	MVA	kA	kA

**Tabla VI:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra principal de 138 KV.

### Falla ocurrida en la barra MB1 de 13.8 KV

Se simulo una falla en la barra MB1 de tensión de 13.8 kV en la que están conectados un grupo de generadores de Termoesmeraldas II, los

resultados se pueden apreciar en la tabla siguiente.

BARRA	Skss	Ikss	IP
	3 5 7 . 5 9	14.960	28.232 kA
Barra MB1 13.8kV	MVA	kA	
Borne secundario	1 1 5 . 1 1	4 . 8 1 6	9.088 kA
N°1 Main Transformer	MVA	kA	
13.8/138kV			
Borne primario	5.96 MVA	0 . 2 5 6	0.488 kA
AT1 13.8kV/480V		kA	
Borne secundario			
AT1 13.8kV/480V	5.96MVA	7 . 1 7 2	0.000 kA
		kA	

**Tabla VII:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra MB1 de 13.8 KV.

### Falla ocurrida en la barra MB2 de 13.8 KV

De la misma manera se procedió a simular una falla en la barra MB2 de tensión de 13.8 kV en la que están conectados el otro grupo de generadores de Termoesmeraldas II, los resultados los encontramos en la tabla siguiente.

BARRA	Skss	Ikss	IP
Barra MB2 13.8 kV	326.35	13.654 kA	26.393 kA
	MVA		
Borne secundario N°2	126.27	0.5283 kA	0.000 kA
Main Transformer	MVA		
13.8/138 kV			

Borne primario AT2 13.8kV/480V	6.00 MVA	0.251 kA	0.486 kA
Borne secundario AT2 13.8kV/480V	5.85 MVA	7.042 kA	0.000 kA

**Tabla VII:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra MB2 de 13.8 KV.

Como vemos en la configuración del SEP de Termoesmeraldas II, podemos decir que cuenta con dos tipos de sistemas como son el radial y en anillo, esto debido a que:

El sistema radial cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, lo que quiere decir que mientras más cerca la falla se produzca a la fuente, las corrientes de cortocircuito se tomarán elevadas, debido a que las fuentes son aportantes directos a las corrientes de cortocircuito.

Pero también podemos mencionar que se tiene un sistema tipo anillo, porque cuenta con una red externa como la del SNT, que cuando este deja de generar recibe directamente de esta fuente.

### Cortocircuitos de tipo monofásicos a tierra

#### Falla ocurrida en la barra principal de 138 KV

Se simuló una falla monofásica a tierra, en la barra principal de 138 kV, lo que arrojó el siguiente resultado.

BARRA		Skss	Ikss	IP
Barra 138 kV		1 4 1 . 5 9	1.777	3.490
Borne secundario N°1 Transformer 13.8/138kV	Main	7 3 . 8 2	0.926	1.820
Borne primario N°1 Transformer 13.8/138kV	Main	3 9 . 6 5	4.977	0.000

Borne secundario N°2 Transformer 13.8/138kV	Main	6 7 . 7 8	0.851	1.671
Borne primario N°2 Transformer 13.8/138kV	Main	3 4 . 3 6	4.313	0.000

**Tabla VIII:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra de 138 KV.

#### Falla ocurrida en la barra MB1 de 13.8 KV

Se produjo una falla monofásica a tierra, en la barra MB1 13.8 kV, lo que dio el siguiente resultado.

BARRA		Skss	Ikss	IP
Barra MB1 13.8 kV		1 2 2 . 5 1	15.376 kA	29.016 kA
Borne secundario N°1 Main Transformer 13.8/138kV		24.33MVA	3.054 kA	5.763 kA
Borne primario AT1 13.8kV/480V		1.31 MVA	0.165 kA	0.311 KA
Borne secundario AT1 13.8kV/480V		1.44 MVA	5.187 kA	0.000 kA

**Tabla IX:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra MB1 de 13.8 KV.

#### Falla ocurrida en la barra MB2 de 13.8 KV

Se provocó una falla monofásica a tierra, en la barra MB2 de 13.8 kV, lo que arrojó el siguiente resultado.

BARRA	Skss	Ikss	IP
	1 0 6 . 4 7	13.363	
Barra MB2 13.8 kV Borne secundario N°2	MVA	kA	25.832 kA
Main Transformer	2 5 . 7 5	3 . 2 3 2	
13.8/138kV Borne primario AT2	MVA	kA	6.247 kA
		0 . 1 5 6	
13.8kV/480V Borne secundario AT2	1.24 MVA	kA	0.301 kA
		4 . 7 5 5	
13.8kV/480V	1.32 MVA	kA	0.000 kA

**Tabla X:** Resultados de estudio de cortocircuito en la barra MB2 de 13.8 KV.

El sistema eléctrico se encuentra aterrizando mediante resistencias, con la finalidad de disminuir la intensidad de corriente de cortocircuito monofásica. Es por esto que se aterrizan los equipos de potencia tales como generadores y transformadores, las cuales alimentan un sin número de motores trifásicos asíncronos, los cuales causan un gran desequilibrio al momento de ocurrir una falla en una de sus fases.

Es decir, que los generadores se encuentran aterrizados mediante un transformador de distribución de 80 kVA de tensión de 13.8/0.21 kV y corriente de 15/5 A, para minimizar el impacto de intensidad de corriente.

Todos los puntos mencionados anteriormente, serán utilizados en nuestra coordinación de protecciones y para ello con los valores de corrientes máximas, se ajustan los Taps y calcular los diales de los relés correspondientes.

Las simulaciones correspondientes de SEP se efectúan en el escenario citado anteriormente de 63 MW, ya que lo más pertinente y recomendable, es realizar el estudio en las peores condiciones de trabajo, demanda máxima, para que de esta manera circulen corrientes de intensidades mayores, y que los resultados obtenidos, servirán para la respectiva coordinación de sistemas de protección.

### Resumen de calibración y ajustes

#### Ajustes relés caso 1

Se detalla los relés ajustados, en una tabla resumiendo las configuraciones.

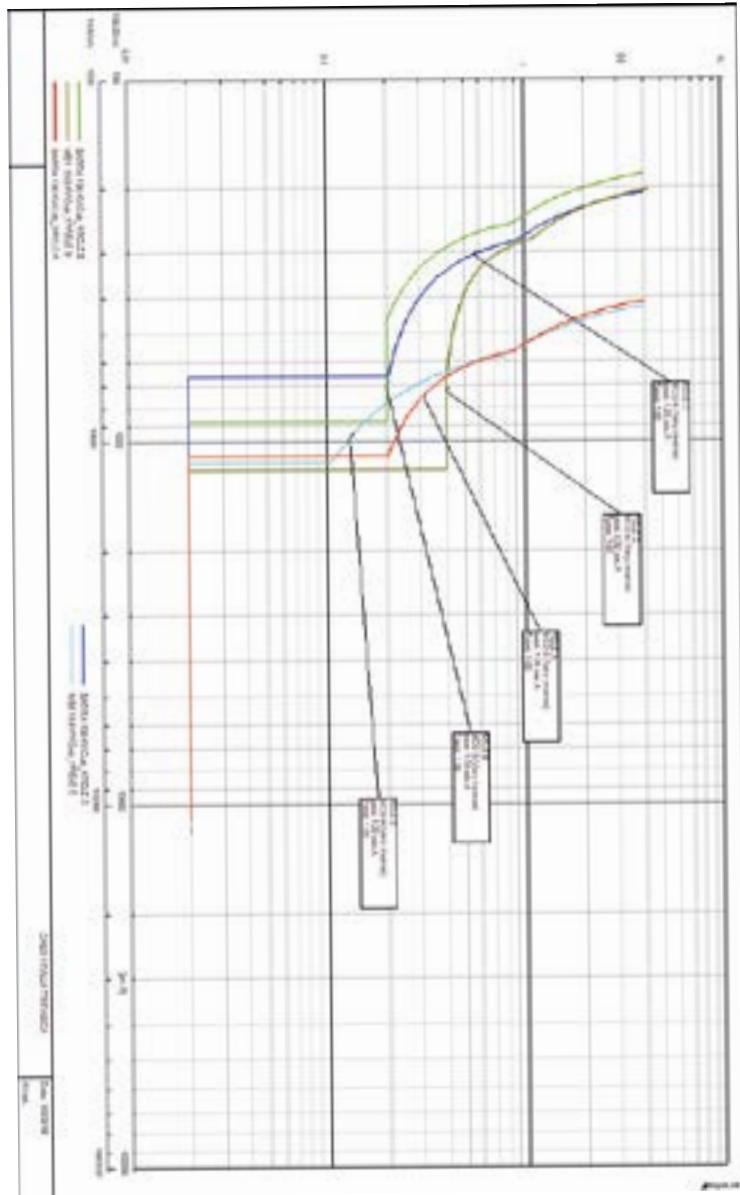
Relé	FUNCIÓN FALLA TRIFÁSICA				FUNCIÓN FALLA FASE A TIERRA			
	Instantáneo		Temporizado		Instantáneo		Temporizado	
	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial
<b>A</b>	3.664	0.020	0.5	1.12	4.73866	0.020	0.5	1.17
<b>B</b>	5.5	200	1.0426	1.11	5.8	200	1.0426	1.16
<b>C</b>	4.3	200	1	1.15	5.721	200	1	1.16
<b>D</b>	3.99	400	0.616	1.34	4.1	400	0.616	1.31
<b>E</b>	4.5514	400	0.5168	1.34	4.4644	400	0.5168	1.30

**Tabla XI:** Resumen de calibración y ajustes de los relés del Caso 1.

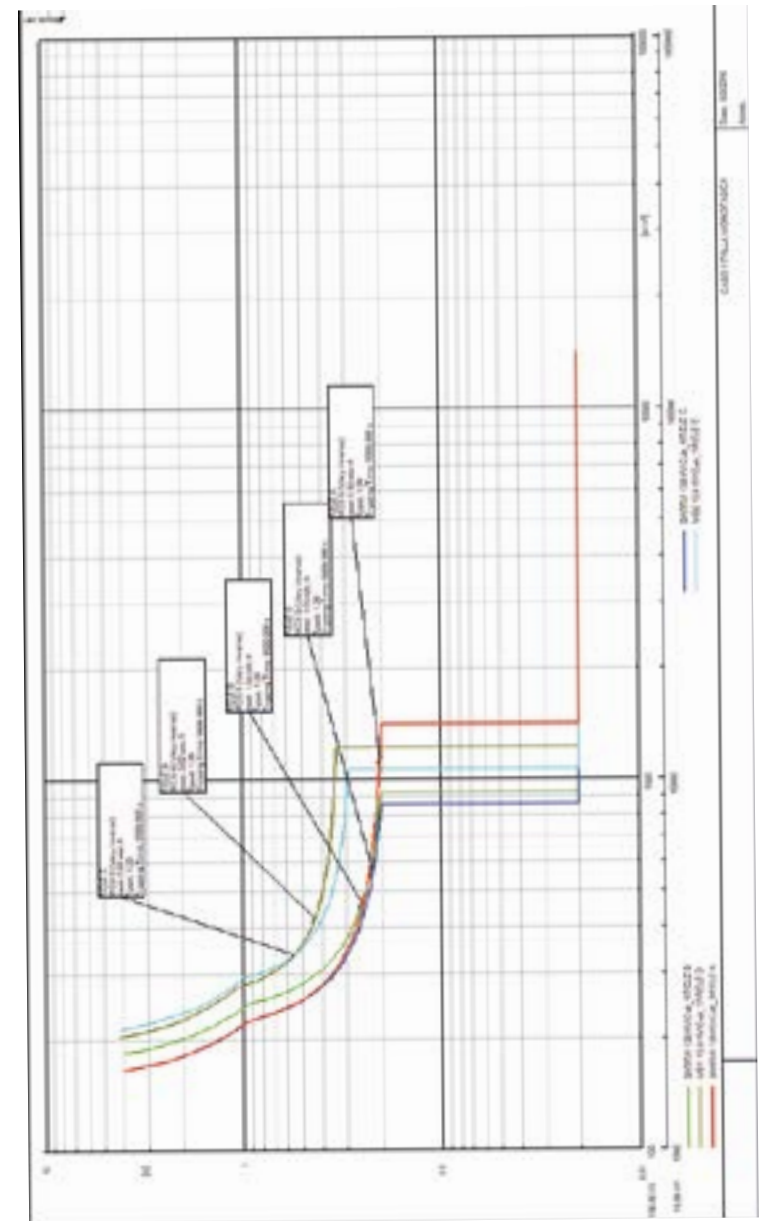
Con la calibración y ajustes de los relés del caso 1, se puede concluir que cuando ocurra una falla bien sea trifásica o falla fase a tierra los relés A, B y C funcionarán como instantáneos, en caso de que estos fallen, entran a funcionar los relés D y E como respaldo asegurando la confiabilidad y eficiencia del SEP.

En las figuras 7 y 8, se tienen las curvas de protección de los relés mencionados para su función de falla trifásica y de falla fase a tierra.





**Figura 7:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla trifásica del Caso 1.



**Figura 8:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla monofásica del Caso 1.

### Ajustes relés Caso 2

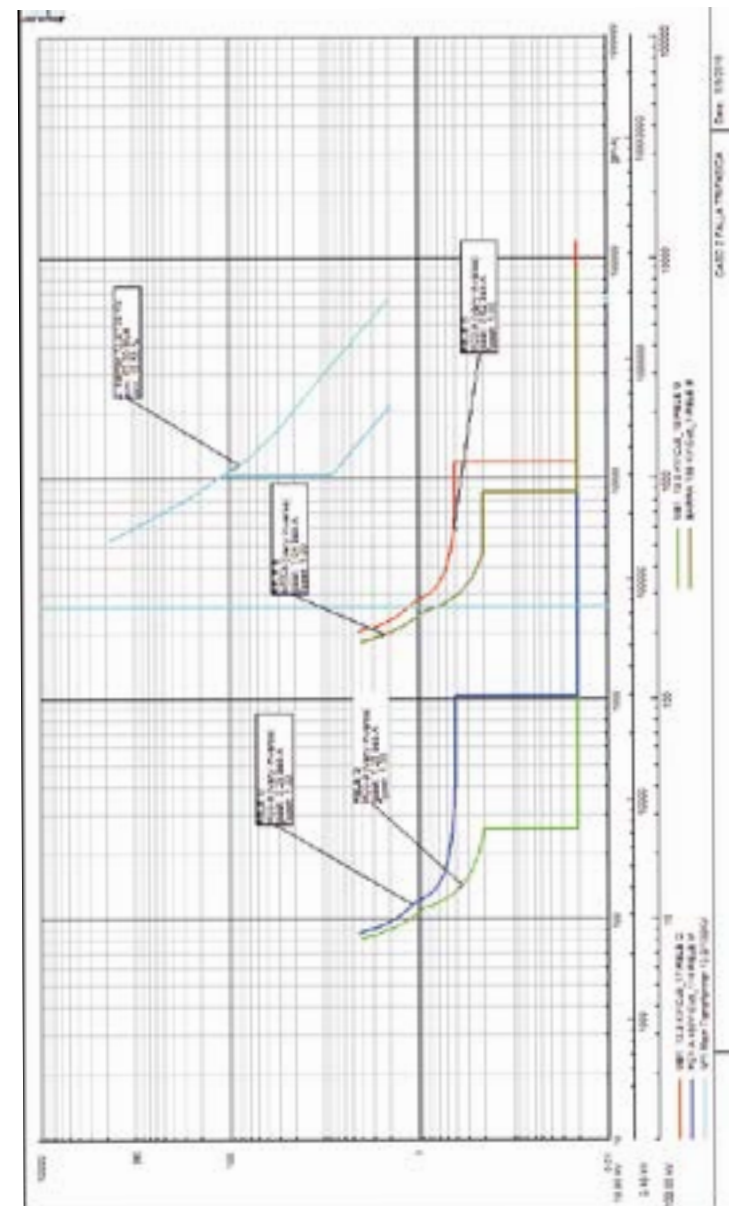
Se detalla los relés ajustados, en una tabla resumiendo las configuraciones.

Relé	FUNCIÓN FALLA TRIFÁSICA				FUNCIÓN FALLA FASE A TIERRA			
	Instantáneo		Temporizado		Instantáneo		Temporizado	
	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial
<b>B</b>	5.5	200	1.0426	1.11	5.8	200	1.0426	1.16
<b>D</b>	3.99	0.020	0.616	1.34	4.1	0.020	0.616	1.31
<b>G</b>	4.3	200	1.25	1.13	2.9	200	1.25	1.05
<b>M</b>	3.7588	400	0.228	1.36	3.8728	400	0.228	1.31

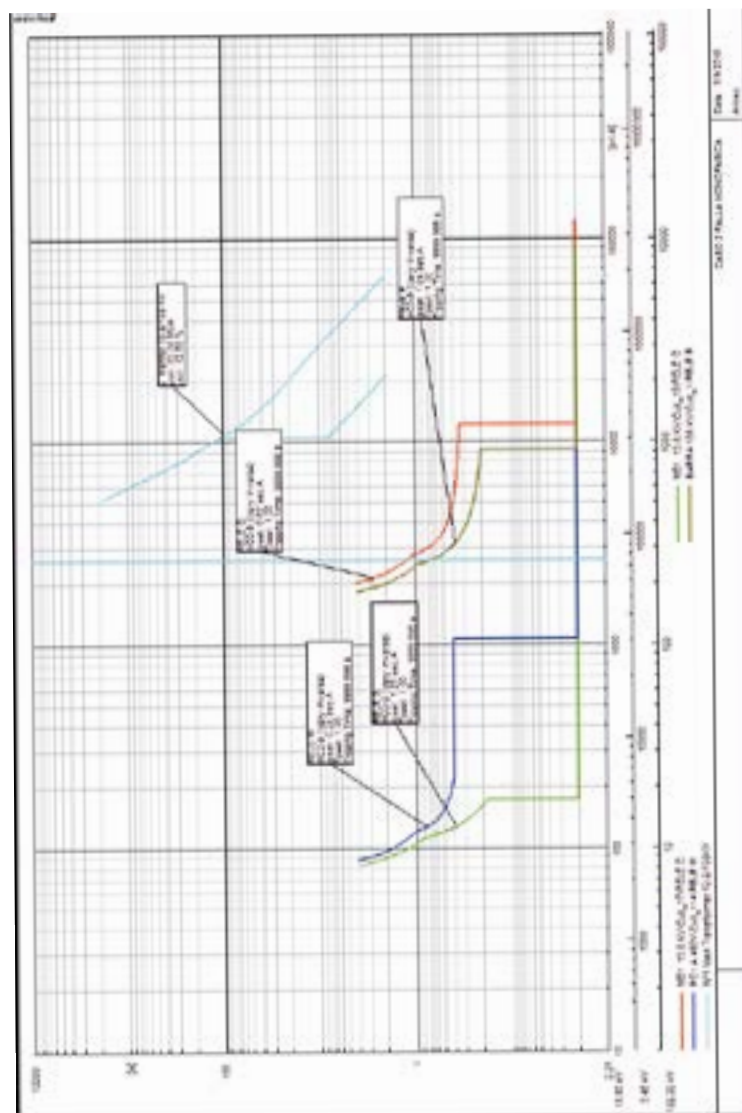
**Tabla XII:** Resumen de calibración y ajustes de los relés del Caso 2.

De la calibración y ajustes de los relés del caso 2, se concluye que cuando se produce una falla bien sea trifásica o falla fase a tierra los relés D y G funcionan como instantáneos, si estos relés no operan en el menor tiempo evitando disturbios en el SEP entran a funcionar los relés B y M como respaldo.

En las figuras 9 y 10, se tienen las curvas de protección de los relés mencionados para su función de falla trifásica y de falla fase a tierra



**Figura 9:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla trifásica del Caso 2.



**Figura 10:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla monofásica del Caso 2.

### Ajustes relés Caso 3

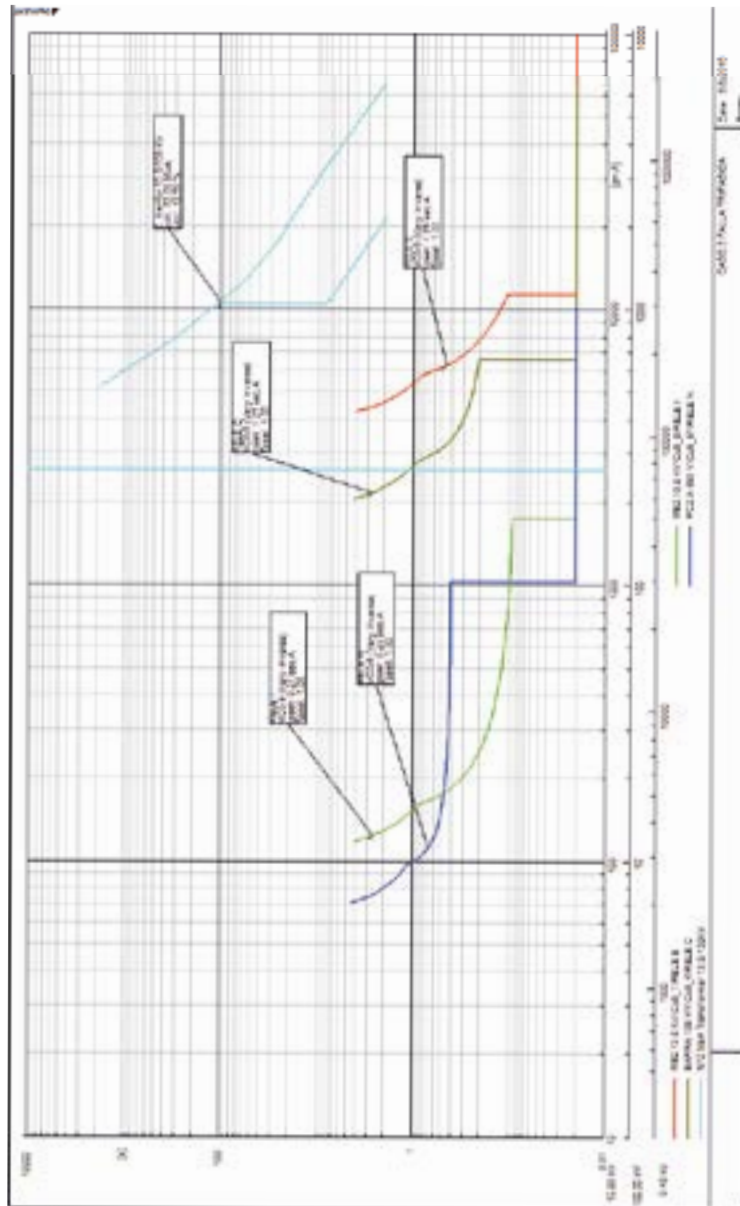
Se detalla los relés ajustados, en una tabla resumiendo las configuraciones.

Relé	FUNCIÓN FALLA TRIFÁSICA				FUNCIÓN FALLA FASE A TIERRA			
	Instantáneo		Temporizado		Instantáneo		Temporizado	
	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial	Corriente de Pick-up (A)	Tiempo de Pick-up (ms)	Corriente de Ajuste (A)	Dial
C	4.3	200	1	1.14	5.721	200	1	1.16
E	4.5514	0.020	0.5168	1.30	4.4544	0.020	0.5168	1.25
I	4.4	200	0.208	1.11	2.08	200	0.208	1.08
N	3.7237	400	0.23125	1.37	3.8454	400	0.23125	1.36

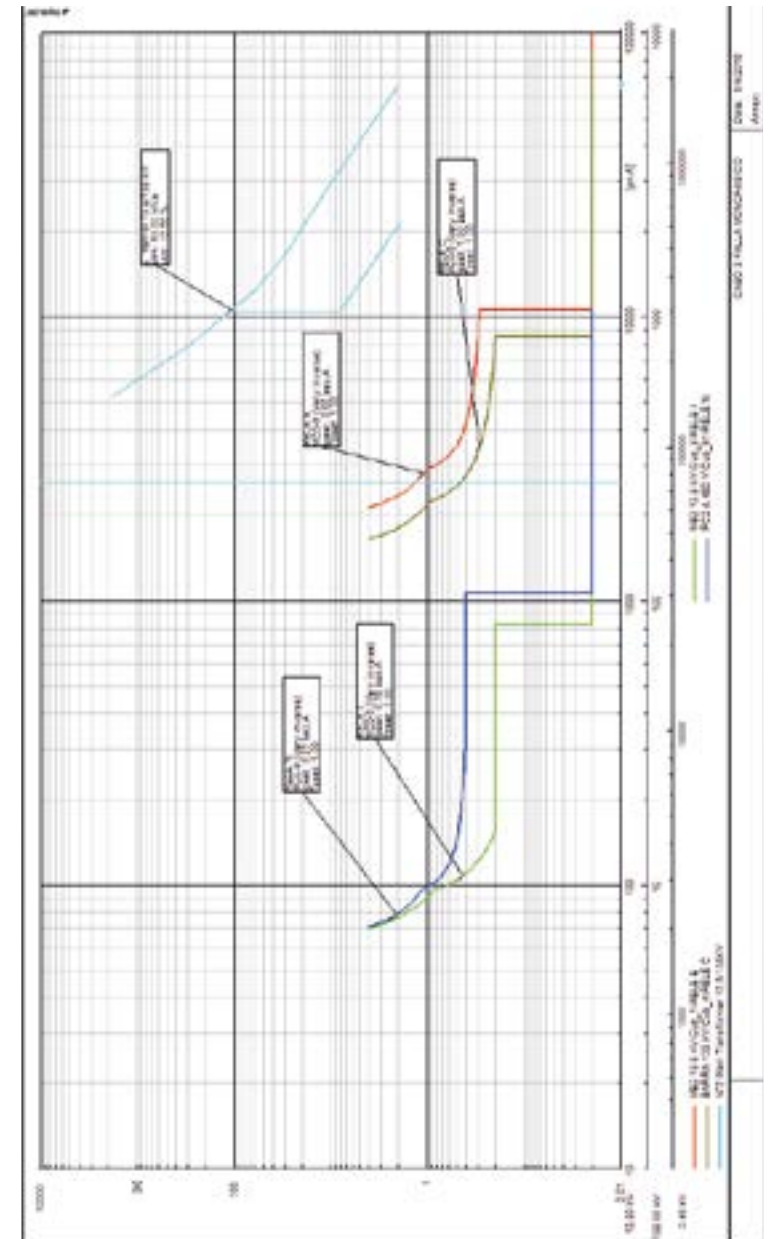
**Tabla XIII:** Resumen de calibración y ajustes de los relés del Caso 3.

La calibración y ajustes de los relés del caso 3 permiten que cuando ocurra una falla bien sea trifásica o falla fase a tierra, los relés I y E funcionan como instantáneos si en caso estos relés no operen rápidamente al menor tiempo posible evitando perturbaciones en el SEP, entran a funcionar los relés C y N como respaldo.

En las figuras 11 y 12, se tienen las curvas de protección de los relés mencionados para su función de falla trifásica y de falla fase a tierra.



**Figura 11:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla trifásica del Caso 3.



**Figura 12:** Curva de coordinación para protección de sobre corriente (50/51) falla monofásica del Caso 3

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

Podemos concluir que el software DIGSILENT POWER FACTORY es un sistema que presta mucha facilidad al momento de realizar métodos numéricos e iteraciones, también permite reducir los tiempos de cálculo y entregar resultados con bajo índice de error y además que incorpora las normativas ANSI, IEEE y IEC.

En cuanto al estudio de flujo de potencia efectuado, podemos concluir que los voltajes en las barras se encuentran dentro de los rangos permitidos por la norma IEEE 141-1993, cumpliendo así satisfactoriamente las recomendaciones de la misma.

Cuando suceden fallas en las barras, sean estas trifásicas o monofásicas, podemos concluir que las fuentes son aportantes directas de las corrientes de cortocircuitos.

Para los estudios de flujo de potencia y cortocircuito se escogió un despacho de carga facilitado por Termoesmeraldas II, con una demanda de 63 MW, simulando que las unidades G 5, G 9 y G 12 estaban fuera de servicio.

Para garantizar la confiabilidad del SEP tenemos, protecciones de sobre corriente instantáneas y temporizadas que operan en diferentes zonas principales y de respaldo actuando al mínimo tiempo posible para aislar las fallas.

Los ajustes de coordinación de los relés de sobre corriente (50/51) del sistema presentado, tienen la función de definir los tiempos de operación de los relés para fallas en su zona. Las restricciones son los tiempos de margen entre relés, el valor mínimo de dial y la corriente Pick-up.

### RECOMENDACIONES:

Se recomienda que a partir de este proyecto se realicen más estudios dentro del SEP de Termoesmeraldas II, como arranque de motores, estudios de estabilidad, estudios de armónicos, etc. Los cuales serían importantes para el funcionamiento de la central.

Se recomienda considerar otra coordinación de protecciones cuando se tenga un despacho de carga máximo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

M. D. E. Y. E. Renovable, «Ministerio de Electricidad y Energia Renovable,» febrero 2016. [En Línea]. Available: <Http://www.energia.gob.ec/esmeraldas/>.

Abb, «Synchronous Machine Amg 1120mp12 Dse,» Abb, P. 6, 2012.

I. M. Quintero, «Proceso de operacion de la Central Termica Esmeraldas II - Informe Mensual de Actividades,» Esmeraldas, 2016.

D. D. O. Cenace, «Despacho Economico,» Esmeraldas, febrero 2014, Pp. 13-16.

A. P. Sandoval, «Expansión de la Transmision de un Sistema de Potencia de 57 Nodos,» Mexico, D.F., 2008, P. 27.

C. C. C. Muñoz, «Coordinación de las Protecciones de la Subestación de Distribución del Sistema Guayas-Los Rios,» 2015, P. 66.

A. V. D. Rojas, «Coordinacion de los Sistemas de Proteccion Asociados a la Subestacion Electrica de 115 Kv de Cvg Alcasa,» noviembre 2012, P. 27.

J. C. G. Cochancela, «Análisis y Coordinación del Sistema de Protecciones de la Minicentral Hidroeléctrica Gualace,» Cuenca, septiembre 2014, P. 99.



S. R. Castaño, Protección de Sistemas Eléctricos, Manizales-Colombia: Primera Edición .

F. E. Ruiz, «Protection Of Electrical Systems,» De Aiu, Cochabamba – Bolivia, Id: Ub17497sel25287, 2013, P. 77.

J. Martínez, «Tecnologías Abb Para Centrales Eléctricas,» Abb, Pp. 2-3, 2010.

N. N. Raul Ulloa De Souza, «Modelamiento, Simulación y Coordinación de Protecciones del SEP de la Refinería Estatal de Esmeraldas Petroecuador Ep, Mediante el Software Digsilent Power Factory,» Quito, septiembre 2014, Pp. 115-118.

G. C. Caicedo, «Protecciones Eléctricas,» de Protecciones Eléctricas, Bucaramanga, octubre 2007, P. 212.

# CAPITULO IV

## IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL ECUADOR

**IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE  
MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL  
ECUADOR**

Impact of Integral Logistics in B.I. of Micro Business Companies of  
Zone 3 of Ecuador

**Jacqueline Hurtado Yugcha**

Universidad técnica de Ambato, Ecuador  
[jacquelinehurtado@uta.edu.ec](mailto:jacquelinehurtado@uta.edu.ec)

**Jenny Margoth Gamboa Salinas**

Universidad técnica de Ambato, Ecuador  
[Jennymgamboa@uta.edu.ec](mailto:Jennymgamboa@uta.edu.ec)

**Juan Patricio Mancheno**

Universidad técnica de Ambato, Ecuador  
[uanpa-007@hotmail.com](mailto:uanpa-007@hotmail.com)

**Alicia Giovanna Ortiz Morales Saá**

Universidad técnica de Ambato, Ecuador  
[gioviortiz@hotmail.com](mailto:gioviortiz@hotmail.com)

**Marcelo Mancheno Saá**

Universidad técnica de Ambato, Ecuador  
[mj.mancheno@uta.edu.ec](mailto:mj.mancheno@uta.edu.ec)

**RESUMEN**

La investigación se centró en determinar el impacto de la logística integral y la inteligencia de negocios (Business Intelligence o B.I.) en las micro empresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, para ello se utilizó una metodología basado en una investigación tipo

descriptivo, explicativa, transversal y relacional, uno de los objetivos fue determinar la situación de la logística integral y la inteligencia de negocios, la población considerada dentro de la investigación son las micro empresas comerciales de la zona 3 del Ecuador con un valor de 12.584 establecimientos según el Censo Nacional Económico, la muestra fue de 373 micro empresas, se aplicó una encuesta a los gerentes de las microempresas comerciales en 4 ciudades: Ambato, Latacunga, Puyo y Riobamba. Los resultados mostraron que mediante análisis de regresión lineal simple mediante tabla ANOVA, existe una relación de impacto débil de 0.191 con un valor de significancia de 0.008 entre la logística Integral y la B.I.

**Palabras Claves:** Logística Integral, Inteligencia de Negocios, microempresas, sector comercial.

#### ABSTRACT

The research focused on determining the impact of integrated logistics and business intelligence or B.I. in the commercial micro enterprises of the zone 3 of Ecuador, for this purpose a methodology based on a descriptive, explanatory type of research was used. transversal and relational, one of the objectives was to determine the situation of the integral logistics and business intelligence, the population considered within the research are the commercial micro enterprises of zone 3 of Ecuador with a value of 12,584 establishments according to the National Census Economic, the sample was 373 micro enterprises, a survey was applied to the managers of commercial microenterprises in 4 cities: Ambato, Latacunga, Puyo and Riobamba. The results showed that by simple linear regression analysis using the ANOVA table, there is a weak impact relation of 0.191 with a significance value of 0.008 between the Integral logistics and the B.I.

**Key words:** Integral Logistics, Business Intelligence, micro companies, commercial sector.

## INTRODUCCIÓN

La logística integral contemporánea es el resultado de varios conceptos afinados y depurados con el tiempo, con la Segunda Guerra Mundial esta ciencia empezó a tener una aceptación empresarial bastante grande, como efecto, estuvo basado en la percepción militar esencialmente fijado en la expansión de las tropas norteamericanas las mismas que despertaron el interés en la elaboración de armas hacia nuevos mercados extracontinentales. (García L. , 2016) (García L. , 2008)

En un principio solo se hablaba de fuentes de abastecimiento, y con el pasar de la guerra cada factor se fue añadiendo hasta llegar al punto que uno o varios segundos marcaban una diferencia importante entre el éxito o fracaso en Europa, ya no solo se trataba de entender cómo se haría la distribución en el campo, se debía tener en mente quien lo produciría con que características y en qué tiempo, haciendo referencia al termino de proveedores. (Sahid, 1987)

En ese momento exacto la logística pasaba de ser un término militar y se denominaba operante táctico y necesariamente estratégico en el campo militar y comercial. (Da Silva, 2003) A mediados del siglo XX la logística se ha referenciado como uno de los términos más complejos que existe diversificando su funcionamiento o parte de él, a varios términos especializados que nacieron con el objetivo de ser exactos al momento de comprender una ciencia en crecimiento, naciendo los sistemas integrados que han hecho sinergia de tres áreas específicas: gestión de materiales, transformación y distribución física. (Ballou, 2004)

El estudio de diferentes áreas, la evolución del conocimiento a través de la transferencia del mismo con tecnología, ha permitido que las empresas se diversifiquen no solo en línea de productos en diferentes industrias, sino que también puedan diversificar su conocimiento



implícito hacia una organización más eficiente, todo esto haciendo referencia a una logística integral moderna, que hoy en día esta mayormente ligada a un término científico muy grande denominado inteligencia de negocios. (Los Santos, 2004)

La Inteligencia de Negocios o Business Intelligence (B.I.) es un término que ha evolucionado a grandes pasos, alineándose a los objetivos primordiales de la logística integral como son: mejorar el servicio al cliente, transportar con un costo muy pequeño y poner el producto en el lugar y tiempo correcto. (Gomez & Bautista, 2010)

Esta cara de la moneda ha sido explorada y estudiada mucho por varios autores, sin embargo el otro lado no se ha referenciado, efectos económicos y empresariales que mayormente no han sido cuantificados a través de estudios descriptivos o causales correlacionales, entre los mencionados efectos están dos tipos de diversificación concéntrica y no relacionada, un término denominado eficiencia que indica la optimización de recursos en todo ámbito, Sistemas de información que potencian el desarrollo de los otros ejes y estrategias muy bien definidas como J.I.T (Just in Time), que con el pasar del tiempo adquiere una experiencia que crea una sinergia empresarial. (Tello & Velasco, 2016)

Pero si se relaciona de una manera explícita el termino de B.I. y el de Logística integral se puede observar que el objetivo común que las enlazó en un inicio, en la actualidad está más vivo y presente que nunca, debido a que es clave para las empresas proporcionar un buen servicio al cliente, optimizar los factores de producción y controlar el marketing empresarial. (Gomez & Bautista, 2010)

## OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

Determinar el impacto de la logística integral y la inteligencia de negocios (Business Intelligence o B.I.) en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador.

### Objetivos Específicos

Determinar la situación de la logística integral y la inteligencia de negocios

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Materiales y Métodos

**Tipo de investigación.** El diseño de la investigación es de tipo descriptivo, explicativa y relacional, la población considerada corresponde a todas las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador que pertenezcan a las categorías:

- Categoría 1: Venta al por menor de comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco.
- Categoría 2: Venta al por menor de artículos de ferretería, pinturas y productos de vidrio.
- Categoría 3: Venta al por menor de prendas de vestir, calzado y artículos de cuero.
- Categoría 4: Venta al por menor de productos farmacéuticos y medicinales, cosméticos y artículos de tocador.

Estas categorías son consideradas porque pertenecen a las de mayor numero en la zona 3 del Ecuador según el Censo Nacional Económico del 2010 fueron 12.584 microempresas, que tienen de 1 a 9 trabajadores, ventas menores a 100.000 dólares y activos hasta 100.000 dólares. La muestra se calculó con un margen de error del 5%

y una distribución normal estándar de 1.96, obteniendo un total de 373 microempresas incluidos en la muestra.

### Técnica e instrumentos para la recolección de datos:

Se aplicó el instrumento de investigación, una encuesta dirigida a los gerentes de las microempresas de las categorías seleccionadas en 4 ciudades: Ambato, Latacunga, Puyo y Riobamba.

### Material empleado

La recopilación y procesamiento estadístico de datos se realizó a través del software estadístico SPSS versión 20.

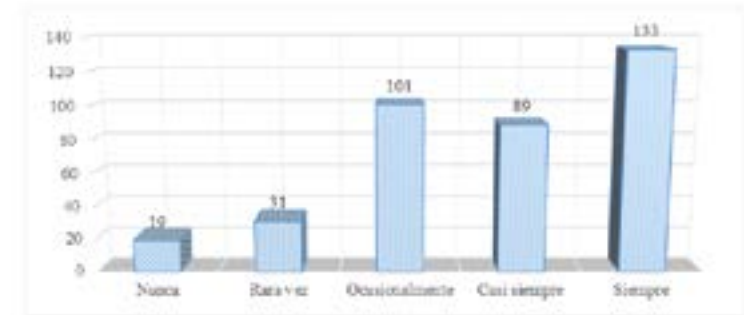
### Análisis de la información:

Para comprobar la relación entre logística integral y la Inteligencia de Negocios se utilizó un análisis de regresión lineal mediante la tabla ANOVA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestra los resultados de la encuesta realizada, se utilizó en todas las preguntas escala de medición de Likert para facilitar para la comprensión de las opiniones y actitudes de los gerentes frente a la logística integral y la B.I. posteriormente también facilito el análisis estadístico.

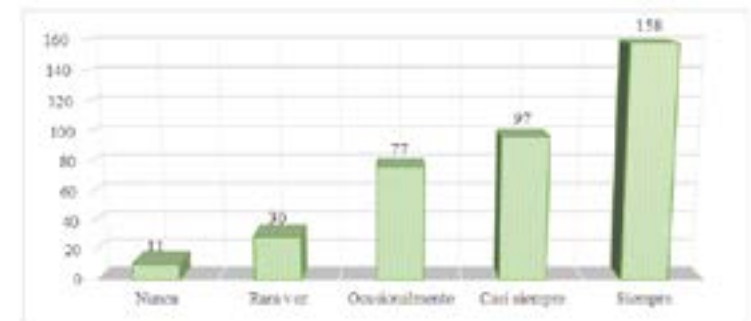
### Análisis de demanda mediante software.



**Gráfico 1:** Análisis de demanda mediante software Elaboración propia.

De acuerdo a los gerentes encuestados, 133 microempresas realizan siempre el análisis de la demanda mediante software, adicionalmente el software que utilizan en su mayoría es Excel gracias a las proyecciones que se pueden realizar mediante tendencia exponencial, lineal, logarítmica, polinómica, y media móvil.

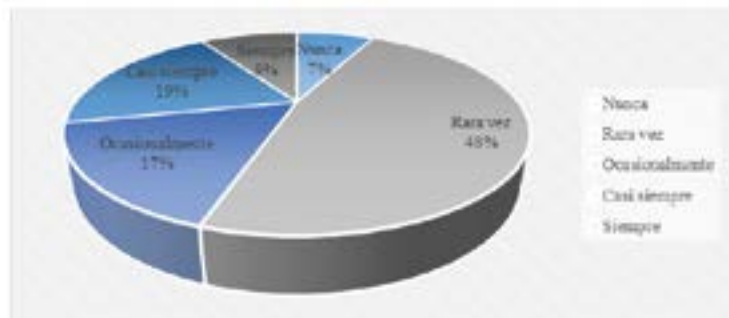
### Se planifica los inventarios tomando en cuenta la demanda.



**Gráfico 2:** Planificación de los inventarios de acuerdo con la demanda. Elaboración propia.

La mayor parte de los empresarios siempre planifican los inventarios tomando en cuenta la demanda, también utilizan base de datos registrados en Excel, para poder saber la cantidad necesaria de pedidos a realizar a los proveedores para mantener los inventarios.

**Los clientes tienen acceso a la información sobre catálogos de productos disponibles, cantidades y precios mediante páginas web o aplicaciones de celular.**

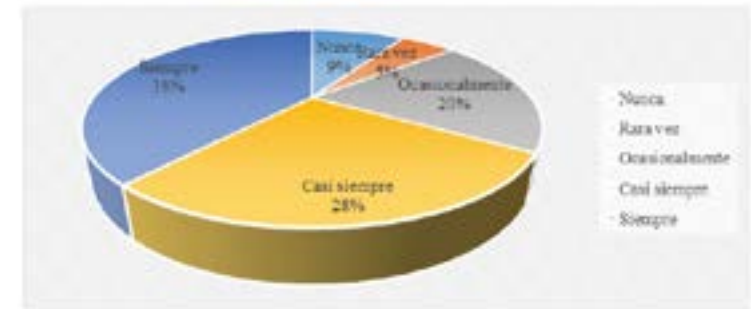


**Gráfico 3:** Acceso a catálogos en mediante páginas web o aplicaciones de celular.

Elaboración propia.

La mayor parte de los empresarios encuestados, (48%) indicaron que rara vez utilizan catálogos de productos, esto es un indicador negativo por cuanto las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador desaprovechan la oportunidad de tener mayor cobertura y contacto directo con sus clientes, en la actualidad existe una amplia gama de servicios en línea para mantener catálogos en línea o aplicaciones de teléfonos móviles.

**Se realiza control del inventario (código, nombre específico del producto, unidad de medida, cantidad, ubicación, etc.)**

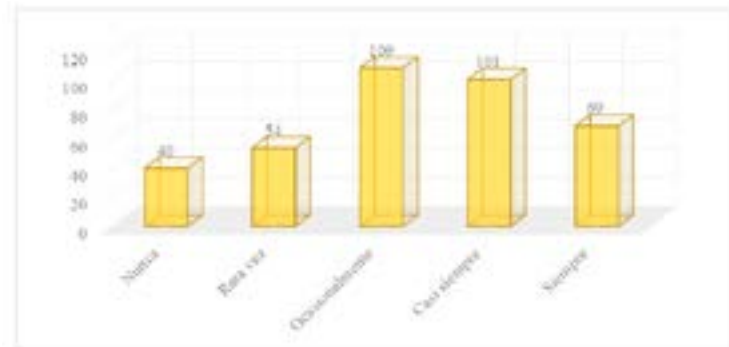


**Gráfico 4:** Control de inventarios

Elaboración propia.

La mayor parte de los empresarios respondieron entre casi siempre y ocasionalmente es la frecuencia que realizan controles de inventarios, en la logística integral y la B.I., es importante el control de inventarios mediante software, si bien se puede realizar mediante Excel, existe en el mercado otras opciones como Nextar, NCH, o programadores que diseñan y personalizan el software de acuerdo con las necesidades de los clientes. Estos softwares permiten además generar reportes de control de inventarios, envió de facturas a los clientes, etc.

**La organización interna del almacén está orientada a la automatización de los procesos y control mediante la Inteligencia de Negocios o B.I.**



**Gráfico 5:** Orientación a la automatización mediante la Inteligencia de Negocios.

Elaboración propia.

La mayor parte de los empresarios respondieron que entre ocasionalmente y casi siempre es la frecuencia que la organización está orientado a la automatización mediante la aplicación de la Inteligencia de Negocios o B.I., es importante que las microempresas cuenten con la infraestructura, software y plataforma para mejorar el desempeño y la eficiencia de la gestión de las microempresas.

### Análisis de regresión lineal simple

Según (Pedroza & Dicovsky, 2006) la regresión lineal simple muestra el cambio de una variable dependiente (Y) en relación con otra independiente (X).

La variable dependiente en el presenta caso de investigación es Inteligencia de negocios mediante la pregunta La organización interna está orientada a la automatización de los procesos y control mediante la Inteligencia de Negocios y las independientes son: se realiza análisis

de demanda, se realiza control del inventario, los clientes tienen acceso a información sobre catálogos de productos disponibles, se planifica los inventarios teniendo en cuenta la demanda de los clientes.

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,191	,036	,026	1,21246

**Tabla 14** Resumen del modelo

Con un valor de R (Coeficiente de Correlación de Pearson) que mide el grado de asociación entre las dos variables en valores que oscilan entre -1 y +1, el resultado es de 0.191, un valor bajo en comparación a lo recomendado según (Pedroza & Dicovsky, 2006) cercano a 0.800. R al cuadrado tiene un valor de 0.036= 3.6% que indica que el porcentaje de influencia es baja entre la variable dependiente e independiente. Por lo tanto, en el presente estudio la Inteligencia de Negocios y la Logística Integral tienen una relación lineal débil, las causas posibles debe ser a los bajos niveles utilización de herramientas de la Inteligencia de Negocios en la logística integral de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador.

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20,465	4	5,116	3,480	,008 <sup>b</sup>
	Residual	540,977	368	1,470		
	Total	561,442	372			

a. Dependent Variable: La organización interna está orientada a la automatización de los procesos y control mediante la Inteligencia de Negocios.

b. Predictors: (Constant), se realiza análisis de demanda, se realiza control del inventario, los clientes tienen acceso a información sobre catálogos de productos disponibles, se planifica los inventarios teniendo en cuenta la demanda de los clientes.

**Tabla 15** Tabla ANOVA Elaboración propia.

**Hipótesis nula:** No existe relación de impacto entre la Inteligencia de Negocios y la Logística Integral en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador.

**Hipótesis alternativa:** Existe relación de impacto entre la Inteligencia de Negocios y la Logística Integral en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador.

#### Regla de decisión

Valor  $p < \alpha 0.05$  se rechaza hipótesis nula

Valor  $p > \alpha 0.05$  se acepta la hipótesis nula

La significancia es de 0.008, es menor del 0.05 establecido, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la alternativa, por lo tanto, existe relación de impacto entre la Inteligencia de Negocios y la Logística Integral en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, sin embargo, la relación es baja apenas de 0.191.

#### CONCLUSIONES:

- La Logística Integral y la Inteligencia de negocios se han desarrollado a la par, desde la segunda guerra mundial, ya que la logística tuvo un papel esencial en el desarrollo de estrategias militares, al igual que el desarrollo de las computadoras y el internet para la comunicación y análisis de datos.

- Las categorías más representativas de las microempresas comerciales en la zona 3 del Ecuador son: Categoría 1: Venta al por menor de comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco. Categoría 2: Venta al por menor de artículos de ferretería, pinturas y productos de vidrio. Categoría 3: Venta al por menor de prendas de vestir, calzado y artículos de cuero. Categoría 4: Venta al por menor de productos farmacéuticos y medicinales, cosméticos y artículos de tocador que en total suman 12548 establecimientos.
- Mediante análisis de regresión lineal se determinó que existe relación de impacto entre la Inteligencia de Negocios y la Logística Integral en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, con un valor de significancia de 0.008, sin embargo, el impacto es débil con un valor R (coeficiente de correlación de Pearson) de 0.191.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya Tejero, J. (2015). Logística Integral (La gestión operativa de la empresa). Madrid: ESIC Editorial.
- Casanovas, A., & Cuatrecasas, L. (2011). Logística Integral Lean Supply Chain Management. Barcelona: Profit Editorial.
- Castillo, J., & Paniora, L. (2012).
- Chain, S. (26 de noviembre de 2015). EAE Business School. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/logistica-integral-la-implementacion-de-un-nuevo-modelo-de-gestion/>
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). Logística (Gestión de la cadena de suministros). Madrid: Díaz de Santos.
- Fernandes, C., Lopes, J., & Ribeiro, S. A. (2013). Los impactos del Business Intelligence en la Gestión del Área comercial de empresa

del Sector de Comunicación de Minas Gerais: un estudio de caso. *Ciencias de la Información*, 3-12.

López Bello, C., Bolaños Castro, S., & Méndez Giraldo, G. (2015).

Luhn, H. P. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal*, 314-319. Obtenido de <http://altaplana.com/ibm-luhn58-BusinessIntelligence.pdf>

Mora García, L. (2016). *Gestión Logística} integral*. Bogotá: ECOE Ediciones.

Muñoz, O. (19 de julio de 2011). Overblog. Obtenido de [https://es.overblog.com/En\\_que\\_consiste\\_la\\_logistica\\_integrada-1228321767-art236962.html](https://es.overblog.com/En_que_consiste_la_logistica_integrada-1228321767-art236962.html)

Navascués y Gasca, R., Yubero Esteban, M., & Pau i Cos, J. (1998). *Manual de logística integral*. Madrid: Díaz de Santos.

Noriega, R., Valdivia, M. G., Valenzuela, J., Haifa, M., Acosta, J., & López, R. M. (2012). Evolución de la inteligencia de negocios. *Culeyt*, 299-308.

Pedroza, H., & Dicoovsky, L. (2006). *Sistema de Analisis Estadístico con SPSS*. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

Pinheiro, C. A. (2008). *Inteligência analítica: mineiração de dados e descoberta de conhecimento*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.

Rosado, A. A., & Rico, D. W. (2010). Inteligencia de negocios: estado del arte. *Scientia et Technica*, 321-326.

Soret Los Santos, I. (2009). *Logística y operaciones en la empresa*. Madrid: ESIC.

Stair, R., & Reynolds, G. (2010). *Princípios de sistemas de informação*:

uma abordagem gerencial. São Paulo: Cengage.

Tello, E., & Velasco, J. (2016).

Torres, A., & Maldonado, C. (2016).

Transgesa. (08 de marzo de 2017). Transgesa. Obtenido de <https://www.transgesa.com/blog/logistica-integral-que-es/>

Turban, E. (2009). *Business intelligence: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio*. Porto Alegre: Bookman.

Urzelai Inza, A. (2013). *Manual Básico de Logística Integral*. Madrid: Díaz de Santos.



# **CAPITULO V**

**DISEÑO DE UN ENTRENADOR DE PRÓTESIS  
MIOELÉCTRICA PARA EXTREMIDAD  
SUPERIOR**

## **DISEÑO DE UN ENTRENADOR DE PRÓTESIS MIOELÉCTRICA PARA EXTREMIDAD SUPERIOR**

Design of A Mioelectric Prosthesis Trainer for Upper Extremity

### **Pazmiño Armijos Alexandra Orfelina**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo  
apazmino\_a@esPOCH.edu.ec

### **Gavilanes Carrión José Javier**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo  
javier.gavilanes@esPOCH.edu.ec

### **Jácome Tinoco Jairo Rene**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo  
jjacome@esPOCH.edu.ec

### **Luis Alberto Zabala Aguiar**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo  
luisin6989@hotmail.com

### **Luis Santiago Choto Chariguamán**

Escuela Superior Politécnica De Chimborazo  
schoto@esPOCH.edu.ec

## **RESUMEN**

La investigación se encuentra en desarrollo con la finalidad de generar el diseño de un entrenador de prótesis mioeléctrica para extremidad superior. De ese modo, se aportará en la consecución de una mejor calidad para el paciente, por cuanto es de suma importancia contar con un entrenamiento adecuado para el manejo de las prótesis, dado que el paciente requiere capacitación tener la confianza en sí mismo que le permita ejecutar movimientos con la prótesis para ser independiente



en su vida diaria, integrándose a las labores laborales, sociales, familiares, según sea pertinente. Así el trabajo investigativo procura contar con un entrenador que pueda ser implementado en beneficio de la sociedad, mediante el apoyo significativo no solo a los pacientes, sino, a sus familiares con quienes tendrá la oportunidad de desarrollar una vida compartida en asumir responsabilidades para el crecimiento mutuo, brindando la ciencia un aporte no solo en lo tecnológico, sino en lo social.

**Palabras claves:** Entrenamiento con prótesis mioeléctrica, calidad de vida, integración social.

#### **Abstract**

The research is under development in order to generate the design of a myoelectric prosthesis trainer for upper extremity. Thus, it will contribute to the achievement of a better quality for the patient, because it is of utmost importance to have adequate training for the management of the prosthesis, since the patient requires training to have the confidence in himself that allows him to execute movements with the prosthesis to be independent in their daily life, integrating to work, social, family, as appropriate. Thus the research work seeks to have a coach that can be implemented for the benefit of society, through significant support not only to patients, but also to their relatives with whom they will have the opportunity to develop a shared life in assuming responsibilities for the mutual growth, providing science a contribution not only in technology, but in the social.

**Keywords:** Training with myoelectric prosthesis, quality of life, social integration.

## **INTRODUCCIÓN**

Los seres humanos al vivir con todas sus extremidades se adaptan de modo natural a las mismas, realizando movimientos de índole voluntaria e involuntaria, movilizándose para la realización de diversas actividades de la vida diaria, lo cual fomenta una participación en los diversos quehaceres donde se desenvuelve. Cuando una de sus extremidades es perdida bien sea por accidentes, enfermedades que requieren amputación, así como otros casos, la persona no solo pierde una extremidad, sino, que se extingue parte de su vida, experiencias, costumbres del diario vivir, requiriéndose el uso de prótesis que suplanten la extremidad perdida.

La pérdida de la extremidad superior es un problema mundial que afecta a aproximadamente 42,000 personas en 2019 solo en los EE. UU. (Ziegler-Graham et al. 2008). Los amputados deben vivir con una función motora reducida, que puede tener un impacto negativo en el tipo de actividades que pueden realizar. El objetivo de las prótesis de extremidades superiores es aumentar el nivel de funcionalidad más cerca del nivel original de pérdida de la extremidad anterior. Las prótesis mioeléctricas, en particular, utilizan señales musculares generadas voluntariamente por pacientes amputados para controlar las prótesis eléctricas robóticas.

Esto genera una serie de opciones para contar con una prótesis adecuada que facilite contar con una calidad de vida lo más semejante posible cuando posea sus extremidades de modo natural. Para esto no solo es indispensable contar con una prótesis efectiva, sino, también con un entrenador adecuado, para que el paciente obtenga la confianza necesaria para tomar la decisión de usar la prótesis de modo efectivo. En este sentido, (Fougner et al. 2012), plantea que:

Un factor importante en la aceptación de una prótesis por parte de un paciente es la capacitación que reciben sobre cómo usarla. Sin

embargo, los métodos empleados actualmente para entrenar a los usuarios de prótesis no han madurado tan rápidamente como las prótesis en sí mismas.

Siendo necesario contar con un entrenador que les facilite la calidad de vida, mediante el aprendizaje de cómo usar adecuadamente la prótesis, el paciente ganará confianza y asumirá el uso de la prótesis de modo efectivo. Por lo tanto, el binomio prótesis – entrenador es de suma importancia para el paciente, es así que la actual investigación procura el diseño de un entrenador de prótesis mioeléctrica para extremidad superior, con la finalidad de brindar la oportunidad al mundo de la ciencia, cumplir con uno de sus fines, como lo es prolongar la vida humana en calidad. Desde lo planteado, surge la interrogante de investigación ¿Qué cualidades debe poseer un entrenador de prótesis mioeléctrica para extremidad superior?

## **METODOLOGÍA**

La capacitación para prótesis mioeléctricas generalmente se divide en tres fases: capacitación de señal, capacitación de control y capacitación funcional.

El entrenamiento de señal implica mostrar señales electromiográficas en vivo (SEMG) de los sitios de medición del usuario, lo que permite al usuario aprender cómo activar y aislar músculos individuales y asociarlos con los movimientos deseados.

El entrenamiento de control implica aprender a usar los músculos de manera adecuada mediante el uso de un sistema más activo de retroalimentación, como simulaciones por computadora, juegos o juguetes controlados por las salidas de SEMG del paciente, lo que permite un mayor entrenamiento para aislar los músculos y lograr tareas más concretas.

El entrenamiento funcional implica capacitar al usuario para usar la prótesis actual para las actividades de la vida diaria, comenzando con las habilidades motoras básicas y trabajando para tareas más avanzadas. Todo este entrenamiento en conjunto ayuda al paciente a acostumbrarse más a usar la prótesis y a tener más habilidad para usarla de manera regular (R. Dawson, 2012).

El entrenamiento de la señal y los pasos de entrenamiento de control que se usan con las prótesis modernas generalmente incluyen una forma simple de retroalimentación visual, usar una computadora para mostrar las amplitudes de la señal o una serie de movimientos repetitivos que el paciente debe producir para ayudar al aprendizaje.

El método convencional para controlar las prótesis mioeléctricas utiliza el valor absoluto medio (MAV) de una señal de electromiografía de superficie única (SEMG) medida desde un solo grupo muscular. Esta medida corresponde a una estimación de la intensidad de la señal y es el método más comúnmente empleado en las prótesis mioeléctricas comerciales.

Uno de los sistemas para el entrenamiento más utilizado es el sistema de entrenamiento para la mano prótesis mioeléctrica en el entorno virtual en la figura 3 muestran el sistema de entrenamiento para prótesis mioeléctricas usando tecnología de realidad virtual que desarrollamos. Dos electrodos de superficie están unidos a dos músculos residuales y las señales de SEMG se amplifican, se rectifican en onda completa y se suavizan para obtener la señal de IEMG (EMG integrado). Un electro-goniómetro está conectado al hombro o al codo del alumno para medir el ángulo de la articulación y determinar la postura de la mano virtual en el entorno virtual. Tanto la señal IEMG como la salida del goniómetro se ingresan en una computadora para calcular el movimiento de la mano y el objeto virtual. Los movimientos resultantes de la mano y el objeto se ilustran en la pantalla visual.



**Figura 1:** Manipulación de una extremidad de avatar virtual.  
**Realizado por:** Brian N. Perry, 2018

## RESULTADOS

Por ser un proyecto en desarrollo, el cual no se ha concluido, se presentan avances sobre la información procesada hasta el momento:

**Diseñar un módulo para simular una prótesis virtual correspondiente a una amputación por debajo del codo.**

Para el desarrollo del entrenador de prótesis mioeléctrica diseñado fue necesaria la implementación de una mano virtual dentro de un entorno gráfico. Dicha mano realiza movimientos motrices básicos de una mano real, como lo son la apertura y cierre. El objetivo de utilizar una mano virtual realista y no un objeto simplificado es que la primera opción genera en la persona una mejor asimilación de lo que sucede en el entrenador, hecho que permitirá la rápida asimilación de nuevos conocimientos y por ende respuestas favorables cuando finalmente maneje una prótesis real. Pues de una manera interactiva el usuario sentirá que se encuentra manipulando su propia mano.

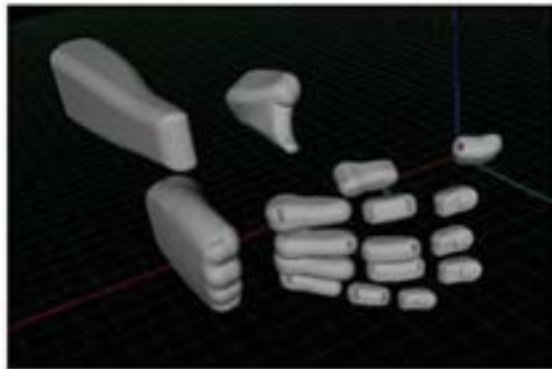


**Figura 2:** Modelado 3D de la mano a utilizar dentro del entrenador virtual.

Se utilizó un modelo 3D de una mano humana diseñada en SolidWorks. Esta posee la gran ventaja que se encuentra conformada por diferentes objetos que se ensamblan para obtener un único cuerpo. Cada uno de estos objetos representa las falanges proximales, mediales y distales de los dedos, la palma de la mano y el antebrazo (Véase figura 1). Es importante considerar este aspecto ya que posteriormente nos dará la facilidad de manipular a voluntad cada uno de estos elementos de forma independiente. Logrando así un aspecto muy realista cuando se simulen los diferentes movimientos que realiza una mano humana en los diferentes ejercicios del entrenador.

Para la creación de los entornos virtuales SolidWoks utiliza una herramienta conocida, basado en ODE (Open Dynamics Engine) un código abierto para la simulación dinámica de cuerpos rígidos. Actualmente es utilizado para simular vehículos, Burbano Villavicencio, Larriva Novo 77 objetos en entornos de realidad virtual y criaturas virtuales como Simulator puede trabajar con diversos softwares de CAD, como por ejemplo SolidWorks, Google SketchUp, entre otros. Este aspecto permite la importación de modelos 3D diseñados en los siguientes formatos: .wrl, .ive, .dae. En nuestro

caso el modelo del mano modificada se importó como un archivo VRML (.wrl). Sin embargo, antes de comenzar a trabajar con la mano importada es necesaria la asignación de un modelo físico a cada una de las piezas que conforman el objeto ensamblado con el fin de poder manipularlo dentro del entorno virtual a diseñar (Véase figura 2). Existen únicamente tres elementos posibles para la asignación de modelos físicos: esfera, cilindro, cubo.



**Figura 3:** Importación de la mano virtual en formato SolidWorks

El generador de modelos permite añadir también sensores y actuadores en el modelo 3D previamente importado. Se colocaron 6 sensores de presión Interlink Electronics FSR en las yemas del dedo medio, índice y pulgar (Véase figura 2.22). Logrando asemejar aún más el modelo virtual al de la prótesis real, pues esta cuenta con los mismos sensores para la determinar cuando la mano a sujetado un objeto cualquiera y evitar que esta siga cerrándose y pueda llegar a dañarlo.



**Figura 4:** Ubicación de los sensores Interlink Electronics FSR

Una vez colocados todos los componentes que conforman la mano es necesario realizar el ensamblaje de cada uno de ellos para lograr un único objeto móvil. Para esto es necesario declarar juntas o “joints” entre dos componentes independientes que deben unirse. La junta permite que los objetos independientes no se desprendan entre ellos, es decir permanezcan unidos ante cualquier condición (National Instruments, 2015b). Se puede asignar cuatro tipos de juntas diferentes como se muestra en la tabla 2.6. A cada junta se le puede asignar un motor con el fin de luego comandarlo, salvo a las juntas fijas. Cabe destacar que cada cuerpo que conforma la mano posee un determinado peso y un centro de masa y en base a esto se debe dimensionar el motor a utilizar en cada una de las juntas necesarias, pues de no ser así esta no soportara la fuerza que ejerce el cuerpo sobre el motor y colapsará, comenzando a girar como un péndulo. Se utilizarán cuatro motores diferentes situados en las juntas previamente definidas que permitirán que la mano se mueva, mismos que llevados a la realidad. El modelo físico de la mano 3D implementada se aprecia en las figuras.

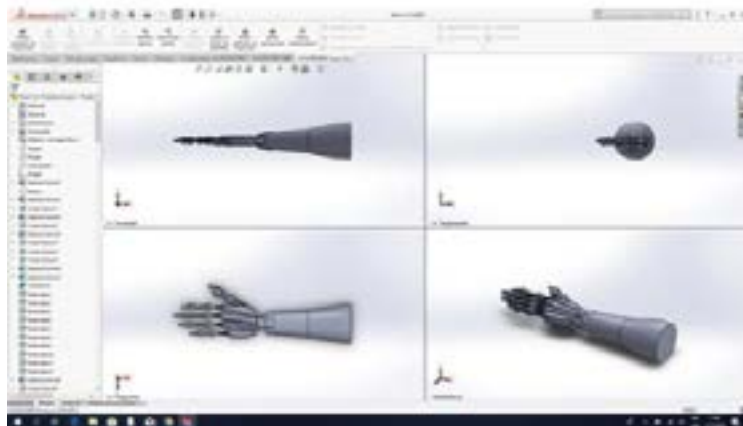
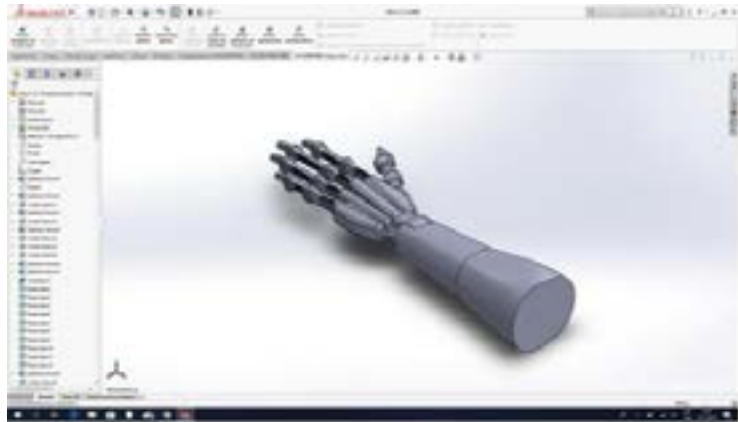


Figura 5: Modelo físico de la mano 3D implementada

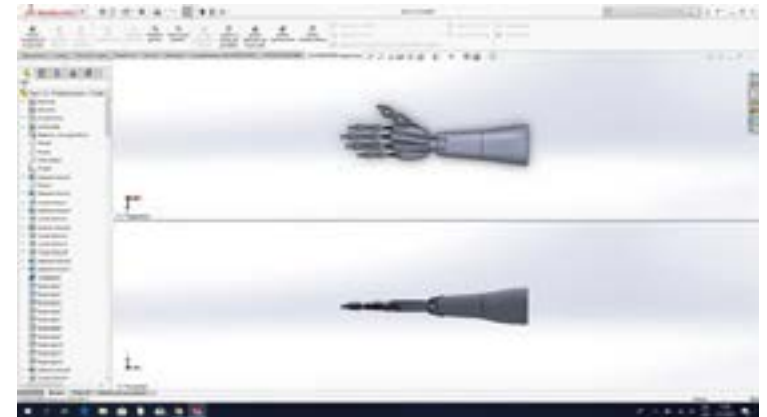


Figura 6: Modelo físico de la mano 3D implementada

## CONCLUSIONES

Para los procesados referidos anteriormente se han empleado distintos sistemas según las posibilidades técnicas disponibles en cada momento. Con los avances tecnológicos, los estudios EMG han ido mejorando en rapidez y consistencia, pero el juicio diagnóstico aún depende en gran medida de la experiencia y conocimientos de cada electromiografista. Los métodos cuantitativos intentan sustituir las apreciaciones subjetivas por medidas precisas y fisiopatológicamente significativas. Su rendimiento es en general satisfactorio cuando las condiciones de estudio son favorables (paciente colaborador, patología plenamente establecida, ruido escaso). Pero no siempre se dan estas circunstancias, existiendo aún importantes limitaciones derivadas de dos factores que de momento sólo pueden controlarse parcialmente: la variabilidad y el ruido.

En condiciones normales, las dimensiones de las UMs, como el número y distribución de las FMs, muestran grandes rangos de variación. Consiguientemente, los límites normales de los parámetros EMG son

muy amplios, lo que reduce notoriamente su sensibilidad<sup>11</sup>. Así, las alteraciones sutiles pueden pasar desapercibidas o no ser igualmente interpretadas por distintos exploradores.

Respecto al ruido, un factor destacado es la distorsión de las FOs de los PAUMs por superposición de descargas cuando se activan demasiadas UMs. Para la extracción manual de FOs se necesita minimizar estas distorsiones por lo que la contracción voluntaria tiene que ser muy débil. Esto incrementa el tiempo de exploración, así como el número de inserciones necesarias del electrodo de aguja y las molestias dolorosas para el paciente. En relación con estas limitaciones, los desarrollos actuales tienen como principales objetivos:

- Mejorar la extracción de señales para reducir el tiempo de adquisición.
- Optimizar el análisis automático de las señales.

A nivel de software específico para tratamiento de las señales EMG de aguja, en las últimas décadas se han producido importantes avances, relacionados con el aumento de la potencia computacional de los microprocesadores. Se exponen a continuación los métodos más destacados aplicados a la extracción, análisis y clasificación de las señales EMG.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIDDISS, E.A. y CHAU, T.T., 2007. Upper limb prosthesis use and abandonment: A survey of the last 25 years. *Prosthetics and Orthotics International* [en línea], vol. 31, no. 3, pp. 236-257. [Consulta: 16 enero 2019]. ISSN 0309-3646. DOI 10.1080/03093640600994581. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1080/03093640600994581>.

BOUWSEMA, H.; VAN DER SLUIS, C.K.; BONGERS, R., BOUWSEMA, H., VAN DER SLUIS, C.K. y BONGERS, &, 2010.

Learning to Control Opening and Closing a Myoelectric Hand. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [en línea], vol. 91, no. 9, pp. 1442-1446. [Consulta: 16 enero 2019]. DOI 10.1016/j.apmr.2010.06.025. Disponible en: <http://www.rug.nl/research/portal>.

DAWSON, M.R., CAREY, J.P. y FAHIMI, F., 2011. Myoelectric training systems. *Expert Review of Medical Devices* [en línea], vol. 8, no. 5, pp. 581-589. [Consulta: 16 enero 2019]. ISSN 1743-4440. DOI 10.1586/erd.11.23. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1586/erd.11.23>.

FOUGNER, A., STAVDAHL, O., KYBERD, P.J., LOSIER, Y.G. y PARKER, P.A., 2012. Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control—A Review. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* [en línea], vol. 20, no. 5, pp. 663-677. [Consulta: 16 enero 2019]. ISSN 1534-4320. DOI 10.1109/TNSRE.2012.2196711. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6205630/>.

JIZHOU LI, YONGJIN ZHOU y YONG-PING ZHENG, 2014. An indirect method to estimate the force output of triceps surae muscle. 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society [en línea]. S.l.: IEEE, pp. 5832-5835. [Consulta: 17 enero 2019]. ISBN 978-1-4244-7929-0. DOI 10.1109/EMBC.2014.6944954. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6944954/>.



# **CAPITULO VI**

**PENSAMIENTO SISTÉMICO EN LAS  
ORGANIZACIONES DEL ECUADOR**



**PENSAMIENTO SISTÉMICO EN LAS ORGANIZACIONES  
DEL ECUADOR**

Systemic Thinking in the Organizations of Ecuador

**Juan Carlos Pérez Briceño**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
juancarlosperzbriceno@yahoo.es

**Oscar Patricio López Solís**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
op.lopez@uta.edu.ec

**Angélica del Rocio Flores Rivera**

Escuela Superior Politécnica del Ejercito  
angelicaflores521@hotmail.com

**Rosario Elizabeth Cifuentes Chaquinga**

Instituto Tecnológico Superior Bolívar  
elizabethcfnts@gmail.com

**Francisco Antonio Morocho**

Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador  
francisco.morocho@unl.edu.ec

**Maryury Elizabeth Morejón Santistevan**

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.  
mayury.morejon@unesum.edu.ec

**RESUMEN**

El pensamiento sistémico comprende un método imprescindible para



fortalecer el desarrollo de las organizaciones, donde la actitud del ser humano está basada en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar constituyendo uno de los elementos a considerar en los procesos organizativos, de gestión, cambio e innovación. El objetivo de este trabajo es valorar la importancia del enfoque sistémico en el desarrollo de las organizaciones en el Ecuador. Se realizó análisis de contenido de la bibliografía revisada sobre el tema, que permitió efectuar juicios de valor sobre la importancia del enfoque sistémico en el desarrollo de las organizaciones del Ecuador desde la ciencia y la tecnología como procesos sociales. Se expone la aplicación del pensamiento sistémico a nivel organizacional, se muestran los diferentes enfoques y dimensiones utilizados en el estudio del pensamiento sistémico a nivel mundial y de forma particular en organizaciones a nivel nacional. Se concluye que los estudios del pensamiento sistémico constituyen una importante herramienta diagnóstica; a lo largo de la historia se han aplicado diferentes enfoques y dimensiones representativas de la organización, los cuales aportan información valiosa para su desarrollo.

**Palabras Claves:** Pensamiento Sistémico, Organización, Innovación, Tecnología, Desarrollo

#### **Abstract**

Systemic thinking comprises an essential method to strengthen the development of organizations, where the attitude of the human being is based on the perception of the real world in terms of totalities for analysis, understanding and action constituting one of the elements to be considered in the processes Organizational, management, change and innovation. The objective of this work is to assess the importance of the systemic approach in the development of organizations in Ecuador. Content analysis of the reviewed bibliography on the subject

was carried out, which made it possible to make value judgments about the importance of the systemic approach in the development of Ecuadorian organizations from science and technology as social processes. The application of systemic thinking at the organizational level is exposed, showing the different approaches and dimensions used in the study of systemic thinking at the global level and particularly in organizations at the national level. It is concluded that systemic thinking studies constitute an important diagnostic tool; Throughout history, different approaches and representative dimensions of the organization have been applied, which provide valuable information for its development.

**Keywords:** Systemic Thinking, Organization, Innovation, Technology, Development

#### **INTRODUCCIÓN**

La comprensión del fenómeno organizacional es una necesidad de todos los profesionales que tienen alguna responsabilidad en el manejo de personas y recursos de la sociedad. El avance acelerado de la ciencia y la técnica hace que la sociedad moderna esté obligada a competir dentro de un mercado cuya dinámica está pautada fundamentalmente por el desarrollo. El desarrollo de la ciencia y la tecnología a lo largo de la historia, ha propiciado la solución de problemas e interrogantes que han suscitado un marcado avance en el nivel de vida de la sociedad, que van desde una mayor profundidad en la comprensión de las leyes de la naturaleza hasta investigaciones que han dado respuesta a múltiples eventos que tienen lugar en la esfera social.

La ciencia es una forma de conciencia social y constituye un sistema de conocimientos adquiridos por los hombres, acerca de la realidad que nos rodea: la naturaleza, la sociedad y el pensamiento. Representa el reflejo de las leyes del mundo objetivo en forma de conceptos, sistema

de símbolos, teorías y otros. Es un fenómeno material cuando deviene en fuerza productiva directa, también es un fenómeno dialéctico ya que se encuentra en desarrollo constante, es un instrumento gnóstico, pero a la vez transformador de la realidad, es eslabón fundamental en el desarrollo de la sociedad y en la solución de sus problemas.

Por su parte, Por su parte, el Pensamiento Sistémico consiste en ver el todo como un sistema, compuesto por un conjunto de partes interrelacionadas. Considera al sistema como un todo indivisible y no simplemente como el resultado de la suma de las partes que lo originan.

Para desarrollar el pensamiento sistémico, debemos hacer el esfuerzo inicial de salir de la zona de confort y estirarnos lo necesario para ver más allá de lo que un pensador lineal puede ver. Al cabo de un tiempo y del mismo modo que ocurre con cualquier proceso de aprendizaje, también resultará “fácil y cómodo” dar respuestas de tipo sistémico. El enfoque sistémico propone soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman las partes intervinientes de todo sistema y el entorno del cual forma parte.

En las organizaciones del Ecuador, la necesidad de alcanzar nuevos y mayores logros, así como de incrementar la satisfacción de los clientes, usuarios o beneficiarios al igual que el de los propios trabajadores de las organizaciones con la actividad realizada o el servicio que se brinda, obliga a contar con métodos transformadores que permitan identificar todo lo que influye, de forma positiva o negativa, sobre el rendimiento de las personas en el trabajo.

Ahora bien, el componente humano, la maquinaria y equipos y las organizaciones que logran desarrollar la capacidad de alternar entre la manera lineal y sistémica de pensar obtienen una manifiesta ventaja competitiva con respecto a quienes solo se limitan a pensar respuestas de tipo lineal. Por su parte, el enfoque estratégico, implica comprender

en primer lugar el contexto en el que se encuentran; en segundo lugar, saber a dónde se quiere ir, lo que se traduce en tener visión de futuro; y, en tercer lugar, definir cómo se llegará a dónde a esa meta.

De esta manera, el pensamiento sistémico busca dar comprensión de manera más precisa cómo es el funcionamiento de la totalidad, así como de cada una de las partes relacionadas de un sistema, y los efectos que producen en el corto, mediano y largo plazo. Por tal razón, considera cada elemento dentro del sistema otorgándole la respectiva importancia a todos, inclusive los que aparentemente podrían ser irrelevantes o de menor importancia. Lo anterior representa un modo de pensar holístico, racional, lógico y estratégico con tendencia analítica y actúa sobre las causas que generan determinados efectos en cada sistema.

Ahora bien, en lo que corresponde al ecosistema organizacional del Ecuador, se debe analizar, a través de distintos procesos de desarrollo organizacional, cuáles son las causas que producen los éxitos y fracasos de personas y equipos directivos, pudiendo afirmarse que la presencia o ausencia de un enfoque sistémico y estratégico combinado es una de las principales razones.

En ese sentido, entre los problemas principales que pueden enfrentar las organizaciones en Ecuador están: la inexistencia de un plan estratégico, que implica una visión (principios) no compartida y no realista, así como una misión (propósito), establecida de manera incorrecta.

También se dan casos de usos inadecuados de recursos económicos, además del desconocimiento del funcionamiento del sistema organizacional, lo comunes riesgos laborales, la superposición de actividades, los conflictos entre departamentos y personal, ausencia de un liderazgo que conlleve a la eficacia y eficiencia de la organización, errores en la planificación aunada a una deficiente

gestión administrativa, donde cada uno de los elementos mencionados anteriormente puede ser verificados a partir de los usos de diversas herramientas o como entrevistas, consultas, matrices, entre otras. para luego ser sistematizados y colocados en un informe de diagnóstico organizacional.

De esta forma, el diagnóstico empresarial al cual se hace alusión perfila un marco general, gracias a la utilización del pensamiento sistémico el mismo que ayuda a orientar el análisis de los problemas actuales y potenciales de una organización. El modelo planteado puede ser utilizado por consultores, asesores, usuarios, gerentes y administradores de la empresa, es decir, resulta útil tanto para realizar un diagnóstico externo como interno, y permite, a través de la comparación entre lo que debe ser una empresa y lo que es en la actualidad, diagnosticar y analizar las diferentes interpretaciones de las observaciones y la adopción de un punto de vista que permita planificar, gestionar y administrar en el corto, mediano y largo plazo.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Valorar la importancia del enfoque sistémico en el desarrollo organizacional del Ecuador

### **Objetivos Específicos**

Analizar el ecosistema empresarial y su enfoque gerencial característico en las organizaciones del Ecuador

Diferenciar los factores claves de éxito para las organizaciones del Ecuador

Enunciar las virtudes de la implementación del enfoque sistémico

para el desarrollo organizacional en el Ecuador

## **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Desde el punto de vista metodológico: para el desarrollo de la investigación se aplicarán un conjunto de técnicas válidas y confiables que pueden ser utilizados en otros casos afines, con el fin de unificar criterios técnicos sobre el pensamiento sistémico, lo cual constituye una fuente de consulta para otros investigadores que aborden problemáticas con variables de estudio semejantes en otros contextos.

Desde el punto de vista práctico: La investigación beneficiará a las organizaciones de Ecuador, que podrá adoptar las consideraciones derivadas del estudio para cumplir con los objetivos trazados y mantener dentro cada empresa la integración, en función de lo manifestado por Anzola (2002) quien asegura que “la existencia de esquemas de organización deficientes de una planeación adecuada ocasiona problemas para las organizaciones que deseen ser competitivas en el mercado”. Así mismo, la investigación puede ser consultada por los investigadores y Profesionales interesados en desarrollar el pensamiento sistémico en las organizaciones.

En el contexto social, contribuye a un mejor servicio intermedio dentro de las organizaciones, lo cual se traduce a un mejor clima laboral, donde se minimizan los trabajos, lo cual garantiza un mejor servicio para los clientes internos de la empresa. Igualmente, permitirá emprender un proceso para que sus procesos sean eficientes y efectivos, adecuando los mismos a la realidad global actual.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **Organizaciones y sistemas organizacionales**

Las organizaciones están integradas por seres humanos y por las

relaciones que conforman los diferentes elementos o subsistemas donde destacan los cuatro tipos de recursos: los humanos, los materiales, los financieros y la información. (Fernández y Capote, 2010) Estos subsistemas interrelacionados entre sí y con otros, como los de autoridad, decisiones, participación, control y comunicación; constituyen el tejido estructural de las mismas.

Las organizaciones están compuestas de personas que viven en ambientes complejos y dinámicos, lo que genera comportamientos diversos que influyen en el funcionamiento de los sistemas, que se organizan en grupos y colectividades, el resultado de esta interacción media en el ambiente que se respira en la organización.

En la sociedad moderna los sistemas organizacionales marchan a la par de los procesos de transformaciones sociales y alcanzan una gran difusión de manera tal que constituyen un medio a través del cual la sociedad busca soluciones a los problemas que enfrenta. La organización, considera a la sociedad como el sistema más amplio, que le pone condiciones y la transforma teniendo en cuenta el entorno con el que interacciona constantemente de tal manera que contribuya a la mejora continua del sistema.

### Comportamiento Organizacional

Permite el estudio sistemático de los actos y las actitudes que las personas muestran en las organizaciones, dentro de esta dimensión se exploran las categorías:

- **Motivación:** conjunto de intenciones y expectativas de las personas en su medio organizacional, es un conjunto de reacciones y actitudes naturales propias de las personas que se manifiestan cuando determinados estímulos del medio circundante se hacen presentes.
- **Comunicación:** proceso dirigido a facilitar y agilizar el flujo

de mensajes que se dan entre los miembros de la organización, entre la organización y su medio y en las opiniones, aptitudes y conductas dentro y fuera de la organización.

- **Relaciones interpersonales y de trabajo:** se refiere a la percepción por parte de los miembros de la organización acerca de la existencia de un ambiente de trabajo grato y de buenas relaciones sociales tanto entre pares como entre jefes y subordinados.

### Estructura Organizacional

Se refiere a los sistemas formales (normas y procedimientos) que regulan el desarrollo del trabajo. Es un ordenamiento dinámico, cambiante, que incluye un conjunto de interacciones y coordinaciones entre los medios, los procesos y el componente humano de la organización, para asegurarse que este logre sus propósitos sociales, dentro de esta dimensión se agrupan las categorías:

- **Funcionamiento:** es el conjunto de procesos que le da vida y movimiento a la organización, es la forma en que se organiza una institución para cumplir su misión y lograr sus objetivos.
- **Condiciones de trabajo:** se refiere a las condiciones ambientales físicas y psicosociales en que se realiza el trabajo, así como la calidad y cantidad de los recursos que se suministran para el cumplimiento de las funciones asignadas.
- **Estímulo al desarrollo organizacional:** significa poner énfasis en la búsqueda de la mejora continua para lograr un cambio planeado en la organización conforme a las necesidades identificadas.

### Estilo de Dirección

Implica la forma adoptada por el nivel directivo de la institución para

guiar u orientar sus acciones, con vistas a lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos para la organización, con las categorías:

- **Liderazgo:** influencia ejercida por ciertas personas especialmente los jefes, en el comportamiento de otros para lograr resultados.
- **Participación:** se refiere a la contribución de las personas y los grupos formales al logro de objetivos de la organización.
- **Solución de conflictos:** representa al estado en que los miembros de la organización, tanto pares como superiores, aceptan las opiniones discrepantes o no para enfrentar y solucionar los problemas en cuanto surjan.
- **Trabajo en equipo:** se basa en el trabajo para el logro de objetivos comunes con una participación organizada y en un ambiente de apoyo mutuo de los integrantes del equipo.

Lo más relevante de este enfoque es que permite obtener, con la aplicación de un cuestionario, una visión rápida y bastante fiel de las percepciones y sentimientos que tienen las personas dentro de las organizaciones del Ecuador, asociados a determinadas estructuras, estilos de dirección y condiciones de la organización, independientemente del nivel en que se desempeñan.

Valorar que el medio ambiente donde se desempeñan las personas sea adecuado y que responda a los intereses personales e institucionales, es determinante para el clima organizacional, el que es reflejo de la interacción entre las características personales y organizacionales.

Es por ello que, desde los estudios de la ciencia y la tecnología, como procesos multidireccionales que dependen de entornos sociales, la medición del clima como ya se ha expresado, no se puede ver como un resultado aislado, sino como una herramienta diagnóstica donde cada individuo tiene una percepción distinta del medio en que se

desenvuelve y aporta con una visión holística al desempeño de la organización.

Es importante destacar que, en la búsqueda de un desarrollo sostenible de las instituciones en salud, desde la ciencia, a través de investigaciones sobre clima organizacional se puede ofrecer información necesaria que permita la adecuada toma de decisiones. De esta manera, se requiere integrar factores económicos, sociales, culturales y políticos teniendo en cuenta el enfoque multidisciplinario e interdisciplinario de la salud pública. El avance acelerado de la ciencia y la tecnología demandan a las organizaciones la necesidad de trazar estrategias y acciones pertinentes con el fin de garantizar la calidad de la atención, elevar el nivel de productividad e incrementar el nivel de satisfacción de los trabajadores del sistema y de la población.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos planteados se procedió a investigar los referentes del tema sistémico, buscando encontrar las pautas generales del por qué las organizaciones se focalizan principalmente en hacer sus procesos eficientes y los desarrollan de manera no integrada ni articulada con el propósito final de la organización y de los mismos procesos. Esta afirmación recae en la forma como generalmente son vistos algunos de los procesos de Gestión Humana, que, si bien buscan incrementar el aporte del trabajador y mejorar su compromiso, logran efectos totalmente contrarios como la aversión, el disgusto y la falta de valor agregado de procesos tan importantes como la evaluación del desempeño, la compensación, la selección y la capacitación, por nombrar algunos.

Así mismo, se procedió a investigar algunos referentes de la teoría sistémica y los impactos que esta genera a nivel de estructura de pensamiento, entendiendo que esta última es la fuente básica que

tienen los profesionales que diseñan los procesos de sus empresas. A partir de allí se buscó la forma de proponer -basándose en mejores prácticas y orientaciones conceptuales de algunos pensadores del tema de desarrollo organizacional- acciones concretas de intervención en la forma de pensar y de estructurar los procesos de desarrollo organizacional y por ende los retos de los profesionales del área. Posteriormente se desarrolla el análisis de los procesos de desarrollo organizacional para proponerlos desde la perspectiva sistémica. Para el análisis de estos procesos se tuvieron en cuenta las mejores prácticas y los conceptos de los pensadores del tema que proponían esquemas sistémicos y relacionados con el tema de generación de valor enfocado al cliente.

### **Tipo de Investigación**

El paradigma de la investigación fue Histórico-hermenéutico, donde se busca comunicar, traducir, interpretar y comprender los mensajes y significados no evidentes de los textos y contextos (historia, cultura, política, filosofía, sociología, educación, entre otros.). Para tal fin se utilizó un enfoque Cualitativo con datos descriptivos e interpretativos, lo cual se fundamenta en la revisión de literatura, orientada en aprender de diferentes experiencias y puntos de vista, además de análisis documental, contando a su vez con el método inductivo, toda vez que se utilizó el razonamiento para llegar a conclusiones de aplicación general.

### **Técnica de Recolección de Datos**

Como técnica de recolección se tiene en cuenta el análisis de contenido, con lo cual se pudo identificar y describir de una manera objetiva y sistemática las propiedades de un texto con la finalidad de obtener conclusiones; adicionalmente, permite de manera objetiva y

sistemática la interpretación de contenidos. Se realizó una revisión sistemática exploratoria siguiendo la metodología de Manchado (2009) de artículos sobre pensamiento sistémico y gestión y las ecuaciones de búsqueda pensamiento sistémico y desarrollo organizacional.

Los artículos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: artículos relacionados con aplicación de pensamiento sistémico en el desarrollo organizacional de las empresas de Ecuador. Una vez identificados los textos, estos fueron organizados en una matriz documental con el fin de identificar documentos repetidos. Posteriormente, a través del análisis de contenido se revisan uno a uno los textos completos y los resultados del análisis de cada una de las categorías son organizados haciendo uso de una matriz analítica. Las categorías analizadas son: campo de aplicación, concepto de pensamiento sistémico, elementos del pensamiento sistémico, teoría abordada del pensamiento sistémico, conceptos de desarrollo organizacional, elementos del desarrollo organizacional, teoría abordada de desarrollo organizacional.

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Para conseguir el éxito es indispensable lograra el pensamiento sistémico dentro de las organizaciones del Ecuador, es decir, sistemas organizacionales que deben desarrollar al máximo todo su potencial a través de planes estratégicos que le permitan obtener beneficios y sobrevivir por largo tiempo en un mercado cada vez más grande y competitivo. De este modo, las compañías que lograrán asumir una posición de liderazgo serán aquellas que se preocupen y logren desarrollar al máximo sus ventajas competitivas, incrementar la capacidad de competir de una empresa es la clave para conseguir el éxito en la actualidad.

En ese sentido, la necesidad de planificar la calidad de los productos

y/o servicios se ha vuelto cada vez más una prioridad ineludible para todas las organizaciones sin importar su capacidad productiva, debido a la globalización de los mercados, las empresas deben hacerse mucho más competitivas no solo por el precio de sus productos y/o servicios, sino que también en la calidad de su trabajo, para logra la satisfacción de las necesidades de sus clientes.

En ese sentido, el logro de los propósitos señalados anteriormente requiere que los gerentes conduzcan a las empresas a convertirse en organizaciones sistémicas sociales que, las cuales debe tener las siguientes características:

**Son organizaciones democráticas.** El término democrático hace alusión a la capacidad de los miembros para tomar decisiones y actuar en consecuencia. El individuo puede ser influenciado por personas que tienen autoridad sobre él, pero este siempre decidirá actuar de acuerdo con sus criterios.

**Ostentan una economía interna de mercado.** La gestión por procesos ha arraigado este concepto que significa que en cada parte de la organización las áreas pueden comprar o vender su producción a cualquier cliente o proveedor y se regirán por criterios de calidad, precio y valor agregado.

**Poseen una estructura organizacional multidimensional.** Se refieren a que las organizaciones deben estructurarse por la función que desempeñan (unidades cuyas salidas son de consumo interno), sus productos y servicios (usualmente los consumen los clientes externos a la organización) y sus usuarios (clientes que compran sus portafolios de productos y servicios).

**Utilizan un proceso de planeación interactiva.** Significa que el proceso de planeación debe incluir, además de lo que se espera, los medios, el suministro de los recursos, la especificación de los pasos y el

diseño del sistema de monitoreo y control tanto de la implementación como de los efectos del plan.

**Mantienen sistemas de apoyo de las decisiones.** Significa implementar un sistema de retroalimentación que permita el registro de las expectativas generadas alrededor de cada decisión importante, los supuestos de información que lo sustentan y el proceso mediante el cual se llega a la decisión

## CONCLUSIONES

Se evidencia la necesidad de comprender los procesos organizacionales a la luz de una perspectiva sistémica, ya que bajo esta deben aplicarse el diseño y la implementación de los procesos del área. Comprender las herramientas y aplicaciones del enfoque sistémico permitirá a los profesionales que diseñen sus procesos impactar más a la organización, encontrar el sentido original con colaboradores competentes, motivados y desarrollados, y con procesos rigurosos de selección, recompensas por el desempeño, entrenamiento y compromiso. Estos estudios demuestran que las empresas que desarrollan las mejores prácticas han realizado inversiones significativas en alinear sus procesos de gestión humana que reflejen claramente su enfoque al alto desempeño.

Adicionalmente, estos esfuerzos han conseguido que su éxito se convierta en una herramienta difícil de imitar, convirtiéndose en una ventaja competitiva. Los estudios también han confirmado que todas las mejores prácticas no aplican en todas las organizaciones por cuanto es necesario que estas sean ajustadas a la empresa. Igualmente, se ha confirmado que es necesario entender el medio en el que se desarrolla la práctica, puesto que este es un elemento, anteriormente fundamental en el resultado de la práctica del porqué de los procesos e incrementar el sentido de pertenencia y de productividad de los trabajadores. Estas

aplicaciones sistémicas permitirán que los procedimientos del área se estructuren para mejorar los procesos y hacer que estos generen mayor valor a la organización mediante los retos específicos planteados en este documento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anzola A (2002). La Gestión de la Diversidad en las Empresas Españolas. Colección EOI. 151p.

Antonacci, F. (2018). Transposición de Saberes Desde el Análisis Organizacional de las Metáforas de Morgan; Herramienta para Romper Paradigmas de la Gerencia Académica Universitaria en Venezuela. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 2(3), 31-47. Recuperado de <http://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/revistakoinonia/article/view/50> Fecha de acceso: 01 Oct. 2018.

Barney, J. (1991) Ganando y Sostener una Ventaja Competitiva. Addison-Wesley, Addison-Wesley, Reading.

Chiavenato I. (2009). Comportamiento Organizacional. La Dinámica del Éxito en las Organizaciones. Segunda Edición. p-6, 11, 24 a 29, 72, 124 a 126, 144, 186 a 188, 272 a 273, 434 a 436. Editorial Mc Graw Hill. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. Méjico.

Davis, K. y Newstrom, J. W. (2002). El Comportamiento Humano en el Trabajo. Octava edición (Tercera edición en español). Ediciones McGRAW-HILL.

Escudero, M. J. (2010). Operaciones Administrativas de Compraventa. Madrid, España: Ediciones Parainfo, SA.

Fernandez, A; Capote, V. (2010). La gerencia Estratégica. Legis Editores S.A., Quinta reimpresión.

Hayles, N.K. (2000). La Evolución del Caos. España: Editorial Gedisa.

Hesselbein, F., Goldsmith, M., y Beckhard R. (Comp.). (1998). La Organización del Futuro. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.

Johansen, B.P. (1990). Situation leadership: a review of the research. Human Resource Development Quarterly, 1, 73-85.

Lara R, F. (sin fecha). Organizaciones Complejas. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET). [Consulta: 2018, octubre 26] disponible en [http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos\\_final/385trabajo.pdf](http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/385trabajo.pdf).

Luna, R; & Pezo, A. (2005). Cultura de la Innovación y la Gestión Tecnológica para el desarrollo de los pueblos. CAB ciencia y tecnología. 143 pp. 52-56. [Consulta: 2018, octubre 26], de: <http://books.google.com.co/s?id=WRQdth7uaKoC&pg=PT57&dq=cultura+organizacional&hl=es&sa=X&ei=Mx1QUqnOCK6z4AP74YDQAg&ved=0CFoQ6AEwCQ#v=onepage&q=cultura%20organizacional&f=false>.

Morín, E (2003). Educar en la Era Planetaria. Editorial GEDISA, Nov 1,-144 pág. [https://books.google.co.ve/books?id=M\\_AkBQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbse\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.ve/books?id=M_AkBQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1999). La Organización Creadora del Conocimiento: Cómo las Compañías Japonesas Crean la Dinámica de la Innovación. México: Oxford University Press.

Prigogine, I. (2004). Las Leyes del Caos. (2ª. ed.). Editorial Crítica: Barcelona.

Rodríguez, J. (2010). El Talento Humano y Las Competencias: Conceptos Disponible: <http://psicologiayempresa.com/el-talento-humano-y-lascompetencias-conceptos.html>. [Consulta: 2018, octubre 26].



Villalba, M. (2012). Gestión Con Base en las Ciencias de la Complejidad: Las Organizaciones Como Estructuras Disipativas. [documento en línea]. <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/viewFile/1960/2046.pdf>Consulta: 2018, octubre 21].

# CAPITULO VII

**PERSPECTIVAS ECONÓMICAS Y UN MODELO DE CRECIMIENTOS PARA EL ECUADOR**

**PERSPECTIVAS ECONÓMICAS Y UN MODELO DE  
CRECIMIENTOS PARA EL ECUADOR**

Economic perspectives and a growth model for Ecuador

**Oswaldo Javier Jácome Izurieta**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
oj.jacome@uta.edu.ec

**Judith Viviana Cando Pilatasig**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
jv.cando@uta.edu.ec

**Juan Federico Villacis Uvidia**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
jf.villacis@uta.edu.ec

**Jaime Fernando Andrade Guamán**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
jf.andrade@uta.edu.ec

**Ángel Geovanny Carrión Gavilanez**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
ag.carrion@uta.edu.ec

**Diego Marcelo Lara Haro**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
dm.lara@uta.edu.ec

**RESUMEN**

En el mundo actual, la creciente interdependencia entre naciones, con distintos niveles de desarrollo en los ámbitos económico, político, social y cultural, no permite que ninguno, por grande que sea, pueda

vivir, sin interactuar y relacionarse con el exterior, al existir tendencias globales que imponen retos y desafíos nuevos. Los niveles de actuación a considerar son complejos en momentos donde viejos paradigmas como la unidad de la Unión Europea (UE) se cuestionan y que despiertan viejas contradicciones nacionales que tienen repercusiones económicas políticas y sociales internacionales a las cuales habría que sumar las incertidumbre creadas desde Estados Unidos y su nuevo presidente que atentan contra los avances en la lucha contra el cambio climático, al promover el uso de los combustibles fósiles, y abren nuevos espacios en la carrera armamentista y mayores interrogantes entre las potencias nucleares y el resto del mundo.

**Palabras Claves:** Crecimiento económico, modelo, tendencias globales

#### ABSTRACT

In today's world, the growing interdependence among nations, with different levels of development in the economic, political, social and cultural spheres, does not allow any, however large, to live, without interacting and interacting with the outside, to exist global trends that impose new challenges and challenges. The levels of action to be considered are complex at times when old paradigms such as the unity of the European Union (EU) are questioned and that awaken old national contradictions that have international political and social economic repercussions to which we should add the uncertainty created by States. The United States and its new president, who attack advances in the fight against climate change, by promoting the use of fossil fuels, and open new spaces in the arms race and greater questions between the nuclear powers and the rest of the world.

**Key Words:** Economic growth, model, global trends

#### INTRODUCCIÓN

El crecimiento de un país no necesariamente significa que se experimente un desarrollo de este, pudiendo ser inclusive un factor empobrecedor y depredador del medio ambiente, no obstante, el debate del desarrollo y sus vías continúa en la actualidad. En ese sentido, son necesarios los trabajos de conceptualización, y el examen crítico de las aplicaciones prácticas en diferentes naciones, destacando que en casi todos estos modelos predominan los estándares impuestos desde los países capitalistas desarrollados.

Por otra parte, el crecimiento económico comprende una situación necesaria para que el desarrollo económico sea palpable en un país, ya que unido al proceso de desarrollo contemplan un largo transito hacia transformaciones económicas y políticas en un país. Este crecimiento, se puede dar de muchas maneras, siendo una de ellas las que involucran el sector externo de economía. El cual resulta de relevancia para el Ecuador toda vez que a través de él se sustenta la dolarización.

Dentro de los múltiples modelos que pueden explicar el fenómeno ecuatoriano está la ley de Thirlwall, la cual señala que los países que presenten una tasa de crecimiento efectiva mayor con relación a la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio de largo plazo se enfrentaría a la acumulación de déficit en su cuenta corriente. Ocurrido esto, el resultado sería insostenible a largo plazo. Considerando lo anterior, la investigación se fundamenta en demostrar si en el mediano y largo plazo existen restricciones para el crecimiento económico a través de la balanza de pagos, lo que se traduce en las economías dolarizadas, en la contracción de la economía vía liquidez. Esta contracción se da para que la tasa de crecimiento se ajuste a la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio en el largo plazo de la balanza de pagos.

Cabe destacar que la balanza de pagos de un país puede incidir de

manera directa e indirecta en el crecimiento del producto por los siguientes motivos: La existencia de una tendencia negativa en el largo plazo de las exportaciones de un país con respecto a las importaciones, de las cuales se derivan consecuencias negativas sobre el producto real y el empleo, lo afectaría a diversos sectores de la economía real. En segunda instancia, ningún país puede crecer, en el largo plazo, con mayor velocidad que su tasa de crecimiento consistente con el equilibrio de cuenta corriente, salvo que pueda financiar constantemente sus crecientes déficit de cuenta corriente.

A hora bien, si la tasa de crecimiento efectiva del producto es más pequeña que la tasa de crecimiento asequible de la economía, la economía real se encontraría en depresión, y la existencia de crecientes déficit comerciales, los cuales pueden ser financiados con altas tasas de interés e ingreso de capitales, existirán incentivos para la acumulación en activos monetarios lo que conlleva a desestimular la inversión en activos productivos, de los cuales depende en última instancia el crecimiento del producto.

## JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La contribución del presente estudio consiste en verificar si se cumple la ley de Thirlwall como modelo económico para la determinación del crecimiento en el Ecuador y calcular la tasa de equilibrio del producto consistente con la balanza de pagos en el largo plazo. Una de las soluciones sostenibles para aliviar la restricción en el crecimiento económico, se da a través del incremento de las exportaciones de un país. La expansión de las exportaciones permitirá aliviar la restricción de balanza de pagos y obtener un crecimiento del producto de largo plazo. Por tanto, la demanda, en particular, la demanda de exportaciones es el elemento crítico que explica las diferencias de crecimiento entre países. Esto se da, porque las exportaciones pueden expandir la demanda sin generar déficit por cuenta corriente ya que las

economías no pueden endeudarse indefinidamente. He aquí la razón del porque las elasticidades de exportación e importación determinan la tasa de crecimiento de equilibrio exterior al que la tasa actual del producto converge a largo plazo.

Cuando el objetivo de un país es alcanzar la tasa de crecimiento de equilibrio exterior, puede disminuirse la elasticidad de las importaciones a través de aranceles a los productos importados, aunque esta medida no es la correcta en un mundo donde los países tienden al libre comercio. Simultáneamente, la expansión y el fortalecimiento del sector exportador es necesario para alcanzar dicha tasa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Modelo Analítico y Teoría Econométrica

Los estudios que se han realizado para verificar la Ley de Thirlwall, tuvieron como propósito la verificación del cumplimiento de dicha ley, dada la importancia de la demanda externa y la consistencia entre el crecimiento del producto y la Balanza de Pagos. Muchos de estos estudios se han realizado para países desarrollados contemplando la Ley de Thirlwall en su versión original, es decir, sin los flujos de capitales. En este estudio, se tomará en cuenta los flujos de capitales que mantiene el Ecuador ya que, para los países en vías de desarrollo, los flujos de capitales son un componente importante.

Originalmente, Thirlwall (1979) trabajó con tasas de crecimiento de las variables propuestas en su modelo y con estimaciones de elasticidades ingreso de las funciones de importaciones para calcular la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio de la balanza de pagos ( $y^*$ ).

En la década de los noventa, se comienza a utilizar técnicas econométricas para testear la validez de la Ley de Thirlwall. Alonso (1994), Atesoglu (1996,1997), Hieke (1997), Mc Combie (1997), Chávez et alter (1999) y Porcile et alter (1999), utilizaron técnicas

de cointegración de series temporales porque de acuerdo a la Ley de Thirlwall, había una relación de largo plazo entre las exportaciones reales y el producto del país.

### Estacionariedad de Series de Tiempo y Raíces Unitarias

Una serie es estacionaria cuando su media y auto covarianzas no dependen del tiempo. El ejemplo canónico de una serie no estacionaria es la caminata aleatoria:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $\varepsilon_t$  es un error aleatorio denominado “ruido blanco”. La serie  $y$  tiene un valor constante de predicción, condicional a  $t$ , y su varianza se incrementa con el tiempo, esto se demuestra bajo el supuesto de  $Y_0 = 0$

$$y_1 = y_0 + \varepsilon_1 \quad \Rightarrow \quad y_1 = \varepsilon_1$$

$$y_2 = y_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

$$y_t = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_t$$

$$V(y_t) = t\sigma^2$$

La caminata aleatoria es una serie estacionaria en primeras diferencias, esto es: Una serie estacionaria en diferencias, se dice ser integrada y se denota como  $I(d)$ , donde  $d$  es el orden de integración. El orden de integración es el número de raíces unitarias contenidas en una serie, o el número de diferencias que hacen que una serie se vuelva estacionaria. Para la caminata aleatoria existe una raíz unitaria, así la serie es  $I(1)$ . De la misma forma, una serie estacionaria es  $I(0)$ .

Es importante verificar, antes de trabajar con una serie, si esta es estacionaria o no. Un método para verificar la estacionariedad o no de la serie es la prueba de raíz unitaria de Phillips-Perron (1988). Se utiliza este test de estacionariedad y no el test de Dickey Fuller o Dickey Fuller Aumentado debido a que el primer test es un test no paramétrico; es decir, no requiere que los residuos sean ruido blanco, sino que es suficiente que sean estacionarios. El test de Phillips-Perron (1988) considera un proceso AR (1):

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $\mu$  y  $\rho$  son parámetros y  $\varepsilon_t$  es un ruido blanco. Así,  $y$  es una serie estacionaria si  $-1 < \rho < 1$ . Si  $\rho = 1$ ,  $y$  es una serie no estacionaria (caminata aleatoria con drift); si el proceso comienza en cualquier punto, la varianza de  $y$  se incrementa con el tiempo y tiende a ser infinito. Si el valor absoluto de  $\rho$  es mayor a 1, la serie es explosiva.

En resumen, lo que se debe hacer en primer lugar es testear las series en niveles bajo la  $H_0$ : Presencia de raíz unitaria contra la  $H_1$ : Estacionarias en tendencia. Si no se puede rechazar la Hipótesis Nula, se las procede a diferenciar una sola vez para chequear su estacionariedad o no bajo la  $H_0$ : Presencia de Raíz Unitaria en primeras diferencias contra la  $H_1$ : Series Estacionarias en diferencia. Si se rechaza la hipótesis nula, la serie será integrada de orden 1, es decir,  $I(1)$ .

### Cointegración

La idea básica detrás de la cointegración radica en que, si todos los componentes de un proceso vectorial de series temporales poseen raíz unitaria, o en otras palabras, si dichos vectores forman un proceso de tal manera que las variables sean  $I(1)$ , entonces dicho proceso daría lugar a una combinación lineal estacionaria. Esta combinación

lineal puede ser interpretada como una relación de largo plazo entre las variables que componen dicho proceso. Si se tuviese dos variables  $x_t$  y  $y_t$ , las cuales son I (1), la relación de largo plazo o también denominada, relación de cointegración del sistema, viene representada de la siguiente forma:

$$y_t = \alpha + \beta x_t + \mu_t$$

De la ecuación anterior, se obtendrán valores estimados de  $\hat{\alpha}$  y de  $\hat{\beta}$ , del cual se puede expresar lo siguiente:

$$\hat{\mu} = y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_t.$$

La re-especificación de la expresión anterior permitirá obtener una relación en el corto plazo de las variables como la siguiente:

$$\Delta y_t = \zeta ( y_{t-1} - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_{t-1} ) + \beta \Delta x_t + \varepsilon_t$$

En donde  $\hat{\mu}$  será igual a  $y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_t$ , y dado que  $\Delta x$  y  $\Delta y$  son estacionarios, para que la relación de corto plazo sea factible, y por ende para que exista cointegración, lo único que se requerirá es que  $\hat{\mu}$  sea I (0). También debe distribuirse normalmente con media

cero y varianza  $\sigma^2$ .

Para verificar la existencia de cointegración de las variables, se utilizará el método de Johansen (1992).

Es preferible utilizar el test de Johansen y no Engle & Granger (1987).

La razón se da porque estudios previos han obtenido más de dos relaciones de cointegración, lo que llevaría a la existencia a su vez de múltiples vectores de cointegración. Trabajar con el test de Engle & Granger (1987) es factible solo si existiese una sola relación de cointegración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para comprobar la validez de la Ley de Thirlwall en la economía ecuatoriana, se realizó la prueba de Phillips-Perron con lo cual se verifica la existencia o no de raíz unitaria en las variables, luego se realizará el test de cointegración de Johansen (1992). Si se evidencia una relación en el largo plazo entre el producto real efectivo y las exportaciones se procederá a calcular la tasa de crecimiento consistente en el largo plazo con la balanza de pagos –Ley de Thirlwall–.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables que se utilizaron en la investigación son:

<i>Nombre de la Variable</i>	<i>Nombre de la Variable en LN en Eviews</i>
Exportaciones reales	XR
Tipo de Cambio Real	TCR
Términos de Intercambio	TOT
PIB Real del Ecuador	PIBr
PIB Real de los 18 países que mantiene mayor flujo comercial con Ecuador	PIBr18
Importaciones Reales	MR

Con respecto a las Exportaciones Reales (año base 2000), Índice del Tipo de Cambio Real (año base 1994), Términos de Intercambio (año base 1995), PIB real del Ecuador (año base 2000), e Importaciones Reales (año base 2000), estas fueron obtenidas a través de las estadísticas divulgadas por el Banco Central del Ecuador. Por otro lado, el PIB real de los 18 países que mantienen mayor flujo comercial

con el Ecuador, es un índice obtenido de la base de datos del Fondo Monetario Internacional. No se tomó el PIB real de cada país porque se desea conocer si la evolución de dichas economías a lo largo del tiempo afecta también a la dinámica del PIB real del Ecuador.

Todas las variables antes mencionadas fueron transformadas a logaritmo natural. Aquello, no representa un problema en las estimaciones econométricas porque las series en sus valores originales se comportan de la misma si estuviesen expresadas en logaritmo natural. La muestra de datos es anual y abarca desde el año 1970 hasta el año 2004. La no existencia completa del Índice del PIB real, para ciertos países con los que Ecuador mantiene mayor flujo comercial, es una razón por la que no se contempla el año 2005 dentro del periodo de estudio. La muestra de 18 países para la obtención del Índice del PIB real se basa en los países con los que el Ecuador mantiene un mayor flujo comercial. Estos países son: Argentina, Bélgica, Chile, Brasil, Colombia, España, Estados Unidos, Francia, Alemania, Holanda, Inglaterra, Italia, Corea, Japón, México, Panamá. Perú y Venezuela.

## CONCLUSIONES

Se concluye que existe una restricción en la economía ecuatoriana asociada a una lenta evolución de las exportaciones con respecto a las importaciones, donde la tasa de crecimiento efectiva no es igual a la tasa de crecimiento consistente – sin flujos de capitales- con el equilibrio en el largo plazo. De esta manera, el país se encuentra en la actualidad acumulando déficits en su cuenta corriente.

Al ser la tasa efectiva mayor a la tasa consistente con el equilibrio –sin flujos de capitales- en el largo plazo, la situación se vuelve insostenible. El Ecuador, en los actuales momentos, el país no tiene la capacidad para que sus exportaciones financien el consumo de bienes importados.

Si se contrasta la tasa efectiva con la tasa de crecimiento –con flujos de capitales- consistente con el equilibrio en el largo plazo, la tasa efectiva presenta similitudes con respecto a la tasa consistente con el equilibrio en el largo plazo. De esta manera, los flujos de capitales financian los productos importados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Central del Ecuador. Boletines de Información de Estadísticas Mensuales. Varios números.

Cauhtemoc Villareal. La Ley de Verdoon y la Industria Manufacturera Regional en México En la Era del TLCAN. Frontera Norte. Vol. 17. No. 34. Tijuana. 2005.

Fondo Monetario Internacional. Base de Datos & Estadísticas. En: [www.imf.org](http://www.imf.org)

Meléndez Dennis et alter. Crisis de Balanza de Pagos en Economías Dolarizadas. 2003.

García María et alter. Crecimiento Económico y Balanza de Pagos: Evidencia Empírica para Colombia. Cuadernos de Economía. Vol. XXIV. No. 43. Bogotá. 2005.

Gurrero de Lizardi Carlos. Determinantes del Crecimiento Económico de México: 1929-2003. Una Perspectiva Keynesiana. Tecnológico de Monterrey. México DF. 2003.

Pardo Jimena et alter. Crecimiento, Demanda y Exportaciones en la economía uruguaya: 1960-2000. Montevideo. 2002.

Perrotini Ignacio. La Ley de Thirlwall y el Crecimiento en la Economía Global: Análisis Crítico al Debate. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura. Vol. VIII. No. 2. 2002.

Rodríguez Fernández. Metodología de Cálculo de los Índices de Tipo

de Cambio Real del Ecuador. Cuaderno de Trabajo No. 119. Banco Central del Ecuador. 1999.

Wooldridge Jeffrey. Introducción a la Econometria: Un enfoque Moderno. 1ra Edición. Thomson Learning. México DF. 2001.



# CAPITULO VIII

## EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA LA PYMES



**EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS DE  
INVERSIÓN PARA LA PYMES**

Financial evaluation of investment projects for SMES

**Juan Carlos Pérez Briceño**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
juancarlosperezbriceno@yahoo.es

**Henry Vinicio Rojas Jara**

Inmo-Inversiones –Ecuador  
hrojas2904@hotmail.com

**Liliana Priscila Campos Llerena**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
lp.campos@uta.edu.ec

**RESUMEN**

El propósito de esta investigación radicó en el análisis del proceso de evaluación Financiera de Proyectos de Inversión para la PYMES, sustentado en autores como Baca (2010), así como Kotler y Armstrong (2007). La población estuvo constituida por 40 pymes, los cuales formaron parte integral de la muestra. Se elaboró como instrumentos de recolección de datos un cuestionario con 15 ítems de alternativa de respuesta mixta, el cual fue sometido al procedimiento de validación de expertos, mientras que la técnica utilizada fue la encuesta. Las conclusiones evidencian.

**Palabras Claves:** Evaluación; Financiero; PYMES; Inversión; Proyectos

## Abstract

The purpose of this research was based on the analysis of the Financial Evaluation process of Investment Projects for SMEs, supported by authors such as Baca (2010), as well as Kotler and Armstrong (2007). The population was constituted by 40 SMEs, which formed an integral part of the sample. A questionnaire with 15 items of mixed response alternative was elaborated as data collection instruments, which was submitted to the validation procedure of experts, while the technique used was the survey. The conclusions show.

**Keywords:** Evaluation; Financial; SMEs; Investment; Projects

## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los países de Latinoamérica, se ha observado en los últimos años un importante incremento del número de pequeñas y medianas empresas (PyMES), debido principalmente a las reformas económicas implementadas en cada Estado latinoamericano. Al mismo tiempo la fuerte crisis económica experimentada en estos países desde la década pasada obligó a realizar cambios estructurales de gran magnitud, tanto en los aspectos económicos, políticos como sociales; desencadenando un alto crecimiento del nivel de desempleo, provocando de ésta manera el nacimiento de un gran número de nuevas pequeñas y medianas empresas.

En Ecuador, la realidad no deja de ser distinta, puesto que la PyME en la actualidad constituye un significativo porcentaje dentro del parque industrial, representando así un elemento de gran importancia en la economía nacional.

Al mismo tiempo, es oportuno señalar, que la pequeña y mediana empresa (PyME) se ha convertido en el motor de desarrollo de

la economía, debido a que abarcan un amplio porcentaje de la fuerza laboral en el país, producen gran parte del Producto Interno Bruto Nacional, agrupan una gran proporción de la producción de manufactura y servicios; finalmente, más del 90% de las empresas nacionales son micro, pequeñas o medianas empresas. Sin embargo, en los últimos años ha sido, el sector más afectado por la recesión económica, debido a:

- El escaso acceso a tecnología de punta que permita realizar eficientemente su manera de hacer negocios.
- La implementación de procesos anticuados e ineficientes en sus operaciones.
- El poco acceso a financiamiento.
- La falta de recurso humano de alta calidad.
- El limitado acceso a nuevos prospectos / clientes, entre otros.

Cuando los proyectos fallan, a menudo, es por la falta de investigación previa a la ejecución de los mismos. Afortunadamente, esto puede evitarse. El éxito o el fracaso de un proyecto dependen, en gran medida, de su grado de evaluación, es decir, de la valoración de sus riesgos, gastos, beneficios, recursos y elementos. Se trata, de buscar la mejor alternativa de inversión.

Todo proceso de evaluación implica situarse en escenarios hipotéticos. El objetivo, es poner el proyecto en dichos escenarios y, a la vez, tratar de plantear los retos que ello implicaría, para el cumplimiento de las metas iniciales. De este modo, los gestores del proyecto pueden introducir los cambios que mejoren la ejecución del mismo.

A lo antes expuesto existe la necesidad de analizar el proceso de evaluación financiera de las PYMES, con el objeto de identificar sus puntos fuertes y débiles actuales y sugerir acciones para que la

empresa aproveche los primeros y corrija las áreas problemáticas en el futuro.

## **OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Analizar el proceso de evaluación financiera de las PYMES de Ecuador

### **Objetivos Específicos**

Diferenciar los modelos de evaluación financiera de proyectos de inversión para las pequeñas y medianas empresas, para determinar su conveniencia financiera, es decir que sean factibles, apropiados para su rentabilidad.

## **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La evaluación financiera de proyectos está destinada a observar los factores involucrados en su realización. Sin ella, una entidad comercial no tiene la información necesaria, para tomar una decisión fundada sobre los alcances y riesgos de un proyecto.

De igual manera, la evaluación de un proyecto de inversión tiene por objeto conocer su rentabilidad económica, financiera y social; con el fin de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos existentes a la mejor alternativa.

En la actualidad, una inversión inteligente requiere de una buena estructuración y evaluación, la cual indique la pauta a seguir, en aspectos como: la correcta asignación de recursos, la seguridad de que la inversión será realmente rentable, la decisión del ordenamiento de

varios proyectos en función a su rentabilidad y finalmente, tomar una decisión de aceptación o rechazo.

Desde el punto de vista interno beneficiará a los administradores financieros, ya que podrán utilizar la información proporcionada por la investigación, de tal modo que las decisiones de financiamiento e inversión logren maximizar el valor de la empresa. Por otra parte, desde el punto de vista externo beneficiará a los accionistas y acreedores, puesto que les será útil para evaluar la atractividad de cada PYME como una inversión.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **Proyectos de Inversión**

La preparación y evaluación del proyecto es un instrumento de gran utilidad empleado para la asignación de los recursos en la iniciativa de la presente inversión. Se busca recopilar, crear y analizar en forma sistemática un conjunto de antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a la presente iniciativa. Si bien existen diferentes criterios de evaluación para un mismo proyecto, lo realmente importante es poder plantear supuestos y premisas válidas que serán convalidados a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Los supuestos y premisas deben surgir de la realidad misma en la que el proyecto está inserto y en el que debe rendir sus beneficios. Se pueden identificar tres etapas en la gestión eficaz de un proyecto, todas de una gran importancia:

- La generación de la idea
- El estudio de su viabilidad
- La implementación y operación

En la primera etapa, la generación de la idea se trata de encontrar el

problema, necesidades insatisfechas o bien ineficiencias que podrían ser mejoradas, así como también oportunidades de negocios que pueden aprovecharse.

En la segunda etapa, la del estudio de su viabilidad o pre-inversión, se finaliza con una propuesta para encomendar la ejecución inmediata del proyecto, su postergación, abandono o bien un estudio ampliatorio del estudio de viabilidad. Este estudio de viabilidad se puede hacer en tres niveles distintos de profundidad, ellos son:

**Perfil:** es un nivel de estudio inicial y busca, básicamente, determinar si existe alguna razón que justifique su inmediato abandono, antes de seguir destinando recursos en profundizar el estudio.

**Prefactibilidad:** este estudio constituye una etapa intermedia de análisis. Se basa principalmente en información secundaria, es decir, aquella provista por fuentes externas. Aquí es donde se estiman las inversiones probables, costos de operación y los ingresos del proyecto.

El estudio de Prefactibilidad persigue disminuir los riesgos de la decisión; dicho de otra manera, busca mejorar la calidad de la información que tendrá a su disposición la autoridad que deberá decidir sobre la ejecución del proyecto

**Factibilidad:** es la etapa más profunda, completa y demostrativa de la información que se utiliza en la evaluación. Es de carácter demostrativo, por lo que se basa en fuentes de información primaria, es decir, en la que origina los antecedentes.

Por último, la tercera etapa, la de la implementación y operación de proyectos, corresponde a todo lo concerniente a la construcción y acondicionamiento del proyecto y a su funcionamiento como empresa en régimen. Esta etapa obviamente se materializa una vez aceptados los análisis de Prefactibilidad y/o Factibilidad.

## Elementos del plan financiero

Algunos elementos del plan financiero que menciona González (2004), corresponden a la inversión requerida, Capital de trabajo, estimación de flujos de caja por periodo, ingresos y egresos de capital, los cuales se describen a continuación:

### Inversión Requerida

Además de cuantificar la inversión requerida, debe definirse como se va a financiar, es decir cuáles serán las fuentes de financiación (capital propio, inversionistas, la banca, etc.) y con qué monto va a participar cada parte. La inversión requerida antes de la puesta en marcha puede agruparse en: capital de trabajo, activos fijos y gastos preoperativos.

**Capital de trabajo:** Es el dinero que se requiere para comenzar a producir. La inversión en capital de trabajo es una inversión en activos corrientes: efectivo inicial, inventario, cuentas por cobrar e inventario, que permita operar durante un ciclo productivo, dicha inversión debe garantizar la disponibilidad de recursos para la compra de materia prima y para cubrir costos de operación durante el tiempo requerido para la recuperación del efectivo (Ciclo de efectivo: Producir-vender-recuperar cartera), de modo que se puedan invertir nuevamente. El efectivo inicial requerido puede determinarse a través del estudio de mercado, identificando como pagan los clientes, como cobran los proveedores, y estableciendo las ventas mensuales esperadas.

**Activos fijos:** Consta de la inversión en activos como: maquinaria y equipo, muebles, vehículos, edificios y terrenos, etc.

**Gastos preoperativos:** Estas inversiones son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, de los cuales, los principales rubros son los gastos de organización, las

patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, las capacitaciones y los imprevistos.

### Estimación de Flujos de Caja por Periodo

Para la estimación de flujos de caja se requiere de la siguiente información:

- Vida útil del proyecto
- Ingresos y egresos
- Depreciación
- Inversión adicional del proyecto.

Igualmente deben determinarse las necesidades de financiamiento y la disponibilidad de crédito, la determinación de la tasa mínima de rendimiento para cada monto aportado (Aportes propios, financiamiento, inversionistas). En la evaluación se tienen en cuenta: la rentabilidad y el riesgo del proyecto, así como los aspectos cualitativos. Todos estos aspectos se integran en los estados financieros que son los documentos que permiten integrar la información en términos cuantitativos y en ellos aplicar técnicas financieras para medir la rentabilidad

**Estados Financieros:** Balance General o Estado Situación Financiera

$$\text{ACTIVOS} = \text{PASIVOS} + \text{Capital Contable}$$

El balance general es un estado financiero que refleja el estado de una empresa en una fecha específica (Ej.: Balance general 31 diciembre de 2004). Es una “foto” de la compañía en esa fecha, el balance será diferente para otra fecha. Este estado financiero es estático y no me garantiza una visualización de cómo será el futuro.

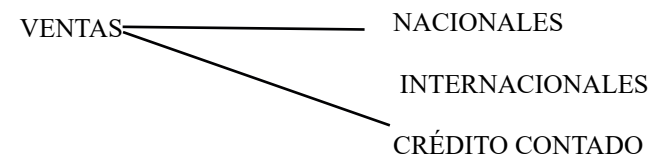
El balance general muestra la distribución de los activos, la estructura del negocio, es decir si se basa en activos fijos o en activos corrientes. Este aspecto es importante y debe tenerse en cuenta al analizar el sector. Ej. Su estructura se basa en activos fijos, ya que gran parte de su inversión se encuentra en activos fijos de gran valor. Ejemplos:

- Comprar una máquina y trabajar 3 turnos o comprar 3 máquinas y trabajar 1 turno.
- Inversión en activos pasivos-vs.-monto de los pasivos.
- Distribución en activos fijo, corrientes y otros activos.

### Estado de Pérdidas y Ganancias o Estado de Resultados.

El balance general es diferente al estado de pérdidas y ganancias (PYG). El segundo contiene un rango de tiempo, es el resultado o la “foto” de un periodo específico. El estado de pérdidas y ganancias es un estado financiero que muestra la situación de la empresa en términos de ingresos y egresos durante un periodo definido (Ej.: PYG de enero 1 a diciembre 31 de 2004). A continuación se describen los elementos del PYG

**Ingresos:** Los ingresos de un negocio provienen de las ventas estas pueden agruparse en: nacionales, internacionales, crédito y contado.



Las ventas nacionales e internacionales se separan porque generalmente requieren nacionalizar las monedas (pueden venir en Euros o Dólares), por lo tanto se requieren cuantas diferentes. Las ventas de crédito y contado se separan para llevar recorridos de las carteras.

**Egresos:** Los egresos deben diferenciarse en costos y gastos. Los costos se refieren a un desembolso de dinero del que se espera obtener un beneficio, el gasto es un desembolso cuyo beneficio ya se obtuvo. Según el destino de los egresos también pueden clasificarse en:

- 1. Costo de la Mercancía Vendida (CMV):** Incluye todos los costos que están involucrados en la producción. Está conformada por MOD (mano de obra directa), Materiales directos y CIF (costos indirectos de fabricación).
- 2. Gastos de administración y ventas:** No están directamente relacionados con la producción, tienen que ver con la administración del negocio: ventas, secretarías, papelería, salarios de gerentes, etc.

#### **Gastos de depreciación:**

Es un gasto que permite el gobierno que genera un beneficio tributario y se justifica en el desgaste de los activos fijos despreciables. Realmente no representa un desembolso de dinero. Con este gasto se disminuye el monto de los impuestos lo que le permite a la empresa ahorrar para reponer el activo después de que se ha desgastado, el problema es que normalmente este ahorro no se hace y se gasta el dinero en otras actividades.

#### **Gastos de amortización de diferidos:**

Se refiere a desembolsos que no constituyen ni capital de trabajo, ni activos fijos, pero son indispensables para arrancar con el negocio; por ejemplo, gastos de investigación, gastos de arranque, adecuaciones, etc. El gobierno permite “recuperar” un beneficio por estas inversiones con la amortización, así estos gastos no se cargan todos al periodo en que se causan, sino que se van amortizando en un periodo de tiempo mínimo 5 años dependiendo de la duración del

proyecto. Así el costo de la inversión se divide en el número de años a amortizar y se carga cada año a los costos del periodo, obteniendo una reducción en el monto de los impuestos.

#### **Gastos financieros:**

Se refieren a los intereses de la financiación. Este es un elemento clave en la evolución del proyecto y de la gerencia. Estos gastos dependen de las decisiones que tome la administración: cuanto y como financiar, a veces las pérdidas en los negocios no son propias de la operación del mismo sino de la financiación. “algunos negocios son muy buenos, pero se financian mal”.

#### **Impuestos:**

Corresponden al desembolso por pago de impuestos, este monto se calcula sobre la utilidad antes de impuestos.

Donde esta indicara si el proyecto será viable y retornable con el tiempo. Cabe aclarar que en los organismos donde se realizan financiamiento requieren el esquema de flujo de efectivo y no requieren de una evaluación económica precisa. En conclusión, para realizar el estudio financiero es necesario identificar en el plan de negocios los elementos que implican una inversión financiera como son: Inversión en capital de trabajo, activos fijos y gastos preoperativos, integrándose en documento formal como son los Estados Financieros.

#### **Principales indicadores de la evaluación financiera de proyectos.**

##### **Valor presente neto:**

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

El método del Valor Presente Neto (VPN), es una de las técnicas de

evaluación financiera más utilizadas en la evaluación de un proyecto de inversión, lo anterior, se debe a dos razones fundamentales: la primera es su sencilla aplicación y la segunda, se relaciona con el cálculo de los ingresos y egresos futuros, traídos a valores presentes, esto significa, que se puede visualizar claramente si los ingresos son mayores que los egresos.

#### **Tasa interna de retorno:**

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. Tiene como ventaja frente a otras metodologías como la del VPN, que en éste se elimina el cálculo de la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), dándole una característica favorable en su utilización por parte de los administradores financieros.

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **Tipo investigación**

La investigación tiene un nivel descriptivo debido a que se analiza y describe la estructura mínima necesaria para la evaluación de los proyectos de inversión para PYMES, por lo que se caracteriza el fenómeno con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

De igual forma, cuenta con un diseño no experimental, bajo la modalidad de transaccional o transversal, ya que no hubo manipulación intencional ni asignación al azar, y se estudiará de forma directa, para así poder recolectar datos de la realidad donde ocurren los acontecimientos en su contexto natural en un momento o periodo determinado.

De igual manera, dentro de una investigación es importante establecer cuál es la población y si de esta se ha tomado una muestra. La población, según Arias (2006: 81) es un conjunto finito o infinito

de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación...” En este sentido se tiene que la población estudio estuvo conformada por un total de 905 PYMES, de los cuales se consideran, en atención al criterio de accesibilidad definido por Arias (2006) como “la porción finita de la población objeto de estudio a la que realmente se tiene acceso y de la que se extrae una muestra representativa”, a tal efecto se pudo tener acceso a 40 PYMES

#### **Técnica e Instrumento De Recolección de Datos**

En el caso de la investigación, la técnica que se empleó la encuesta, definida por Méndez (2006:67), como una “técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular”. De esta manera, se entregó el instrumento a las personas que conforman la muestra de información para que plasmaran su respuesta en función de su propio criterio.

De igual forma, el instrumento de recolección de datos fue un cuestionario de preguntas cerradas en el cual los representantes de las PYMES participantes tuvieron la libertad de responder de manera independiente las preguntas realizadas. Así mismo, en esta investigación se aplicó un cuestionario con alternativas de respuestas en mixtas, que permitió conocer las opiniones respecto al problema planteado, el cual será aplicado a PYMES. De estos resultados derivaron las conclusiones que permitieron conocer las opiniones con respecto al proceso planteado.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En cuanto a la implementación de análisis de procesos productivos. El 76,5 por ciertos de la PYMES evaluadas señalaron que se efectuó este procedimiento para efectos de evaluación financiera considerando

factores como la actividad que encierra el proceso productivo, los recursos materiales, humanos, maquinarias y equipos así como la infraestructura requerida.

Para este último renglón que forma parte de la inversión tangible de las PYMES es necesario definir sus dimensiones, medidas y precios. Cada dimensión fue descrita con sus medidas exactas y expresadas en m<sup>2</sup> (metros cuadrados), a la cual se le da el valor monetario en base al costo actual que este posee, cada tipo o dimensión de acuerdo con los m<sup>2</sup> que la conforman ha sido multiplicada por el valor monetario de los mismos y así obtener los totales de estos, los mismos que al final del cálculo realizado son sumados para obtener la totalización de la partida en estudio.

Los otros elementos que forman parte de la inversión tangible son las maquinarias, equipos, mobiliarios y enseres que dentro del proceso de evaluación financiera se manejan a través de costos de estos, a través de cotizaciones en casas comerciales, pudiendo extrapolar los costos mediante cálculos sencillos que expresen en valor monetarios los requerimientos para cada uno de estos elementos de la inversión tangible.

En lo que respecta a la inversión intangible, la cual comprende los costos por proceso de registro (Acta constitutiva), la formulación del plan de negocio o proyecto, el diseño de imagen corporativa de la PYME así como los contratos de servicios (Agua, electricidad, aseo, telefonía fija), tal información se recoge de las tarifas establecidas para cada servicios aunado a los costos de registro y los generados por concepto de estructuración del proyecto de inversión, diseño de logos e imagen de cada PYME, para lo cual se cuenta con profesionales en cada área que poseen tarifas variadas en función de los requerimientos de cada organización.

Un elemento esencial en la evaluación financiera de los proyectos de

cada una de las PYMES que forman parte del estudio corresponde a la definición de la mano de obra necesaria (Capital humano), para llevar a cabo el proceso tanto productivo como administrativo y de limpieza que hacen vida y son el funcionamiento general de las organizaciones mencionadas. Para lograr definir los cargos que deben emplearse dentro de misma, fue necesario en primera estancia hacer un análisis profundo de todas y cada una de las actividades a realizar para llevar a cabo los procesos ya mencionados anteriormente, y poder así, definir los cargos, la cantidad de recurso humano como a su vez el salario que recibirá cada uno por la labor y el cargo que ocupara dentro de la organización.

De acuerdo con la cantidad de trabajadores que se necesitarían por cargo, se realiza la multiplicación por los salarios que percibirá cada uno, obteniendo los totales que al final de cada multiplicación serán sumados para así visualizar la totalización de la partida y conocer cuál sería el gasto monetario que tendría la empresa en cuanto a pagos de mano de obra. Se realiza la asignación de sueldo de acuerdo a lo establecido en la República del Ecuador, el cual estipula cuanto será el sueldo mínimo que debe recibir el trabajador, Este sueldo va a variar de acuerdo al cargo que ocupe cada persona de acuerdo también a su preparación profesional y conocimiento.

Lo anterior va aunado de la materia prima en insumos a utilizarse para las actividades administrativas de la empresa, donde se describe que se necesita, que cantidad y su precio unitario, la materia prima o en este caso la cantidad de insumo que se requiere se multiplico por el valor de cada uno y así obtener el total, que al final han sido usados para un total de partida.

De esta manera obtener a través de la sumatoria de estos totales, un total final de la partida, la cantidad arrojada de cada partida en general fue sumada y así conocer el total de la inversión inicial del proyecto. Este procedimiento se realiza con la finalidad de conocer



el gasto monetario para el proceso de apertura de la empresa, donde se puede evidenciar que el financiamiento se hará por un aporte de capital propio y el restante por el ente financiero al que se acuda para obtener el préstamo requerido para la apertura de esta organización.

Mientras que el elemento neurálgico de la evaluación financiera de las PYMES radica en los valores obtenidos en los ingresos, y los egresos, este último discriminado como costos de producción, administración ventas y financiamiento, lo que genera una utilidad bruta que luego del cálculo de impuesto sobre la renta queda establecida la utilidad neta. Se establece los valores concernientes a la depreciación y/o amortización como también pago principal para que se refleje el flujo neto para el primer año de ejercicio económico. De igual forma con el resto de los años, pero considerando el crecimiento de la oferta estipulada en este cuadro con respecto a ventas proyectadas.

El procedimiento para realizar los cálculos fue el siguiente: al total de ingresos de la empresa se le resta cada uno de los costos que se encuentran en el cuadro, el resultado obtenido de esta nos dará la utilidad bruta, a esta utilidad se le calculara el impuesto sobre la renta, este impuesto se le resta y nos genera la utilidad neta, de esta utilidad neta de desprender la depreciación

## CONCLUSIONES

Una vez efectuada la evaluación y teniendo un panorama financiero al estar determinando el balance general, se puede verificar la capacidad monetaria de las nacientes empresas donde se pueden contemplar algunas opciones, por ejemplo la obtención de un préstamo o aportaciones de capital por parte de los socios o en su caso una disminución de inversiones (compra de activos), si por el contrario nos refleja que tienen excedentes de efectivo, se puede tomar en cuenta la opción de invertir en diferentes instrumentos, como pueden

ser los fondos de inversión o algún otro instrumento, para así calcular los intereses que se ganen o en caso que se tengan que pagar.

Por otra parte, El flujo de efectivo es uno de los documentos financieros más importantes en las organizaciones que jamás se deben de descuidar. En relación a esto grandes empresas han tenido enormes tropiezos no solo financieros sino organizacionales que incluso los ha llevado prácticamente a la quiebra y en la que desgraciadamente estuvieron maquillando sus cifras principalmente sus Balances y sus Estados de Resultados que son sumamente fáciles de modificar, alterar o como le llaman algunas personas tener “contabilidad creativa”, los auditores por una razón o por otra no fueron capaces de avisar al mundo empresarial, a los llamados gerentes que estas empresas estaban teniendo graves problemas financieros y que sus cifras que reportaban no correspondían a la realidad.

El revisar adecuadamente el flujo de efectivo tanto en los reportes como en la práctica ayuda a detectar infinidad de problemas, ya que un vencimiento y la exigibilidad de un préstamo es algo muy difícil de disfrazar, de ahí la importancia del estudio y análisis de este reporte tan importante, en el que parten de los ingresos y le disminuyen las salidas de efectivo operativas así como la depreciación para obtener primeramente la Utilidad operativa y de ahí iniciar para restarle los impuestos, aumentar la depreciación, restar algebraicamente los cambios en el capital de trabajo así como las inversiones de activo fijo para obtener lo que se denomina Flujo de caja libre.

Se estima que todas las grandes empresas hacen planeación estratégica y financiera y sobre todo que cuentan con los recursos necesarios, pero las PYMES usualmente carecen de posibilidades económicas para obtener los beneficios que significa tener una buena dirección estratégica y financiera, el presente instrumento está dirigido principalmente a este gran sector, que en la mayoría de los casos es una empresa familiar y que debido a su importancia y cantidad es un

motor económico de México, considero que la presente herramienta puede ser de gran utilidad para que las organizaciones logren tener éxito en los negocios.

El que los directivos, gerentes, administradores conozcan el modelo propuesto, aprendiendo algunos y repasando otros los conceptos investigados y comentados, ayudan de una manera relevante en el proceso administrativo de las organizaciones tanto en la planeación, organización, dirección y control siendo un apoyo sumamente útil e importante a la vez que puede ser clave en el crecimiento de las empresas. Se ve con tristeza que gran parte de los negocios en el mundo fracasa, los investigadores debemos de colaborar para mejorar las condiciones de vida de la humanidad. Al repasar los resultados obtenidos, se considera que el presente trabajo cumple con las expectativas propuestas en el objetivo planteado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. (2006). El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 5ta Edición, Editorial Espíteme. Caracas.

Attali, F. (1995). Músicas locales en tiempos de globalización, 1ª ed., Bogotá, Norma.

Baca, G. (2010). Evaluación de proyectos. 5ta Edición. Editorial Madrid España.

Betancourt, K., Garcia A., K, y Guix, E. (2012). Plan de negocios para la creación de un centro integral de servicios musicales en la ciudad de Cumaná, estado Sucre. Trabajo de Curso Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Licenciado en Contaduría Pública. Universidad de Oriente, Cumaná.

Blanco, A (2007). Formulación y evaluación de proyectos. 6ta Edición, caracas.

Convenio Andrés Bello (CAB) y Ministerio de Cultura, (2003), Colombia. Ministerio de Cultura, Impacto económico de la industria fonográfica en Colombia, Bogotá, CAB.

Duque, Moisés (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una escuela de batería y percusión ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito

Fernández A., Jo. A. (2007) El Proceso Administrativo, Diana, 11ª edición, México.

García Canclini (2002). Las culturas populares en el capitalismo. Editorial Nueva Imagen. México.

González, R. (2004) Elaboración de Planes de Negocios, Mc Graw Hill.

Guzmán, I. (1993) La Sociología de la Empresa, Editorial Jus, México.



# **CAPITULO IX**

**CULTURA, CLIMA Y LIDERAZGO  
ORGANIZACIONAL EN LAS PYMES**

## **CULTURA, CLIMA Y LIDERAZGO ORGANIZACIONAL EN LAS PYMES**

Culture, climate and organizational leadership in SMES

### **Héctor Enrique Hernández Altamirano**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
he.hernandez@uta.edu.ec

### **Juan Carlos Pérez Briceño**

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
juancarlosperezbriceno@yahoo.es

### **RESUMEN**

Las PYMES ecuatorianas son un factor que contribuyen de gran manera a la generación de riqueza al igual que el empleo, incidiendo en la economía del país, lo que se traduce en un impacto en el crecimiento económico, lo que evidencia la necesidad de que respondan a los desafíos que se plantean en los contextos nacional e internacional con propuestas innovadoras, que les permitan desarrollar ventajas competitivas. Cabe destacar que la mayor proporción de estas empresas son pequeñas empresas y pertenecen al sector comercio al por mayor y al por menor; por lo que solo se ciñen al mercado doméstico (nacional) y la inversión en innovación es casi nula, debido a restricciones como la cultura, el clima organizacional y el liderazgo que en estas predominan. De allí que se realice una investigación de tipo descriptiva y diseño no experimental con la aplicación de un cuestionario un cuestionario que permite conocer datos relevantes sobre la cultura, el clima y el liderazgo dentro de estas organizaciones. Los hallazgos encontrados señalan que los esfuerzos realizados por estas Pymes en las áreas mencionadas no han tenido éxito, no se puede considerar como el proceso de cambio, en un número importante de empresas, ha

contribuido poco o nada a su eficiencia.

**Palabras claves:** Cultura, Clima, liderazgo, PYMES

### Abstract

Ecuadorian SMEs are a factor that contribute greatly to the generation of wealth as well as employment, affecting the country's economy, which translates into an impact on economic growth, which evidences the need to respond to the challenges that arise in the national and international contexts with innovative proposals that allow them to develop competitive advantages. It should be noted that the largest proportion of these companies are small companies and belong to the wholesale and retail trade sector; so they only stick to the domestic (national) market and investment in innovation is almost nil, due to restrictions such as culture, organizational climate and leadership that predominate in them. Hence, a descriptive and non-experimental design research is carried out with the application of a questionnaire that allows to know relevant data about culture, climate and leadership within these organizations. The findings found indicate that the efforts made by these SMEs in the mentioned areas have not been successful, cannot be considered as the process of change, in a significant number of companies, has contributed little or nothing to their efficiency.

**Keywords:** Culture, Climate, leadership, SMEs

### INTRODUCCIÓN

La organización es definida según Robbins (2004) como: “Una unidad social, coordinada de manera consciente, compuesta por dos o más personas, y que funciona sobre una base relativamente continua para alcanzar una meta común o una serie de objetivos”. (p. 5). De esta manera, comprenden unidades sociales, colectividad o agrupaciones

humanas constituidas o reconstituidas para alcanzar objetivos específicos, con límites relativamente identificables, orden normativo, rangos de autoridad, sistema de comunicación y sistemas de pertenencia coordinados. Esta colectividad existe de manera relativamente continua en un medio y se embarca en actividades que están relacionados con un conjunto de objetivos.

Con respecto a lo anterior, es necesario acotar que las personas que integran el subsistema social humano comparten actitudes, creencias, motivaciones, valores, técnicas, instrumentos y en general un comportamiento común constituyendo una cultura organizacional. La cultura dentro de las organizaciones juega un papel fundamental en el desarrollo de la misma ya que esta define límites, la identifica, facilita el compromiso y refuerza la estabilidad del sistema social. Por tal razón, ha dejado de ser un elemento periférico en las organizaciones para convertirse en un elemento de relevada importancia estratégica. Es una fortaleza que encamina a las organizaciones hacia la excelencia, hacia el éxito.

La adopción de la cultura organizacional de una PYME está relacionada con las diversas facetas que posee la organización entre lo que se destaca el hecho empresarial dentro de un contexto competitivo a nivel de productividad y la rentabilidad que se refleja de estas relaciones. A tal efecto, es conveniente comenzar haciendo mención de la dinámica global de la sociedad, así como su impacto en la cultura organizacional, que junto a las constantes innovaciones hacen que las organizaciones tanto el sector público como del privado se centran en la necesidad de orientarse hacia los cambios tecnológicos y otras áreas.

Sobre este particular, la organización como representación de la realidad cultural, está llamada a experimentar cambios permanentes o transformaciones, en los órdenes social, económico y tecnológico, o, por el contrario, como cualquier organismo tendría que encerrarse dentro

de sus límites formales, aislándose para ubicarse en el atraso. En ambos casos, esa realidad cultural refleja un marco de valores, normas, creencias, conocimiento y estilos de liderazgos en una comunidad institucional la cual puede ser acatada para su beneficio o descartada para llegar a un final poco incierto.

Dentro de esta perspectiva, las PYMES no están exentas de estos los cambios imprevistos que requiere de una estructura organizativa con amplios conocimientos de la cultura organizacional, adecuados para conducir a la organización. De esta manera, las PYMES deben estar alineadas con las transformaciones que se suscitan en el ámbito económico global, razón por la cual se ha visto en la necesidad de pasar por un proceso de transformación de acuerdo con las demandas que estas afrontan y de esta manera intentar responder efectivamente. En relación con lo mencionado anteriormente, la cultura organizacional según Robbins (2004) constituye:

Un conjunto de creencias y prácticas ampliamente compartidas por los miembros en la organización y por tanto tiene una influencia directa sobre el proceso de producción y sobre el comportamiento de la organización, y es lo que distingue a una organización de otra. (p. 602).

Estos razonamientos permiten vislumbrar las formas de cómo observar la conducta asumida por los individuos en las organizaciones, es decir, una perspectiva que se puede adoptar para comprender lo ocurrido dentro de estas. Si se adapta a la realidad educativa significa un fenómeno realizado por el ser humano, de carácter social, susceptible de ser conocido, identificado y sometido a regularidades.

De ese modo, la cultura organizacional es el elemento que representa la parte más oculta de las PYMES, pero es uno de los más importantes en el que descansan los demás y sobre el que generalmente hay que actuar para provocar cambios significativos. Por lo tanto, es vital con-

centrarse en la capacidad de gestión de cada organización empresarial, a fin de maximizar resultados institucionales.

Dentro de los factores sobre los que incide la cultura organizacional está la productividad, que en el caso de las PYMES, se cimienta sobre la capacidad productiva, lo que contempla la obtención de un resultado expresado en rentabilidad económica, por lo que la cultura organizacional condiciona el comportamiento de las personas dentro de las organizaciones, es ella quien determina en el recurso humano, enraizamiento, arraigo y permanencia, generando en él eficacia, diferenciación, innovación y adaptación.

Considerando lo antes citado se infiere que toda organización debe estar cimentada en una cultura donde los valores centrales se sostengan con la intensidad y sean compartidos ampliamente produciendo gran influencia sobre el comportamiento de sus miembros de tal forma que permita crecer un clima interno de mucho control conductual.

En relación con lo expuesto la cultura organizacional, es sin duda alguna el integrador de todas las organizaciones y por ende es uno de los factores determinantes en la eficacia del recurso humano; de la aceptación de ella dependen los niveles de productividad y el clima organizacional en el que concretan los objetivos.

De la misma manera Brunet (1.987) al referirse a clima organizacional señala, “es un determinante directo del comportamiento porque actúa sobre las actitudes y expectativas que son determinantes directos del comportamiento”. (Pág. 13)

En este sentido la calidad de la vida laboral de una organización es el entorno, el ambiente, el aire que se respira en una organización. Los esfuerzos para mejorar la vida laboral constituyen labores sistemáticas que llevan a cabo las organizaciones para proporcionar a los empleados una oportunidad de mejorar sus puestos y su contribución a la

empresa, en un ambiente de mayor confianza y respeto.

Es así como la particularidad del entorno laboral se ve determinada por la manera en que el personal desarrolla su actividad en la organización. Al respecto Robbins (Ob cit) señala: que “la cultura es el pegamento social que ayuda a mantener unida a la organización, es el mecanismo de control y de sensatez que guía y modela las actitudes y el comportamiento de los empleados”. (Pág. 687)

Sobre la base de esta teoría cabe destacar que las organizaciones son la expresión de una realidad cultural, que están llamadas a vivir en un mundo de permanente cambio, tanto en lo social como en lo económico y tecnológico, o por el contrario como cualquier organismo, encerrarse en el marco de sus límites formales, En ambos casos, esa realidad cultural refleja un marco de valores, creencias, ideas, sentimientos y voluntades de una comunidad institucional. Aspectos estos que deben ser compartidos por los miembros de la organización, con la particularidad de poder manifestarse a través de conductas significativas, basadas en las características propias de la realidad externa del ambiente laboral.

Con respecto a lo anterior, resulta de interés el planteamiento que hace Kurt Lewin (Brunet Obcit), cuando sostiene que el comportamiento individual depende de la interacción entre las características personales y el ambiente que lo rodea. Parte de ese ambiente el clima organizacional, que proporciona amplias pistas sobre cómo se conduciría una persona en un determinado ambiente.

En tal sentido, en la presente investigación el estudio de la cultura, clima organizacional y el comportamiento asociado a factores como el liderazgo buscan responder preguntas acerca de la naturaleza humana, pues no se puede olvidar la importancia del elemento persona dentro de la organización.

A esta realidad no escapa ninguna organización ya que la misma, independientemente de su tamaño y ubicación dentro de la amplia gama que representa su sector, está constituida por personas las cuales según Chiavenato (1.999) dentro de la organización el capital humano se ve afectado por factores internos y externos que determina su comportamiento, dentro de los primeros se mencionan la personalidad del individuo, el aprendizaje, la motivación, percepciones y valores; en cuanto a los factores externos, es decir inherentes a la organización, están reglas, reglamentos, cultura, política, métodos, procesos, recompensas, grado de confianza y ambiente organizacional.

Aunado a lo anterior, el análisis de la inversión en innovación es un factor fundamental en el ámbito de la actividad empresarial del país, del cual hacen parte las empresas de familia, considerando no sólo sus condiciones actuales: crisis económica, desempleo, ambiente político, problemáticas sociales, entre otras, sino los desafíos que se plantean en el contexto internacional, que evidencian la necesidad de que las empresas, y por ende las de familia, respondan a esos cambios contextuales con propuestas innovadoras, que sean rentables, que les permitan desarrollar competencias distintivas y ventajas competitivas. Este estudio pretende identificar y caracterizar a las pequeñas y medianas empresas, de acuerdo con factores como el tamaño, el sector, la inversión en innovación, la cultura, el clima organizacional y el liderazgo, de tal manera que se tenga una primera aproximación a sus dinámicas y a los procesos que les permitan ser competitivas dentro de un mercado globalizado.

## **OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Analizar la cultura, clima y liderazgo organizacional en las PYMES

### **Objetivos Específicos**

Describir la cultura organizacional prevaleciente dentro de la PYMES

Determinar cómo influye el liderazgo en la cultura organizacional y el clima de las PYMES

Relacionar la cultura y el clima organizacional de las PYMES

### **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Conocer la cultura de la organización así como su clima organizacional es relevante en el comportamiento del personal que labora en las PYMES; ella “...Potencia aspectos como el de la eficacia, diferenciación, innovación y adaptación...” (Valle, 1995; p. 74). El planteamiento realizado anteriormente pone de manifiesto la importancia del presente estudio por cuanto a través del mismo se pretende el análisis de la cultura organizacional, el clima y el liderazgo como factores determinantes en la eficacia organizacional tomando en cuenta además que el comportamiento del grupo está condicionado por la percepción que tenga éste de la organización, por lo que la cultura debe estar desarrollada para lograr un equilibrio entre los dos grupos de referencia y lógicamente mejorar el ambiente laboral.

A tal respecto, poseer un punto de equilibrio entre los dos grupos de referencia citados con anterioridad, permitirá a las PYMES contar con un personal altamente identificado, capaz de compartir los valores, ritos, creencias, mitos, lenguaje, estilos de comunicación y normativa propia de la organización. Todo esto permitirá fortalecer en alto grado el contrato psicológico del personal y por consiguiente se desarrollaran climas de trabajo que permitirán la proactividad del mismo.

En ese sentido, esta investigación permite manejar el cambio más efectivamente e incrementar la productividad y la calidad. En este

orden de ideas, se considera importante y se justifica dicho estudio desde el punto de vista científico, ya que permite analizar la relación entre dos variables y establecer comparaciones con la teoría; de esta manera se constituye en un aporte a las investigaciones en el área temática de estudio.

Permitirá lograr mejoras a largo plazo en la calidad y a corto plazo permite mantener progresos significativos en la productividad de las PYMES. Si éste no es favorable se produce el deterioro en el entorno empresarial que lleva no solo al descenso de los niveles de productividad.

De igual manera, la investigación posee aporte práctico, debido a que, mediante el estudio, la gerencia de las PYMES podrá realizar los correctivos necesarios en cuanto al cultura y clima organizacional y su incidencia en la productividad requerida por una parte y por la otra servirán para que organizaciones similares a obtener indicios sobre este particular. Así mismo, se pretende que el estudio sea un beneficio para el personal por cuanto al ser objeto de análisis para una investigación donde se observa la cultura organizacional, se busca en las PYMES la motivación a la participación y con ello el éxito de la organización.

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **Cultura Organizacional**

La cultura organizacional para el autor anteriormente citado es aquella que se ocupa de la forma como los empleados perciben las características de la cultura de una organización, independientemente de que le agraden o no. Al referirse a cultura señalan “que este es un término descriptivo”. (Pág. 84). Así mismo menciona siete características principales, que, en conjunto, captan la esencia de la cultura de una organización, tales como:



1. Innovación y asunción de riesgo. El grado hasta el cual se alienta a los empleados a ser innovadores y asumir riesgos
2. Atención al detalle. El grado hasta donde se espera que los empleados demuestren precisión, análisis y atención al detalle.
3. Orientación a los resultados. El grado hasta donde la administración se enfoca en los resultados o consecuencias, más que en las técnicas y procesos utilizados para alcanzarlos.
4. Orientación hacia las personas. El grado hasta donde las decisiones administrativas toman en cuenta el efecto de los resultados sobre las personas dentro de la organización.
5. Orientación al equipo. El grado hasta donde las actividades del trabajo están organizadas en torno a equipos, en lugar de hacerlo alrededor de los individuos.
6. Energía. El grado hasta donde la gente es enérgica y competitiva, en lugar de calmada
7. Estabilidad. El grado hasta donde las actividades organizacionales prefieren el mantenimiento del statu quo en lugar de insistir en el crecimiento.

Estas características, destaca el mismo autor, se convierten en la base de la percepción de conocimiento compartido que tienen los miembros respecto de la organización. Así mismo destaca que:

“La cultura cumple varias funciones en el seno de una organización. En primer lugar, cumple la función de definir los límites; es decir, los comportamientos difieren unos de otros. Segundo, trasmite un sentido de identidad a sus miembros. Tercero, facilita la creación de un compromiso personal con algo más amplio que los intereses egoístas del individuo. Cuarto, incrementa la estabilidad del sistema social. La cultura es el vínculo social que ayuda a mantener unida a

la organización al proporcionar normas adecuadas de los que deben hacer y decir los empleados...” (Pág. 444).

En el marco de lo planteado se considera que es importante que la alta gerencia tenga un desarrollo organizacional enmarcado en su propia filosofía donde incluya sus experiencias previas, su educación y antecedentes, así como, sus consideraciones básicas acerca de la gente y la necesidad de ganar el compromiso de los subordinados con base a los valores de la organización.

De allí, que el Desarrollo Organizacional, como proyección de una gerencia eficaz significa no sólo relación entre medios y fines, sino consistencia de los resultados de la acción como consecuencia de un esfuerzo deliberado de los miembros que realizan el proceso laboral. Identificarse con políticas, objetivos y metas de la organización, además de comprender la interacción de la institución con su medio, son posibilidades que redundan en efectividad y eficiencia futura y condicionan el camino hacia un desarrollo gerencial pertinente.

Es necesario darle al gerente la posibilidad de crecer, crear, innovar; ejercer un liderazgo que amplíe el radio de sus acciones para obtener la efectividad operacional, aprovechando el recurso humano, los cuales proveen energía a la organización, logrando un cambio organizacional que de cómo resultado la coordinación de esfuerzos individuales de una manera provechosa y creativa, y permite una actividad de cooperación continua en todos los niveles, conformando y manteniendo un equipo humano innovador y participativo, que asume los retos y los transforma en logros.

En este sentido, los investigadores Blake y Mouton (1.969) han desarrollado un enfoque sobre el gerente que se enuncia con la expresión “Grid” o red gerencial, la cual provee un marco de referencia para analizar la cultura de la organización, cambiar el comportamiento y los valores, mejorar el clima organizacional y los

estilos gerenciales y consolidar e institucionalizar tales cambios para aumentar la eficiencia de la organización como un todo, del equipo y del individuo.

El Desarrollo organizacional del tipo Grid parte del principio de que las instituciones son un sistema complejo que debe ser analizado globalmente para verificar, ya sea en el todo o en las partes, cuál es su excelente gap, estos son, la discrepancia entre lo que la organización es y lo que debería ser dentro de un estándar de excelencia.

En este sentido, el Managerial Grid, está orientado para mejorar los procesos de resolución de problemas, comunicación, toma de decisiones, supervisión, delegación de autoridad y liderazgo; para así lograr el trabajo en equipo a través de una gerencia más colaboradora y efectiva con la cultura de la organización (y de sus grupos internos).

Es por ello, que el gerente debe manejar adecuadamente los elementos del proceso gerencia, a continuación, se mencionan algunos de ellos, puesto que, según la concepción moderna de la gerencia son imprescindibles en toda organización.

La comunicación como una de las directrices de la acción gerencial constituye el proceso fundamental en la labor cotidiana de un gerente. La misma representa según Chiavenato (1.988), el área principal a ser enfocada cuando se estudian las interacciones humanas y los diversos procesos conductuales para producir un cambio en el comportamiento o influir en la conducta de otros.

Por otra parte, la comunicación según Robbins (2.004), se puede dar en dirección vertical o lateral. La vertical posee dos formas: ascendente y descendente.

La comunicación descendente es la que proviene desde la gerencia hacia los subordinados, su finalidad consiste en dar a conocer políticas y procedimientos, asignación de tareas, señalar problemas y las

alternativas de solución para solventarlos.

La comunicación ascendente proviene del trabajador hacia el gerente, la utiliza para suministrar información sobre el progreso en cada una de las actividades planificadas o dificultades presentadas en el desempeño laboral u otros problemas que se susciten en la organización.

Comunicación lateral, la cual es utilizada por miembros de un mismo grupo de trabajo en donde hay afinidad e intereses compartidos.

Es importante señalar que la comunicación se convierte en el factor básico para propiciar la motivación en el personal y lograr adecuadas relaciones interpersonales que permitan que todos los trabajadores obtengan niveles de satisfacción laboral, de allí el ejercicio de un buen liderazgo para proveer eficiencia organizacional.

El otro elemento importante es la toma de decisiones. Para Tersine, citado por Chiavenato (1.988), el proceso decisorio es complejo y depende tanto de las características personales del agente decisor como de la situación en que está involucrado y de la manera como percibe esa situación. Por lo tanto, es necesario desarrollar una serie de etapas, señaladas a continuación y que se muestran en el Cuadro 1.

En dicho cuadro 1 aparecen los siguientes pasos: a) percepción de la situación que rodea algún problema; b) análisis y definición del problema; c) definición de los objetivos; d) búsqueda de alternativas de solución o de cursos de acción; e) selección de la alternativa más adecuada para el alcance de los objetivos; f) evaluación y comparación de esas alternativas; g) implementación de la alternativa escogida.

De acuerdo con lo expuesto, el gerente debe considerar todas esas etapas que le conducirán a seleccionar acertadamente la alternativa viable a la hora de tomar decisión.

De esta forma se llegará a una resolución de problemas, los cuales

se refieren a la manera como una organización diagnóstica y toma decisiones al respecto de las oportunidades y desafíos de su ambiente. La noción de mejorar los procesos de resolución de problemas organizacional, o sea, los problemas de iniciar, crear, y confrontar cambios necesarios para hacer posible que la organización resuelva problemas y aprenda de las experiencias.

Al respecto Argyris (1.957), enfatiza que en el corazón del desarrollo organizacional están los aspectos de vitalidad, energía, actualización, activación y renovación de las organizaciones a través de los recursos técnicos y humanos.

Otra de la tarea importante, difícil y exigente de cualquier institución es sin duda la supervisión del trabajo ajeno. Para Lemus (1.986) la supervisión quiere decir coordinar, estimular y dirigir el desenvolvimiento laboral de las personas.

Es necesario que los gerentes adquieran conocimientos sobre los nuevos enfoques de supervisión de manera que ésta sea una labor permanente de ayuda al trabajador, para establecer metas y objetivos de actuación y de mejoramiento profesional y a su vez crear un clima de motivación para el cambio de comportamiento o de reconocimiento de la eficiencia del desempeño.

En cuanto a la delegación de autoridad, tal como lo señala Sisk y Sverdlik (1.976), es un proceso organizativo que permite la transferencia de autoridad a un superior subordinado. Cuando se delega autoridad, la persona recibe el poder de actuar o dirigir a otros para que actúen, sin embargo, esto no significa que el delegante pierda autoridad, por el contrario, debe mantener control sobre la autoridad transferida.

Respecto al liderazgo, es la base fundamental en toda organización. Para Keith, citado por Drucker (1.987), el liderazgo consiste en la

habilidad para persuadir a otros a que busquen con entusiasmo objetivos definidos.

Los autores Blake y Mouton citados anteriormente en su cuadrícula gerencial aclaran la dinámica y conducta de las organizaciones. Ellos sostienen que los gerentes ejercen su poder sobre los subalternos en forma diferentes, de acuerdo con sus hipótesis individuales acerca de factores tales como el trabajo y las personas. Esto conduce a la idea de que el estilo gerencial es definitivo para determinar la efectividad de la organización.

Estos autores estudiaron la existencia de ciertos factores universales inherentes a la organización. Uno de ellos es la existencia de la idea de producción (rendimiento), otro es el bienestar del personal (personas), factor indispensable en toda organización.

El tercer factor es la jerarquía (directivos), el cual existe en todo proceso administrativo y le brinda ordenamiento al mismo.

La red gerencia suministra una idea de cómo los tres factores mencionados; rendimiento, personas y directivos, se interrelacionan en diferentes circunstancias. En algunos casos, la preocupación predominante de los gerentes es el rendimiento. En otros, la preocupación resaltante es el bienestar del personal.

El precitado cuadro gerencial, muestra las distintas posibilidades de interacción entre los factores preocupación y rendimiento por las personas. El eje horizontal se refiere al rendimiento y el eje vertical a las personas. Ambos factores se expresan en una escala de 1 a 9, en donde 1 representa la preocupación mínima y 9 a la máxima.

El grid refleja éstos dos intereses, los hace de una manera que permite comprender como interactúan ambos intereses. En los puntos de intersección se hallan las teorías, las cuales han sido adaptadas por Quiroz (1.987), a las características de la labor que desempeñan los

gerentes de las organizaciones. Estas teorías son las siguientes:

Estilo. Llamado también gerencia country club. Se fundamenta bajo la concepción del gerente de preocuparse por mantener una fuerza de trabajo feliz y armonioso con días de holganza en detrimento de los objetivos trazados por la organización. La dirección y control que el gerente ejerce sobre su personal se caracteriza por la postura de ayuda y complacencia que éstos realizan con la finalidad de evitar discrepancias, también se

Evita hacer señalamientos o buscar los responsables por los errores o faltas cometidas.

Otras de las características presentes en este estilo es que el director para suplir sus deficiencias técnicas y humanas dirige y guía al personal por el camino que considera correcto, pero evitando que ellos participen en la toma de decisiones y en la solución de los problemas. Asimismo, la comunicación conduce en forma confortable las relaciones sociales y laborales, de tal manera que el personal realice su tarea con espontaneidad, evitando cualquier conflicto.

Estilo 9.1. Se encuentra representado en la esquina bajo del cuadro. Llamado Autoridad-Obediencia. El gerente centra su interés por el logro de los objetivos de la organización, de allí su énfasis en organizar el trabajo para obtener la mayor eficiencia en el logro de los resultados, mostrando un interés muy bajo por las personas.

De igual manera, esta teoría gerencial indica que debido a la posición que ocupa el gerente, utilizan poder coercitivo para reafirmar su autoridad, se sienten responsables por dirigir, planificar y controlar las actividades del personal, no confía en ellos y la comunicación que se establece está limitada a los asuntos relacionados con el trabajo.

De igual forma no participan en la toma de decisiones. El personal es visto como instrumento de trabajo, si esto se cumple entonces la

organización marchará positivamente.

### **Clima Organizacional**

Toda situación de trabajo implica un conjunto de factores específicos en el individuo, tales como las aptitudes y características y psicológicas y, a cambio, ésta presenta entornos sociales y físicos que tienen particularidades propias. El individuo aparece entonces como inmerso dentro de un clima determinado por la naturaleza particular de la organización.

El clima organizacional es un concepto relativamente nuevo en el ámbito de la psicología industrial/organizacional y en cuanto a su aplicación a la gestión empresarial. Brunet (1.987) señala “este constituye una configuración de las características de una organización, e, influye en el comportamiento de un individuo en su trabajo”. (Pág.12)

Al respecto Goncalves (1997) define el clima organizacional como: “Fenómeno interviniente que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización (productividad, satisfacción, rotación, etc)” (Pág. 2)

Por otra parte, López (1999) define el clima organizacional como las percepciones que el trabajador tiene de las estructuras y procesos que ocurren en un medio laboral.

La especial importancia de este enfoque reside en el hecho de que el comportamiento de un trabajador no es una resultante de los factores organizacionales existentes, sino que depende de las percepciones que tenga el trabajador de estos factores.

Por otra parte, el citado autor acota que para comprender mejor el concepto de clima organizacional (C.O) es necesario resaltar los siguientes elementos:

El clima se refiere a las características del medio ambiente de trabajo.

Estas características son percibidas directa o indirectamente por los trabajadores que se desempeñan en ese medio ambiente.

El clima tiene repercusiones en el comportamiento laboral.

El clima es una variable interviniente que media entre los factores del sistema organizacional y el comportamiento individual.

Estas características de la organización son relativamente permanentes en el tiempo, se diferencian de una organización a otra y de una sección a otra dentro de una misma empresa.

El clima, junto con las estructuras y características organizacionales y los individuos que la componen, forman un sistema interdependiente altamente dinámico.

Las percepciones y respuestas que abarcan el clima organizacional se originan en una gran variedad de factores:

1. Factores de liderazgo y prácticas de dirección (tipos de supervisión: autoritaria, participativa, etc)
2. Factores relacionados con el sistema formal y la estructura de la organización (sistema de comunicaciones, relación de dependencia, promociones, remuneraciones, etc)
3. Las consecuencias del comportamiento en el trabajo (sistema de incentivo, apoyo social, interacción con los miembros, etc)

Todos estos elementos y factores se suman para formar un clima particular dotado de sus propias características que representa, en cierto modo, la personalidad de una organización e influye en el comportamiento de las personas en cuestión.

En el mismo orden de ideas Brunet (Ob cit) presenta las características

del concepto de clima organizacional entre las que destacan:

- El clima es un concepto molecular y sintético como la personalidad.
- El clima es una configuración particular de variables situacionales
- Sus elementos constitutivos pueden variar, aunque el clima puede seguir siendo el mismo.
- El clima tiene una connotación de continuidad, pero no de forma tan permanente como la cultura, por lo tanto, puede cambiar después de una intervención particular.
- El clima está determinado en su mayor parte por las características, las conductas, las aptitudes, las expectativas de otras personas, por las realidades sociológicas y culturales de la organización.
- El clima es fenomenológicamente exterior al individuo quien, por el contrario, puede sentirse como un agente que contribuye a su naturaleza.
- El clima está basado en las características de la realidad externa tal como las percibe el observador o el actor (la percepción no es siempre consciente).
- Tiene consecuencia sobre el comportamiento.
- Es un determinante directo del comportamiento porque actúa sobre las actitudes y expectativas que son determinantes directos del comportamiento.

Por otro lado, agrega en relación al concepto de clima organizacional que este parece apoyarse en dos grandes escuelas del pensamiento:

1.- Escuela de la Gestalt: este enfoque se centra en la organización de la percepción del individuo:

Captar el orden de las cosas tal y como éstas existen en el mundo y crear un nuevo orden mediante un proceso de integración a nivel del pensamiento, Según esta escuela, los individuos comprenden el mundo que los rodea basándose en criterios percibidos e inferidos y

se comportan en función de la forma en que ellos ven ese mundo. De tal modo, la percepción del medio de trabajo y del entorno es lo que influye en el comportamiento de un empleado.

2.- Escuela Funcionalista: según esta escuela, el pensamiento y el comportamiento de un individuo dependen del ambiente que lo rodea y las diferencias individuales juegan un papel importante en la adaptación del individuo a su medio. Al contrario de los Gestaltistas que postulan que el individuo se adapta a su medio porque no tiene otra opción, los funcionalistas introducen el papel de las diferencias individuales en este mecanismo. Así, un empleado interactúa con su medio y participa en la determinación del clima de éste.

Estas dos escuelas poseen en común un elemento de base que es el nivel de homeostasis (equilibrio) que los individuos tratan de obtener con el mundo que los rodea.

Siguiendo la misma línea James y Jones (citados por Brunet), como resultado de dos grandes escuelas del pensamiento ya sea la de la Gestalt o la del Funcionalismo señalan, que el clima organizacional puede ser definido de tres enfoques diferentes los cuales se describen a continuación:

### **1.- Medida múltiple de los atributos organizacionales:**

La medida múltiple de los atributos organizacionales considera el clima como un conjunto de características que: a) describen una organización y la distinguen de otras (productos fabricados o servicios ofrecidos, orientación económica, organigrama, etc.), b) son relativamente estables en el tiempo y c) influyen en el comportamiento de los individuos dentro de la organización.

### **2.- Medida perceptiva de los atributos individuales:**

La medida perceptiva de los atributos individuales representan más

bien una definición deductiva del clima organizacional que responde a la polémica que vincula la percepción del clima a los valores, actitudes u opiniones personales de los empleados, y considera, incluso, su grado de satisfacción. Los principales defensores de esta tesis definen el clima como elementos meramente individuales relacionado principalmente con los valores y necesidades de los individuos más que con las características de la organización. Esto significa que el individuo percibe el clima organizacional únicamente en función de las necesidades que la empresa le puede satisfacer.

### **3.- Medida perceptiva de los atributos organizacionales:**

Dentro de esta óptica, el clima está considerado como una medida perceptiva de los atributos organizacionales y está definido como una serie de características que: a) son percibidas a propósito de una organización y/o de sus unidades (departamentos) y que b) pueden ser deducidas según la forma en la que la organización y/o sus unidades (departamentos) actúan (consciente o inconscientemente) con sus miembros y con la sociedad.

Al clima humano o psicológico de una organización generalmente se le llama clima organizacional. Las variables propias de la organización, como la estructura y el proceso organizacional, interactúan con la personalidad del individuo para producir percepciones. Mediante la evaluación de estas percepciones es como se puede analizar la relación entre las características propias de la empresa y el rendimiento que ésta obtiene de sus empleados.

En relación con lo expuesto es evidente, en la percepción del clima organizacional una función de las características del que percibe, de las características de la organización y de la interacción de estos dos elementos.

Siguiendo la misma línea Likert en su teoría señala que, el

comportamiento de los subordinados es causado en parte, por el comportamiento administrativo y por las condiciones organizacionales que estos perciben y, en parte, por sus informaciones, sus percepciones, sus esperanzas, sus capacidades y sus valores.

Asimismo, señala tres tipos de variables que determinan las características propias de una organización: las variables causadas, las variables intermediarias y las variables finales y que la combinación y la interacción de estas variables permite determinar dos tipos de clima organizacional o sistemas, cada uno de ellos con dos subdivisiones que parte de un sistema muy autoritario a un sistema muy participativo.

Clima tipo autoritario, conformado por el sistema I, autoritarismo explotador, este tipo de clima presenta un ambiente estable y aleatorio en el que la comunicación de la dirección con sus empleados no existe más que en forma de directrices y de instrucciones específicas. Sistema II, autoritarismo paternalista, bajo este tipo de clima, la dirección juega mucho con las necesidades sociales de sus empleados que tienen, sin embargo, la impresión de trabajar dentro de un ambiente estable y estructurado.

Clima de Tipo Participativo, este tipo de clima está constituido por los sistemas:

Sistema III Consultivo, este tipo de clima presenta un ambiente bastante dinámico en el que la administración se da bajo la forma de objetivos por alcanzar, Sistema IV Participación en grupo: en el sistema de la participación en grupo; la dirección tiene plena confianza en sus empleados: los procesos de toma de decisiones están diseminados en toda la organización, y muy bien integrados a cada uno de los niveles.

La comunicación no se hace solamente de manera ascendente o descendente, sino también de forma lateral. Los empleados están motivados por la participación y la implicación, por el establecimiento

de objetivos de rendimiento, por el mejoramiento de los métodos de trabajo y por la evaluación del rendimiento en función de los objetivos.

Existe una relación de amistad y confianza entre los superiores y los subordinados. Hay muchas responsabilidades acordadas en los niveles de control con una implicación muy fuerte de los niveles inferiores. Sobre este particular y de acuerdo a las consideraciones anteriores, Litwin y Stinger (1.978) proponen el siguiente esquema de clima organizacional:

### **Importancia del Clima Organizacional**

Para Brunet, el clima refleja los valores, actitudes y las creencias de los miembros, que debido a su naturaleza, se transforman a su vez, en elementos del clima. Así se vuelve importante para un gerente el ser capaz de analizar y diagnosticar el clima de su organización por tres razones:

Evaluar las fuentes de conflicto, de estrés o de insatisfacción que contribuyen al desarrollo de actitudes negativas frente a la organización.

Iniciar y sostener un cambio que indique al administrador los elementos específicos sobre los cuales debe dirigir sus intervenciones.

Seguir el desarrollo de su organización y prever los problemas que puedan surgir.

Así pues, el gerente puede ejercer un control sobre la determinación del clima de manera tal que pueda administrar lo más eficazmente posible su organización.

### **Dimensiones y Medidas del Clima Organizacional**

Los investigadores del clima organizacional señalan que este, está formado por varios componentes y esta naturaleza multidimensional

es importante cuando un especialista en administración de recursos humanos quiere escoger un cuestionario para proceder a la evaluación del clima de su organización.

En este sentido Brunet (Ob cit) expone en el presente esquema la forma en que interactúan componentes tales como el comportamiento de los individuos y de los grupos, la estructura y los procesos organizacionales, para crear un clima organizacional que, a su vez, produce los resultados que se observan a nivel del rendimiento organizacional, individual o de grupo.

Es así como los estudiosos del clima organizacional, apoyados en estos componentes cuestionarios, han tratado de caracterizar situaciones organizacionales específicas con respecto a dimensiones y principios universales y han propuesto diferentes instrumentos para medir el clima organizacional en una empresa, entre estos se encuentra el cuestionario de Likert el cual mide la percepción del clima en función de ocho dimensiones.

Siguiendo la misma línea se presenta a los autores Schneider y Bartlett, citados por Brunet quienes formularon un cuestionario para medir la percepción del clima en el interior de las compañías de seguros en función de seis dimensiones: el apoyo patronal, la estructura, la implicación con los nuevos empleados, los conflictos interagencias, la autonomía de los empleados y el grado de satisfacción general.

En el mismo sentido, para estudiar el clima organizacional se destaca la técnica de Litwin y Stinger (1.978) que utiliza un cuestionario donde se postula la existencia de nueve dimensiones que medirían el clima existente en una determinada organización tales dimensiones son las siguientes:

1. Estructura: Representa la percepción que tiene los miembros de la organización de la cantidad de reglas, procedimientos, trámites y otras

limitaciones a que se ven enfrentados en el desarrollo de su trabajo. La medida en que la organización pone el énfasis en la burocracia, versus el énfasis puesto en un ambiente de trabajo libre, informal e inestructurado.

2. Responsabilidad (empowerment): Es el sentimiento de los miembros de la organización acerca de su autonomía en la toma de decisiones relacionadas a su trabajo. Es la medida en que la supervisión que reciben es de tipo general y no estrecha, es decir, el sentimiento de ser su propio jefe y no tener doble chequeo en el trabajo.

3. Recompensa: Corresponde a la percepción de los miembros sobre la adecuación de la recompensa recibida por el trabajo bien hecho. Es la medida en que la organización utiliza más el premio que el castigo.

4. Desafío: Corresponde al sentimiento que tienen los miembros de la organización acerca de los desafíos que impone el trabajo. La medida en que la organización promueve la aceptación de riesgos calculados a fin de lograr los objetivos propuestos.

5. Relaciones: Es la percepción por parte de los miembros de la empresa acerca de la existencia de un ambiente de trabajo grato y de buenas relaciones sociales tanto entre pares como entre jefes y subordinados.

6. Cooperación: Es el sentimiento de los miembros de la empresa sobre la existencia de un espíritu de ayuda de parte de los directivos y de otros empleados del grupo. Énfasis puesto en el apoyo mutuo, tanto de niveles superiores como inferiores.

7. Estándares: Es la percepción de los miembros acerca del énfasis que pone la organización sobre las normas de rendimiento.

8. Conflictos: Es el sentimiento de los miembros de la organización, tanto pares como superiores, aceptan las opiniones discrepantes y no



temen enfrentar y solucionar los problemas tan pronto surjan.

9. Identidad: Es el sentimiento de pertenencia a la organización y que es un elemento importante y valioso dentro del grupo de trabajo. En general, la sensación de compartir los objetivos personales con los de la organización.

#### Desempeño en el Cargo

Soteldo (2.002), al referirse a desempeño en el cargo lo define como: el énfasis demostrado por el empleado que encuentra en la realización de su tarea significado para la consecución de sus objetivos individuales. Asimismo, destaca que este énfasis viene dado por una serie de características de las cuales el empleado está dotado, tales como: personalidad e individualidad, aspiraciones, valores, actitudes, motivaciones y objetivos individuales; además de habilidades, capacidades, destrezas y conocimientos necesarios para desarrollar labores empresariales. Aspectos estos que en conjunto determinan su desempeño laboral.

Al respecto Chiavenato (ob cit), en relación a comportamiento señala que existe una causalidad en donde tanto la herencia como el ambiente influyen de manera decisiva en este. Asimismo, destaca que el desempeño es motivado, es decir, siempre está dirigido u orientado hacia algún objetivo en particular y por último el autor hace referencia a la presencia de un impulso, un deseo, una necesidad y una tendencia, expresiones estas que sirven para indicar los motivos del comportamiento.

Se deduce, en relación con el comportamiento de las personas en una empresa que este es complejo y depende de factores internos (derivado de sus características de personalidad) y externos (derivados de las características empresariales).

Considerando lo antes expuesto se evidencia la importancia de la

motivación como uno de los factores internos que requiere una mayor atención para poder comprender el comportamiento de las personas en su desempeño laboral.

En el marco de lo planteado Soteldo (ob cit) define la palabra motivación como aquello que impulsa a una persona a actuar de determinada manera, definición que permite dar respuesta a las diferentes actitudes que se observan en el desempeño del individuo como recurso en las organizaciones, y poder explicar por qué se origina una propensión hacia un comportamiento específico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de investigación:

El estudio se ubica en una investigación de campo de carácter descriptivo, donde se hará un análisis sistemático de la situación de la cultura organizacional, clima organizacional y el liderazgo en las PYMES, con el propósito de describirla, explicar sus causas y efectos, para los cuales los datos de interés serán tomados directamente de la realidad en estudio; según Busot (1.991) la investigación de campo consiste en: “tomar los datos in situ”. (p. 20).

En relación con el carácter descriptivo de la investigación, Tamayo (2008); señala: “este trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta”. (p.35). Así mismo, Hernández afirma que: “los estudios descriptivos buscan especificar comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. (p.60).

Por su parte, el diseño de la investigación es no experimental tipo estudio transeccional descriptivo ya que permitirá evaluar en un grupo de personas u objetos una variable y proporcionar su descripción. Hernández (2010), al referirse a los diseños de investigación transeccional afirma, “son aquellos que recolectan datos en un solo momento,

en un tiempo único, Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (p.192)

### Técnica e instrumentos para la recolección de datos:

Esta se realizará en función de la información que se obtendrá mediante los instrumentos a ser aplicados a los sujetos de estudio. El análisis de datos se realizará a través de los siguientes pasos:

Clasificación de la información, para ello se distribuyeron los datos según la frecuencia y porcentajes y se presentaron en cuadros.

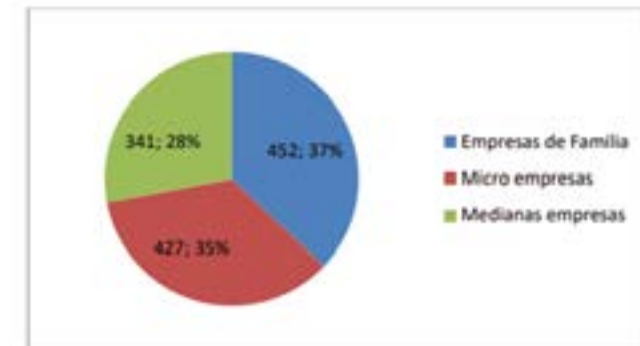
### Análisis de la información:

El análisis de los datos obtenidos se realizó en base a los objetivos formulados y tomando en cuenta cada indicador de las variables en estudio. La interpretación en forma global por indicadores permitió establecer la representación gráfica y los juicios críticos de cada opinión emitida por el encuestador.

De igual forma este análisis se realizó tomando en cuenta las alternativas contempladas en el cuestionario. En síntesis, para dicho análisis se utilizó el valor porcentual correspondiente y el valor de las frecuencias obtenidas en cada ítem según las respuestas de los encuestados, seguidamente se representaron en cuadros y se ilustrarán en gráficos.

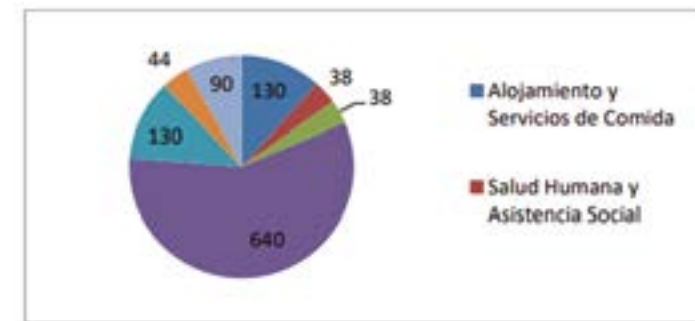
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados significativos de la investigación son: i) Características de las pequeñas y medianas empresas de familia, e ii) identificación de la inversión en innovación de pequeñas y medianas empresas. A continuación, se presenta cada uno de ellos. De las empresas analizadas, el 37% son empresas de familia, en su mayoría pequeñas empresas (35%), son empresas cuya planta de personal está entre once y cincuenta trabajadores y el 28 % son medianas empresas.



**Gráfico 1:** Distribución porcentual del tamaño de las empresas de muestra

Las empresas más significativas son: el sector comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos.

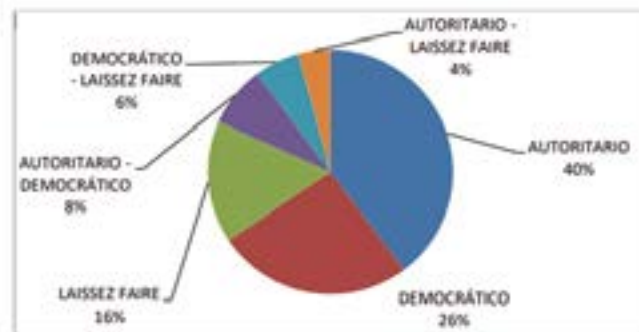


**Gráfico 2:** Número de empresas según actividad económica

De acuerdo con la inversión que las empresas de familia realizan en innovación, se encontró que es mayor el porcentaje que no realiza inversión en innovación representado en el 60,9% de las empresas familiares encuestadas. Tan solo el 8,7% de estas empresas realizan inversión en innovación. Como resultado de la investigación realizada

en relación de los estilos de liderazgo en las Pymes, basados en la aplicación del Test Estilo de Liderazgo de Kurt Lewin a los gerentes, administradores y propietarios de las unidades, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los resultados que se obtuvieron de la investigación señalan que el estilo de liderazgo utilizado por los gerentes y/o propietarios de las Pymes, son: un 40 % de los directivos de las Pymes adoptan un estilo de Liderazgo Autoritario, frente a un 8 % que maneja una combinación tanto del estilo Autoritario y Democrático siendo el estilo Laissez Faire con un 16 % el menos utilizado por los pequeños y medianos empresarios de ésta localidad.

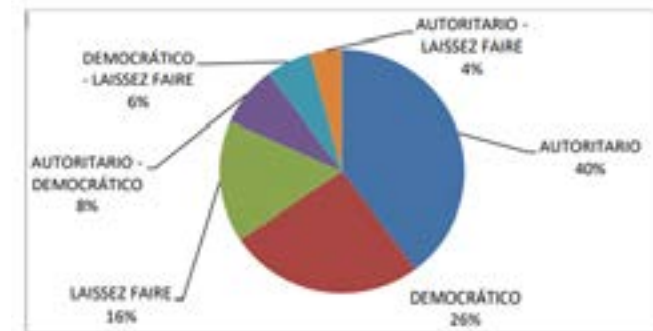


**Gráfico 3:** Estilos de Liderazgo en las Pymes

La cultura que mayormente predomina en las Pymes es la cultura jerarquizada; es decir, que las empresas son lugares estructurados y formales, con una serie de reglas, políticas y procedimientos que permite a los líderes organizar y controlar las actividades diarias, definiendo el éxito en base a la eficiencia en el cumplimiento de las tareas; mientras que la cultura preferida es la de tipo clan, a las personas les atrae una empresa que les brinde un entorno amistoso, de apoyo constante y donde prime el trabajo en equipo.

En el Gráfico N° 4, se muestran los resultados por tipo de característica

analizada sobre la cultura predominante, concluyéndose que en el escenario existente predomina la cultura jerarquizada; a excepción de las características dominantes, donde tiene mayor puntuación la cultura de mercado.



**Gráfico 4:** Resultado global por característica analizada sobre culturas predominantes

## CONCLUSIONES

En el caso que nos ocupa de procesos de cambio mediante tecnologías de gestión en la organización, la visión y comportamiento de los directivos en la perspectiva de complejidad implica entender y aceptar que estas tecnologías no son metodologías únicas estandarizadas y determinantes que conducen a la eficiencia a pesar de su funcionalidad en las organizaciones en países de su origen.

El conocimiento de la organización se aborda en términos de su totalidad, no de sus partes aisladas. Implica que el observador, para conocer un problema sus causas efectos y solución, identifica y establece las relaciones que resultan de la interacción entre las partes que constituyen la organización.

La ausencia de este pensamiento sistémico es restrictiva en los

procesos de cambio en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador. La decisión de implantar una tecnología de gestión resulta de la necesidad que perciben los directivos de solucionar problemas relacionados con planeación, procesos y estructura, calidad, dirección de personas, cambio y aprendizaje, conocimiento en la organización y otros.

Construir condiciones iniciales que propicien el cambio, la dicotomía cultural que aparece en los requerimientos (una cultura humanitaria) para que la tecnología sea funcional produciendo un proceso de innovación administrativa (cultura explícita); es argumento suficiente para explicar las dificultades y resultados que su aplicación ha tenido en las pequeñas y medianas empresas de la provincia de Tungurahua del Ecuador. La mentalidad de los empresarios en las pequeñas y medianas empresas de la provincia de Tungurahua no ha evolucionado en el tiempo. Esta situación se refleja en sus comportamientos, y las organizaciones que dirigen propician una cultura explícita propiciando modelos mecanicistas de gestión (Taylor, Fayol y Weber). La cultura explícita que han construido los dueños, empresarios y dirigentes de las pequeñas y medianas empresas, está determinada por el modelo administrativo que resulta de sus paradigmas de gestión de sus empresas. La investigación sobre clima organizacional demostró que con el transcurrir del tiempo la percepción que tienen las personas no ha cambiado en forma significativa. Los resultados en algunas de las variables tienen niveles satisfactorios que pueden calificarse como apenas aceptables. Las percepciones de clima organizacional identificadas en un número significativo de las empresas investigadas se explican en el contexto de cultura explícita. La cultura es el constructo colectivo que comparten las personas con comportamientos que influye en la percepción de clima como constructo de percepciones individuales que resultan del proceso de interacción social en el marco de la conciencia colectiva.

La sinergia que se establece con la información de las investigaciones sobre tecnologías, cultura y clima organizacional en las pequeñas y medianas empresas de la provincia de Tungurahua del Ecuador, es insumo para explicar lo que ha sucedido con estos procesos en las empresas ecuatorianas. “La cultura organizacional de las pequeñas y medianas empresas Ecuador, no ofrece oportunidad de éxito en su aplicación a tecnologías de gestión, porque los fundamentos teóricos sobre los cuáles se construye una y otra son abiertamente contradictorios en su concepción acerca de la participación del hombre”.

Las PYMES son administradas en su mayoría con un estilo de Liderazgo Autocrático que limita la participación de todos los colaboradores en el proceso de toma de decisiones. No existe capacitación en los administradores de estas organizaciones sobre las técnicas modernas de administración que permitirían generar confianza para con sus colaboradores y encontrar la manera de cómo ellos podrían aportar en los procesos decisionales de las empresas a través de su conocimiento. Las pequeñas y medianas empresas de la provincia de Tungurahua no tienen definido con claridad, cuáles son los procesos decisionales en que el líder debe apoyarse en los miembros de la organización para mejorar la calidad de las decisiones y enfrentar de mejor manera los retos de los mercados actuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ramírez, J. (2010). Cultura organizacional y tareas gerenciales del director. Trabajo de Grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Educación. Mención: Planificación Educativa, La Universidad del Zulia, Facultad de Humanidades y Educación. División de Estudios para Graduados. Maracaibo, Venezuela.

Robbins, S. (2004) Comportamiento organizacional. Décima edición Prentice Hall México, DF.

Alles, M. (2006). Dirección Estratégica de Recursos Humanos. Gestión por competencias. Ediciones Granica S.A. Buenos Aires. Argentina.

Betancourt G. (2012). Empresas Familiares Multigeneracionales. Revista Entramado ISSN: 1900-3803 comunicacion.ayc.1@gmail.com Universidad Libre Colombia

Dodgson, Gann, y Salter, (2008). The Management of Technological Innovation. Strategy and Practice. Oxford University Press. Gran Bretaña.

Escorsa P. (1999). Tecnología e Innovación de la Empresa. Dirección y Gestion. Editorial UPC. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Hamel G. (2008) El futuro de la administración. Bogotá. Grupo editorial Norma

Hill y Jones, (2009). Theory of Strategic Management with Cases. Editorial South-Western. USA.

Maidagán y otros (2009). Filosofía de la Innovación. El papel de la creatividad en un mundo global. Plaza y Valdez Editores. Madrid. España.

Méndez C.E. (2000) Un marco teórico para el concepto de cultura corporativa. Bogotá: Serie documentos No. 1. Ediciones Rosarista

Méndez C.E. (2001) Tecnologías de gestión. Bogotá: Serie Documentos No. 6. Ediciones Rosaristas

Méndez C.E. (2006) Transformación cultural en las organizaciones. Un modelo para la gestión del cambio. Bogotá. Limusa Noriega Editores

Méndez C.E. (2009) Tecnologías y herramientas de gestión: Caso

grandes, medianas y pequeñas empresas en Bogotá Método de análisis para su intervención. Bogotá. Centro Editorial Universidad del Rosario

Porter M. (2009). Ser competitivo. Editorial Deusto. España.

Rocher G. (1990) Introducción a la sociología general. Barcelona. Editorial Herder

Sanmartín J. (2012) Estudios Comparativos de las Empresas Familiares en México en el Contexto Mundial. Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática. Reaci. Servicio de Rentas Internas del Ecuador SRI.

Xiaoping, W., & Anna, Z. (2011). Research on Succession Influencing Factors in the Family Business. Management Science and Industrial Engineering (MSIE).

Argyris. C. (1.957). Teoría Gerencial en Proceso de Cambio. México. Editorial Iberoamericana.

Arevalo, J. 2000. Importancia de la cultura y clima organizacional como factores Determinantes en la eficacia del personal civil en el contexto militar. Trabajo de grado. Universidad Fermín Toro. Barquisimeto.

Ary, Ch. y otros (1.991). Introducción a la Investigación Pedagógica. Editorial McGraw- Hill. México.

Blake, R y Mounton, J (1.969). El Modelo del Cuadro Organizacional Grid. Fondo Educativo Interamericano S.A.

Bravo, M (2.000). Necesidades de logro y desempeño laboral en el personal de enfermería del Hospital General “Dr. Pastor Oropeza” del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales Barquisimeto, Estado Lara. Universidad Yacambu. Trabajo de Grado para optar al Título de

Especialista en Gerencia en Salud.

Busot, J (1.991). Investigación Educativa. Editorial Ediluz. Maracaibo.

Chiavenato, I. (1.988). Introducción a la Teoría General de la Administración. 3era. Edición. Editorial MacGraw-Hill. México.

Chiavenato, I. (1.999). Administración de Recursos Humanos. Editorial MacGraw-Hill. México.

Colmenarez, J. 2000. Clima organizacional en la empresa compañía anónima para el desarrollo de la zona industrial de Barquisimeto “COMDIBAR” C.A. Trabajo de grado. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado “(UCLA). Barquisimeto.

Flores, C. (1.994). Motivación una alternativa para el Éxito. Universidad Pedagógica Libertador. Caracas.

Gibson, J Ivancevich y otros. (1.999). Las Organizaciones. Editorial McGraw-Hill.

Goncalves, A. (1997). Dimensiones del clima organizacional. <http://www.caludad.org/articulos/dec97/2dec97.htm> (Consulta 20 abril 2006)

Hernández, R y otros (1.994). Metodología de la Investigación. Editorial McGraw-Hill. México.

Koontz. H y O’Donell (1.988). Elementos de Administración. 3era Edición. Editorial McGraw-Hill. México.

Litwin, G y Stringer (1.978). Motivación y Clima Organizacional. Harvard Business School.

López, S (1.999). Clima Organizacional en una Organización de Educación Superior. Trabajo de grado. Universidad de Carabobo. Valencia.

Quiroz, R (1.987). Estilos Gerenciales en una Organización de Educación Superior. Trabajo de ascenso publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Barquisimeto.

Robbin, S. 2004. Comportamiento Organizacional. McGraw – Hill Interamericana. México.

Rojas, V. 2001. Acciones tácticas para la optimización del clima organizacional de la embotelladora terepaima C.A. Municipio Palavecino. Trabajo de grado.

Romero, (1.991). Motivando para el Trabajo. 4ta Edición. Editorial Alfa. Merida.

Romero, (1.999). Crecimiento Psicológico y Motivaciones Sociales. Merida. 3era Edición ROGYA, C.A.

Sarabia, L. (2002). Relación entre clima organizacional y el éxito de los procesos de reingeniería en una empresa tabacalera. Trabajo de grado. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado “(UCLA). Barquisimeto.

Soteldo, E. (2.002). La Motivación en el Desempeño del Personal de la Unidad Ambulatoria Simón Bolívar. Barquisimeto Estado Lara. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia en Salud. Universidad Yacambu.

Sulbaran, N. 2002. Clima organizacional y aplicación de la norma Covenim ISO 9000 caso: Impresora Técnica Zulia. Trabajo de grado. Universidad Fermín Toro. Cabudare.

Tamayo, M. (1.990). Proceso de la Investigación Científica. Fundamentos de la Investigación. Editorial Limusa. Bogota. Colombia

Vroom, V (1.992). Motivación y Alta Dirección. 1era. Edición. Editorial Trillas. México.



# **CAPITULO X**

**CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS  
NUMÉRICOS**

## CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS NUMÉRICOS

Contextualization of numerical methods

### **Andrea Damaris Hernández Allauca**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

andrea.hernandez@esPOCH.edu.ec

### **Carolina Valeria Llanga Cruz**

Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros

cllanga@institutos.gob.ec

### **John Oswaldo Ortega Castro**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

john.ortega@esPOCH.edu.ec

### **RESUMEN**

Desde tiempos antiguos el rol del ingeniero ha sido similar al actual, lo que significa que es la búsqueda del conocimiento e interpretación de los mecanismos de la naturaleza para así poder modificarla al servicio del hombre. Para tal fin se sirve de sus conocimientos, intuición, experiencia y los medios naturales a los que en cada momento ha tenido disponibles. Con el gran poder de cómputo que se tiene en estos días, el ingeniero dispone de grandes ventajas para poder llevar a cabo su misión y abordar cada día retos más ambiciosos en la solución de nuevos problemas, cuyos aspectos políticos, económicos, científicos o tecnológicos pueden tener un mayor impacto en la mejora de la calidad de vida del hombre. Encontramos así aplicaciones de los métodos numéricos en los ámbitos más diversos desde sectores tecnológicos tan clásicos como la ingeniería estructural o la aerodinámica de aviones, hasta aplicaciones más sofisticadas como ingeniería de alimentos, ingeniería médica, diseño de fármacos, biología, entre



otros. El objetivo de este estudio se fundamenta en el análisis de la contextualización de los métodos numéricos, en las distintas ramas del conocimiento y problemas comunes de la vida real para lo cual se presenta una variedad de ejemplo de aplicaciones a través de simulaciones computarizadas.

**Palabras claves:** Métodos numéricos, contextualización, ingeniería, programa.

### Abstract

Since ancient times the role of the engineer has been similar to the current one, which means that it is the search for knowledge and interpretation of the mechanisms of nature in order to modify it in the service of man. For this purpose, he uses his knowledge, intuition, experience and the natural means to which he has had at any time available. With the great computing power that exists these days, the engineer has great advantages to carry out his mission and to face every day more ambitious challenges in the solution of new problems, whose political, economic, scientific or technological aspects can have a greater impact on improving the quality of life of man. We thus find applications of numerical methods in the most diverse fields from such classic technological sectors as structural engineering or aircraft aerodynamics, to more sophisticated applications such as food engineering, medical engineering, drug design, biology, among others. The objective of this study is based on the analysis of the contextualization of numerical methods, in the different branches of knowledge and common problems of real life for which a variety of examples of applications of numerical methods through computer simulations is presented.

**Keywords:** Numerical methods, contextualization, engineering,

program.

### INTRODUCCIÓN

Los métodos numéricos comprenden las técnicas mediante las cuales se pueden formular problemas matemáticos de tal forma que puedan resolverse usando operaciones aritméticas. En ese sentido, trata de diseñar métodos para aproximar de una manera eficiente las soluciones de problemas expresados matemáticamente.

Con lo anterior, se busca es encontrar soluciones aproximadas a problemas de alta complejidad con la única utilización de las operaciones más simples de la aritmética, lo que requiere de una secuencia de operaciones algebraicas y lógicas que producen la aproximación al problema matemático.

Ahora bien, los métodos numéricos pueden ser aplicados para resolver procedimientos matemáticos en: Cálculo de derivadas, integrales, ecuaciones diferenciales, operaciones con matrices, interpolaciones, ajuste de curvas, polinomios, entre otros, pudiendo ser aplicados en ramas de la ingeniería Industrial, Química, Civil, mecánica, eléctrica, entre las más comunes.

De igual forma, métodos numéricos constituyen una herramienta de análisis científico y tecnológico valiosa en la actualidad, que aunado al desarrollo del campo informático ha permitido su desarrollo para resolver problemas complejos como se mencionó anteriormente, en situaciones tales como la simulación de un fenómeno o dispositivo, hasta el estudio de sistemas complejos como la simulación de evolución de una galaxia o en análisis de esfuerzos y estabilidad de una aeronave.

Por otra parte, los métodos numéricos desarrollados en estos últimos 70 años son aplicables cada uno a problemas altamente específicos.

Los albores del desarrollo de los métodos numéricos apenas pueden rastrearse en la historia, y están referidos a los tiempos anteriores a nuestra era con las civilizaciones egipcia y árabe que resolvieron problemas que sólo después pudieron resolverse analíticamente mediante el álgebra (un caso particular es la solución de ecuaciones de segundo grado antes de que se conociera una fórmula para resolverla) y que no perdieron vigencia por sentar las bases de desarrollos para resolver problemas que hoy se saben algebraicamente irresolubles.

El comprender el uso de los métodos numéricos hoy requiere de disponer de las tres habilidades asociadas con los elementos antes mencionados.

Por un lado la habilidad para comprender cómo un procedimiento numérico representa un concepto matemático que además permite manipularlo alternativamente a los métodos analíticos conocidos que poseen grandes limitantes para hacerlo; la habilidad y conocimiento de implementar estos métodos mediante la programación de una computadora programable; y finalmente, la habilidad de comprender y visualizar un problema físico o tecnológico mediante estos métodos a través de los conceptos matemáticos de análisis aprendidos analíticamente. Este análisis pretende hacer hincapié en los tres aspectos mencionados.

Este enfoque y su importancia pueden estar llenos de escepticismo. Por un lado quien no ha empleado los métodos numéricos para resolver un problema complejo tendrá hasta ahora dos caminos ya conocidos a los que costará trabajo renunciar: por un lado el enfoque analítico que permite resolver, mediante el análisis matemático, un problema simple sin demasiadas complicaciones como se hace en la mayoría de los cursos teóricos de ciencia e introducción a la ingeniería y por otro lado, el camino de desarrollo experimental o tecnológico, que permite diseñar un proceso o prototipo sin grandes elementos de cálculo previo. Es posible permanecer ahí por comodidad y sin

grandes sobresaltos, pero el camino a la ciencia y tecnología modernas ni plantea problemas sencillos que regularmente se puedan resolver analíticamente, ni permite el dispendio ni imprecisión de un desarrollo experimental aproximado basado en el ensayo y error.

Así, el desarrollo matemático de técnicas numéricas alternas a las analíticas constituye el cuerpo de estudio de los métodos numéricos y la cuantificación de su eficiencia, al análisis numérico. De este modo, para cada elemento de conocimiento matemático, se han desarrollado técnicas alternas que enfocan los problemas desde una perspectiva meramente numérica, las cuales buscan aproximarse al nivel predictivo que poseen los métodos analíticos.

Si bien se puede basar el estudio de estas técnicas en un enfoque descriptivo de las mismas y complementariamente en un enfoque analítico sobre su comportamiento, la realidad de la práctica profesional implica también el aprendizaje de su implementación sobre plataformas tecnológicas más o menos desarrolladas y basadas en la programación.

La razón es simple, una creciente necesidad de precisión se alcanza típicamente con un alto número de aplicaciones de cada método, lo que escala el número de operaciones asociadas y la complejidad de desarrollarlas por técnicas elementales de cálculo. Es así como el empleo de autómatas computacionales se vuelve necesario e imprescindible.

Al momento de aplicar las Matemáticas a situaciones del mundo real es frecuente encontrarse con problemas que no pueden ser resueltos analíticamente o de manera exacta y cuya solución debe ser abordada con ayuda de algún procedimiento numérico, es aquí donde juega un papel importante a las técnicas numéricas de solución para problemas matemáticos típicos ya formulados.

## OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

Analizar la contextualización de los métodos numéricos, en las distintas ramas del conocimiento y problemas comunes de la vida real.

### Objetivos Específicos

- Describir algunos problemas importantes utilizando métodos numéricos.
- Presentar un panorama general de las aplicaciones que pueden darse a los métodos numéricos.

## JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los métodos numéricos son técnicas mediante las cuales es posible formular problemas matemáticos de tal forma que puedan resolverse usando operaciones aritméticas. Por su parte, el análisis numérico trata de diseñar métodos para “aproximar” de una manera eficiente las soluciones de problemas expresados matemáticamente, cuyo objetivo principal es encontrar soluciones “aproximadas” a problemas complejos utilizando sólo las operaciones más simples de la aritmética. Se requiere de una secuencia de operaciones algebraicas y lógicas que producen la aproximación al problema matemático.

De igual forma, los métodos numéricos pueden ser aplicados para resolver procedimientos matemáticos como lo es el cálculo de derivadas, las integrales, ecuaciones diferenciales, operaciones con matrices, interpolaciones, ajuste de curvas y polinomios, entre otros. Se debe acotar que, aunque existen numerosos tipos de métodos numéricos, todos comparten una característica común: llevan a cabo un buen número de tediosos cálculos aritméticos. Es por ello por lo que la computación es una herramienta que nos facilita el uso y desarrollo de ellos, pudiendo ser aplicados en diferentes áreas (Ingeniería

Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería eléctrica, medicina, biología, entre otros).

En cuanto a su importancia, radica en la contribución al desarrollo de la profesión de los ingenieros lo que implica inevitablemente el uso de las computadoras que son aliadas de la ingeniería al desempeñar millares de tareas, tanto analíticas como prácticas, en el desarrollo de proyectos y la solución de problemas en forma más eficiente en el transcurso de su carrera profesional, es posible que el estudiante tenga la necesidad de utilizar un software disponible comercialmente que contenga métodos numéricos. El uso inteligente de estos programas depende del conocimiento de la teoría básica en lo que se basan estos métodos.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Conceptos básicos: cifra significativa

Las cifras significativas son también conocidas como dígitos significativos y se desarrollaron para designar formalmente la confiabilidad de un valor numérico. El número de cifras significativas es el número de dígitos más un dígito estimado que se pueda usar con confianza. Cuando se emplea un número en un cálculo, debe haber seguridad de que pueda usarse con confianza. El concepto de cifras significativas tiene dos implicaciones importantes en el estudio de los métodos numéricos.

1.- Los métodos numéricos obtienen resultados aproximados. Por lo tanto, se debe desarrollar criterios para especificar qué tan precisos son los resultados obtenidos.

2.- Aunque ciertos números representan número específicos, no se pueden expresar exactamente con un número finito de cifras. A la omisión del resto de cifras significativas se le conoce como error de redondeo. Ejemplos de Cifras Significativas: 0.000 018 45; 0.000 184

5 ; 0.001 845

Los ceros no son siempre cifras significativas ya que pueden usarse solo para ubicar el punto decimal. Los números antes mencionados tienen cuatro cifras significativas. Cuando se incluyen ceros en números muy grandes, no se ve claro cuántos ceros son significativos si es que los hay.

### **Precisión.**

La precisión se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Es decir la precisión se refiere a qué tan cercano está un valor individual medido o calculado respecto a los otros. En pocas palabras esto es lo cerca que los valores medidos están unos de otros. Se puede decir entonces que la precisión en Métodos Numéricos se refiere:

- 1) Al número de cifras significativas que representan una cantidad
- 2) la extensión en las lecturas repetidas de un instrumento que mide alguna propiedad física.

Es importante mencionar que los datos precisos pueden ser inexactos.

Obtener datos altamente precisos puede ser verdaderamente difícil y costoso.

### **Exactitud.**

La exactitud se refiere a que tan cercano está el valor calculado del valor verdadero. Es decir, es la aproximación de un número al valor numérico que se supone representa. Se puede decir entonces que la exactitud es el grado de concordancia entre el valor verdadero y el obtenido. Por tanto, la exactitud se expresa como suma de dos términos: la precisión, la veracidad y la Incertidumbre.

La incertidumbre es la expresión del grado de desconocimiento de un resultado. Esto es que incertidumbre refleja, por tanto, duda acerca de la veracidad del resultado obtenido una vez que se han evaluado todas las posibles fuentes de error y que se han aplicado las correcciones oportunas. Se refiere al grado de alejamiento entre sí, a las diversas aproximaciones a un valor verdadero

Entonces la incertidumbre nos da una idea de la calidad del resultado ya que nos muestra un intervalo alrededor del valor estimado dentro del cual se encuentra el valor considerado verdadero.

La incertidumbre puede derivarse de una falta de información. Puede tener varios tipos de origen, por ejemplo, errores cuantificables en los datos.

### **Sesgo.**

La inexactitud es conocida como sesgo se refiere a que tan cercano está el valor calculado del valor verdadero. Es decir, sesgo es un error que aparece en los resultados. Es entonces un alejamiento sistemático del valor verdadero a calcular. Un sesgo es un error sistemático que hace que todas las medidas estén desviadas en una cierta cantidad. También se dice que es una característica de una medición o de una estimación estadística tal que los resultados obtenidos al repetir la medición o la estimación están afectados por errores sistemáticos en relación con el valor convencionalmente verdadero.

### **Definición de error:**

Esta palabra tiene distintos significados dependiendo el campo, en términos generales no dice que es: Desviación de lo exacto o lo correcto, en religión: Un pecado, pero nos enfocaremos en lo que necesitamos en Matemáticas: diferencia entre un valor estimado y el valor real de una cantidad.

Error Absoluto: es aquella diferencia entre el valor medio y el valor verdadero

Error Relativo: es la división del error absoluto sobre el valor real multiplicado por 100, de esta manera nos da como que porcentaje de error se tiene.

Error por redondeo

Redondear: es el proceso por el cual se eliminan decimales poco significativos a un número decimal, eh aquí unas reglas:

Dígito menor que 5: Si el siguiente decimal es menor que 5, el anterior no se modifica. Ejemplo: 12,612. Redondeando a 2 decimales deberemos tener en cuenta el tercer decimal:  $12,612 = 12,61$ .

Dígito mayor que 5: Si el siguiente decimal es mayor o igual que 5, el anterior se incrementa en una unidad. Ejemplo: 12,618. Redondeando a 2 decimales deberemos tener en cuenta el tercer decimal:  $12,618 = 12,62$ . Ejemplo: 12,615. Redondeando a 2 decimales deberemos tener en cuenta el tercer decimal:  $12,615 = 12,62$

Error por redondeo: se obtiene de usar números redondeados en ciertas operaciones

Error por truncamiento

Truncar: es el término utilizado para reducir el número de dígitos a la derecha del punto decimal, en otras palabras, corta el número en el dígito especificado.

Error por truncamiento: se obtiene de usar número truncados en ciertas operaciones, este puede ser el hasta el doble de error máximo que se puede obtener usando redondeo

Error Numérico Total: El error numérico total es la suma de los errores de redondeo y de truncamiento.

## Software de cómputo numérico

Muchos problemas de cómputo en ingeniería pueden ser divididos en pedazos de cálculos bien conocidos, como solución de sistemas de ecuaciones lineales, transformada rápida de Fourier, etc. Por consecuencia, frecuentemente el programador sólo tiene que escribir una rutina pequeña (driver) para el problema particular que tenga, porque el software para resolver las subtarefas se encuentra ya disponible. De esta forma la gente no tiene que realizar el problema una y otra vez.

Para álgebra lineal y algunos otros cálculos numéricos básicos hay software de calidad gratis (a través de Netlib).

NETLIB: (NET LIBrary) es una colección grande de software, documentos, bases de datos gratis que son de interés para las comunidades científicas y de métodos numéricos. El depósito es mantenido por los Laboratorios Bell de AT&T, la Universidad de Tennessee y el Laboratorio Nacional Oak Ridge, y replicado en varios sitios alrededor del mundo.

Netlib contiene software de alta calidad que ha sido probado en forma intensiva, pero todo el software libre no tiene garantía y tiene poco soporte. Para poder usar el software, primero se tiene que descargar en su computadora y entonces compilarlo.

## Paquetes de software comercial para cómputo numérico general:

**NAG:** El Grupo de Algoritmos numéricos (Numerical Algorithms Group) (NAG) ha desarrollado una biblioteca de Fortran conteniendo alrededor de 1000 subrutinas accesibles al usuario para resolver problemas generales de matemáticas aplicadas, incluyendo: ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, transformada rápida de Fourier, cuadratura, álgebra lineal, ecuaciones no lineales, ecuaciones integrales, y más.

**IMSL:** La biblioteca numérica de Fortran IMSL hecha por Visual Numerics, Inc. cubre muchas de las áreas contenidas en la biblioteca NAG. También tiene soporte para analizar y presentar datos estadísticos en aplicaciones científicas y de negocios.

**NUMERICAL RECIPES:** Los libros de Numerical Recipes in C/ Fortran son muy populares entre los ingenieros porque pueden ser usados como libro de cocina donde se puede encontrar una “receta (recipe)” para resolver algún problema a mano. Sin embargo, el software correspondiente de Numerical Recipes no es comparable en alcance o calidad al dado por NAG o IMSL. Es un software muy usado en universidades, centros de investigación y por ingenieros. En los últimos años ha incluido muchas más capacidades, como la de programar directamente procesadores digitales de señal, crear código VHDL y otras.

**MATLAB:** Es un programa de cálculo numérico, orientado a matrices y vectores. Por tanto desde el principio hay que pensar que todo lo que se pretenda hacer con él, será mucho más rápido y efectivo si se piensa en términos de matrices y vectores.

**GNU OCTAVE:** Es un programa libre para realizar cálculos numéricos. Como indica su nombre es parte de proyecto GNU. MATLAB es considerado su equivalente comercial. Entre varias características que comparten se puede destacar que ambos ofrecen un intérprete permitiendo ejecutar órdenes en modo interactivo. Nótese que Octave no es un sistema de álgebra computacional como podría ser GNU Máxima, sino que usa un lenguaje que está orientado al análisis numérico.

### Métodos Iterativos

En matemática computacional, un método iterativo trata de resolver un problema (como una ecuación o un sistema de ecuaciones)

mediante aproximaciones sucesivas a la solución, empezando desde una estimación inicial. Esta aproximación contrasta con los métodos directos, que tratan de resolver el problema de una sola vez (como resolver un sistema de ecuaciones  $Ax=b$  encontrando la inversa de la matriz  $A$ ). Los métodos iterativos son útiles para resolver problemas que involucran un número grande de variables (a veces del orden de millones), donde los métodos directos tendrían un coste prohibitivo incluso con el la potencia del mejor computador disponible.

Un método iterativo obtiene una solución aproximada de  $Ax = b$  construyendo una sucesión de vectores:

$$x_1, x_2, \dots, x_k$$

Desde un vector inicial arbitrario  $x_0$ .

- TEOREMA DE CONVERGENCIA.

Un método iterativo se dice convergente si

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_k = x$$

$k \rightarrow \infty$

- VENTAJA DE FRENTE A LOS METODOS DIRECTOS.

Son menos sensibles a los errores de redondeo y esto se aprecia en sistemas de orden elevado donde los errores de redondeo de los métodos directos son considerables.

- TIPOS DE METODOS ITERATIVOS

### Puntos fijos atractivos

Si una ecuación puede ponerse en la forma  $f(x) = x$ , y una solución  $x$  es un punto fijo atractivo de la función  $f$ , entonces puede empezar con un punto  $x_1$  en la base de atracción de  $x$ , y sea  $x_{n+1} = f(x_n)$  para  $n \geq 1$ , y la secuencia  $\{x_n\}_{n \geq 1}$  convergerá a la solución  $x$ .

## Sistemas lineales

En el caso de un sistema lineal de ecuaciones, las dos clases principales de métodos iterativos son los métodos iterativos estacionarios y los más generales métodos del subespacio de Krylov

## Métodos iterativos estacionarios

Los métodos iterativos estacionarios resuelven un sistema lineal con un operador que se aproxima al original; y basándose en la medida de error (el residuo), desde una ecuación de corrección para la que se repite este proceso. Mientras que estos métodos son sencillos de derivar, implementar y analizar, la convergencia normalmente sólo está garantizada para una clase limitada de matrices.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio presenta un diseño bibliográfico documental, en tanto el análisis de la contextualización de los métodos numéricos se apoyó en la recopilación, reflexión e interpretación de documentos alusivos a la temática en estudio, considerando ramas del saber específicas. Sabino (2006), indica que el beneficio es que el investigador puede mediante una indagación bibliográfica analizar una amplia gama de fenómenos, ya que no sólo tiene que basarse en los hechos a los cuales él tiene acceso de un modo directo, sino que puede extenderse para abarcar una experiencia inmensamente mayor.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para una mejor comprensión de la aplicación de los métodos numérico, se agrupan en ejemplos de aplicación con sus respectivas imágenes resultantes de programación asistida con un computador a partir de un método numérico específico en conjunto con un área del saber. De esta manera se contextualizan los métodos numéricos según las necesidades que se presenten tal como se presentan a continuación:



Figura 1.- Modelado numérico de las naves centrales de la catedral de Barcelona.

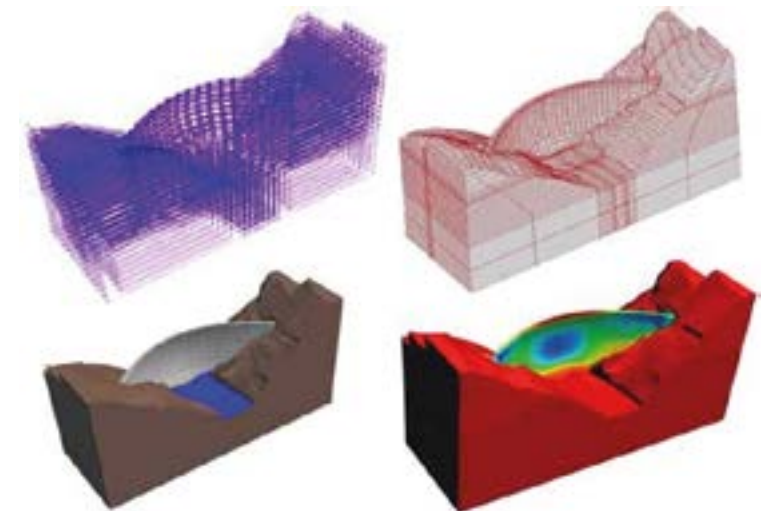
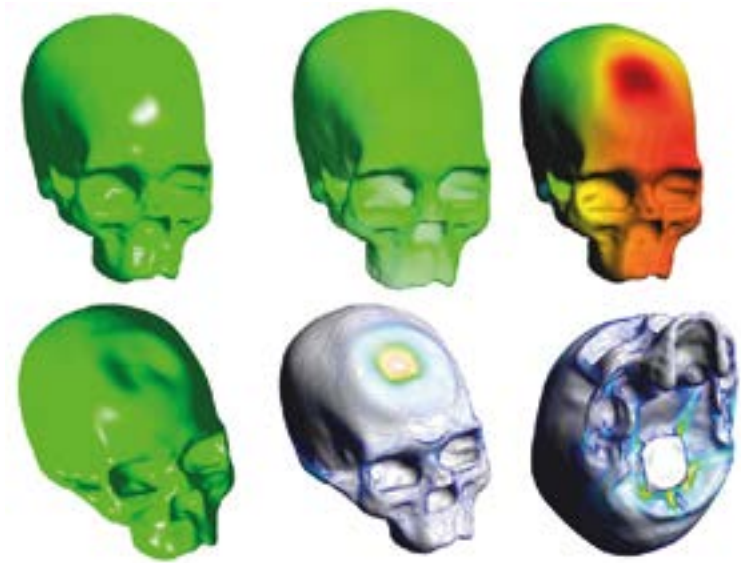


Figura 2.- Simulación numérica de una presa en arco.

En la Figura 2. Se presenta un modelo de estudio de una presa en arco. En este tipo de estructuras debe tomarse en cuenta la capacidad de la roca sobre la cual se cimentará la cortina de la presa, la interacción con el fluido y garantizar que, si se presenta una acción sísmica, la presa no se colapsará.



**Figura 3.-** Simulación de un golpe sobre un cráneo humano.

En la Figura 3 se presentan los resultados de hacer la simulación numérica de un golpe sobre un cráneo humano. En este punto vale la pena resaltar que un aspecto muy importante de este tipo de aplicaciones es contar con una descripción geométrica precisa del dominio a estudiar. Como puede verse en este ejemplo, la geometría que utilizamos es muy buena y fue obtenida utilizando un algoritmo diseñado para extraer el cerebro humano de un conjunto de imágenes de resonancia magnética [1] (en donde también utilizamos métodos numéricos). Sin embargo, es importante mencionar que existen algunos preprocesadores comerciales que permiten en forma más o menos sencilla modelar la geometría a estudiar como GID [2].

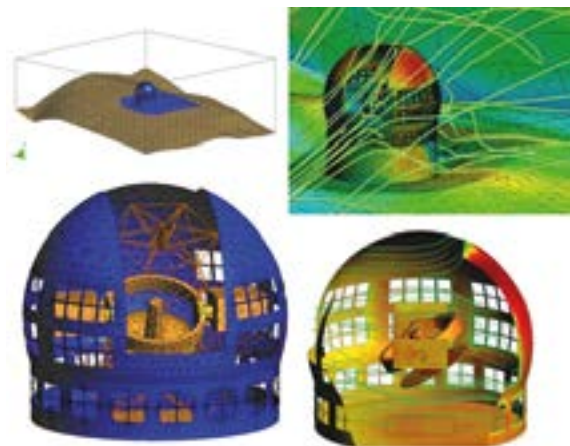
Existen otro gran número de aplicaciones en la mecánica de sólidos

como podrían ser: determinación de zonas de falla en materiales frágiles como el concreto, laminados de materiales compuestos, cerámicos; estudio de piezas en rango plástico para predecir su comportamiento en situaciones extremas; Modelos de daño para predecir el comportamiento de piezas mecánicas que ya están fracturadas y se requiere medir el grado de seguridad que aún pueden tener; modelos que permiten simular fatiga de los materiales que forman una pieza mecánica sometida a acciones dinámicas;

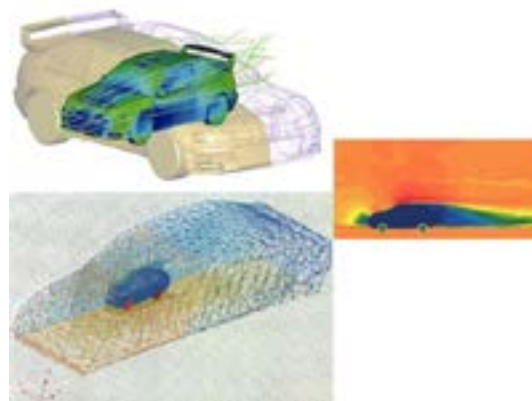
### **Mecánica de Fluidos**

Una rama muy importante de la ingeniería, es el estudio de la mecánica de fluidos, en donde las ecuaciones que gobiernan el fenómeno físico tienen ciertas peculiaridades que las hacen difíciles de abordar desde el punto de vista numérico. Aquí se presentan problemas de bloqueo numérico de la solución y deben seguirse ciertas alternativas para hacer abordable el problema. Un tipo de problemas que es interesante resolver es por ejemplo determinar las presiones que provoca el viento sobre una estructura determinada. Un estudio de ese tipo se realizó en el observatorio astronómico de Gran Canarias, construido por la Comunidad Económica Europea en las Islas Canarias a finales del siglo pasado. Se requería poder determinar qué deformaciones produciría el viento sobre la estructura del telescopio, pues se afectaría seriamente la calidad de las observaciones que se realizarían. En la Figura 4 pueden observarse las líneas de corriente que sigue el viento al entrar en la estructura que cubre el telescopio.





**Figura 4.-** Modelo y resultados de la simulación sobre el telescopio localizado en la isla de Gran Canaria, España.

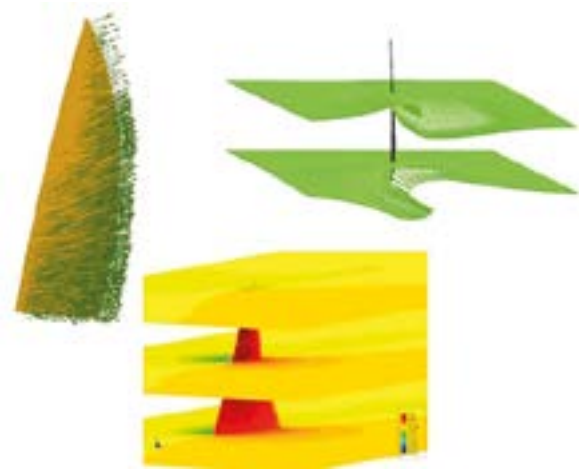


**Figura 5.-** Simulación de aerodinámica de vehículos.

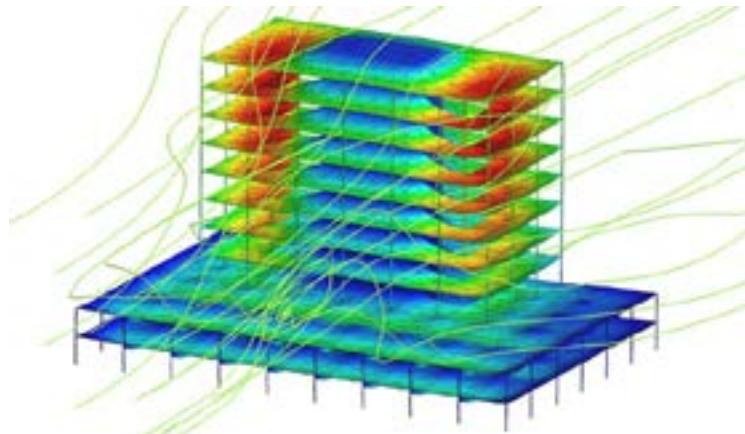
Otro aspecto muy importante en una aplicación de la Mecánica de Fluidos es el de generar laboratorios virtuales para modelar fenómenos físicos. Por ejemplo, el túnel de viento para modelar el paso de un vehículo a una cierta velocidad y determinar el coeficiente de penetración en el aire, el cual puede incidir en el gasto energético del vehículo para poder mantener una velocidad constante. Un ejemplo de estas simulaciones puede verse en la Figura 5.

Existen también problemas acoplados fluido-estructura, en donde el resultado de uno influye en los resultados que se esperan del otro. Un ejemplo muy típico de este tipo de problemas acoplados es el modelado de la vela de un barco (ver Figura 6). En este tipo de problemas, cuando el viento sopla sobre la vela, la deforma geoméricamente hablando y modifica las presiones que el viento provoca sobre la vela. De esta forma la geometría de la vela se ve alterada, y los esfuerzos que actúan sobre la vela, pueden a su vez deformar aún más la geometría. Si no se realiza una simulación realista en este tipo de fenómenos, los resultados numéricos no representarían el fenómeno físico real.

Otro tipo de interacción puede darse entre una estructura y el viento que la deforma, pues cuando esto sucede, se modifica la geometría de la estructura y a su vez cambia la distribución de presiones que el viento provoca sobre la estructura. El modelado de este tipo de fenómenos es muy importante en estructuras ligeras, con gran capacidad de deformación, las cuales pueden ser utilizadas en ferias, y que un daño de estas puede producir lesiones en un gran número de personas. Un ejemplo de este tipo de simulaciones puede verse en la Figura 6.



**Figura 6.-** Ejemplo de interacción fluido Estructura. Modelado de la vela de un barco como un problema acoplado.



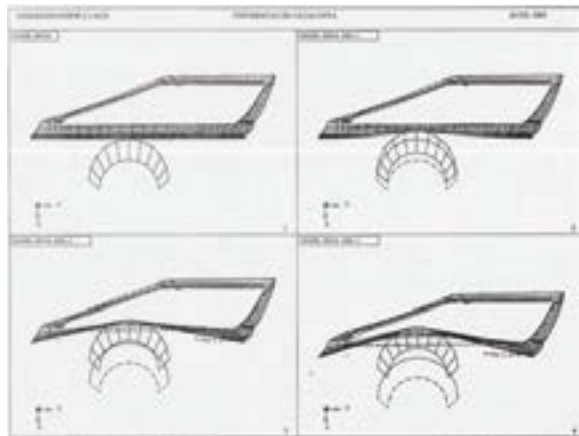
**Figura 7.-** Simulación numérica de la interacción fluido-estructura.

## Medios de Transporte

En general, para la concepción y producción de un vehículo (ya sea un automóvil, un avión o un barco) es muy común utilizar modelos numéricos de dinámica de fluidos para simular el comportamiento del vehículo en movimiento (ya sea en tierra, en aire o en ambos). Esto permite optimizar la forma geométrica exterior del mismo de manera que su resistencia al avance sea la mínima posible, lo que permitirá tener una vida útil más larga, menor consumo de combustible, que sea menos contaminante, que sea más ligero (más barato de producir).

Pero el estudio no termina ahí. Los modelos anteriormente descritos deben acoplarse con estudios que permitan el modelado de situaciones extremas de servicio del vehículo que podrían afectar la seguridad de sus ocupantes, tales como: choque, vuelco, aterrizaje forzoso, etc., lo que exige hacer uso de modelos avanzados de dinámica estructural no lineal. Por otra parte, cada vez es más usual utilizar simulaciones numéricas para reproducir el ciclo de diseño y fabricación de piezas de los vehículos.

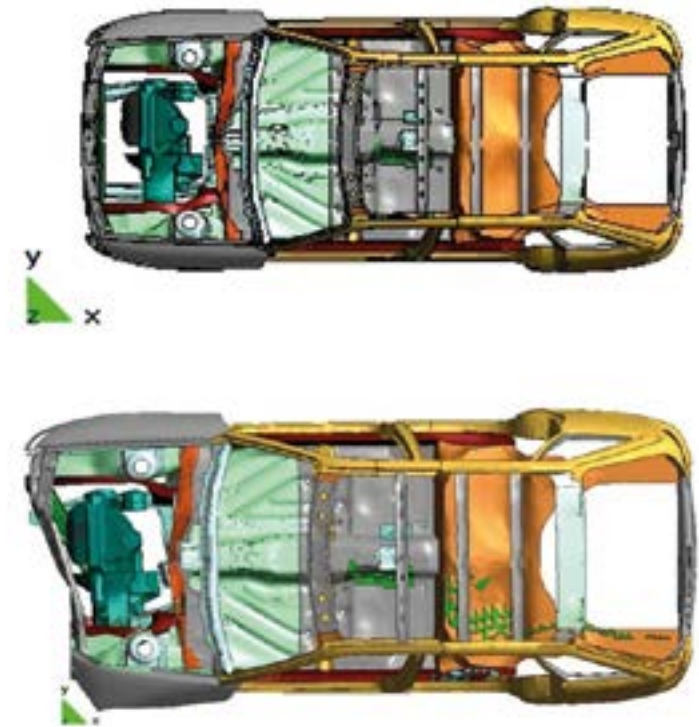
Ejemplos de estos procesos pueden encontrarse en: la embutición, el doblado y el corte de piezas de chapa para carrocerías y fuselajes; el modelado de la fabricación del monoblock de un motor, de una biela o de un pistón (problema termo-mecánico con cambio de fase para modelar la solidificación del colado de la pieza); el diseño de mejores sistemas de seguridad activos y pasivos en caso de colisión (refuerzos estructurales, bolsas de aire, etc.).



**Figura 8.-** Modelado del proceso de embutición de un punzón sobre una puerta de un auto.

La integración de todos estos modelos computacionales, que están fuertemente ligados a la aplicación de los métodos numéricos, están permitiendo concebir la denominada “fabrica virtual”, que permitirá optimizar todo el ciclo productivo.

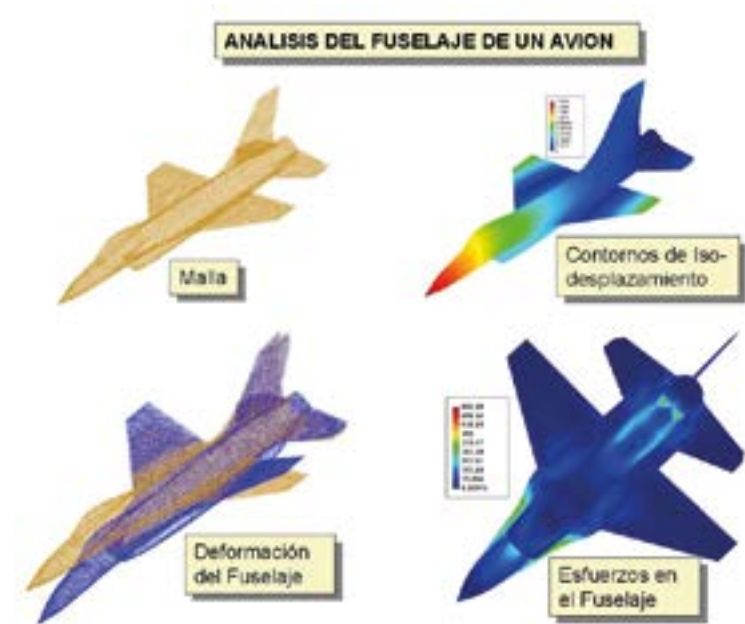
En la Figura 8, puede verse la simulación numérica de una prueba que se realiza en automóviles, para garantizar la seguridad de sus ocupantes ante un choque lateral. Este tipo de laboratorios virtuales es ampliamente utilizado en la industria automotriz.



**Figura 9.-** Modelado del choque de un auto.

En la Figura 9, puede verse el resultado de la simulación numérica del choque de un auto. Los costos de las pruebas pueden bajarse y el número de pruebas que se pueden hacer en un lapso es mucho mayor.

Esto impacta significativamente en la seguridad que los usuarios reciben.



**Figura 10.-** Simulación numérica sobre el fuselaje de un avión F16.

En la Figura 10, puede observarse el resultado de una simulación numérica en el fuselaje de un avión. Este tipo de modelos han tenido un desarrollo importante en la industria militar. Sin embargo, los resultados que se han obtenido permiten tener en estos momentos medios de transporte más seguros, eficientes, confortables y confiables.

El continuo estudio y desarrollo de los métodos numéricos ha permitido poder hacer simulaciones cada vez más realistas de la vida útil de un vehículo. Se ha logrado desarrollar modelos que permiten determinar el grado de deterioro que puede tener una pieza y modelar su comportamiento como parte de un sistema.

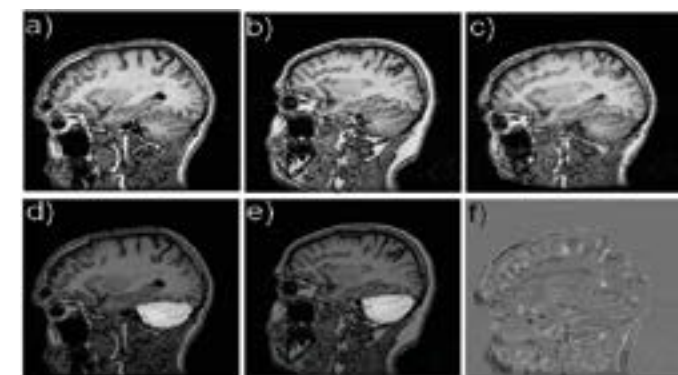
Procesamiento de Imágenes Médicas.

El problema de registro en imágenes, un problema relevante de

procesamiento de imágenes médicas, consiste en encontrar la transformación geométrica que ponga dos imágenes dadas en la mejor correspondencia posible. Una de sus aplicaciones más inmediatas es realizar el registro de un cerebro espécimen con el de un atlas anatómico en el que se conoce perfectamente a qué corresponde cada uno de los voxels que forman la imagen, ver Figura 11.

El aplicar una buena técnica de registro de imágenes entre el atlas y el espécimen, nos permitiría segmentar muy fácilmente cada una de las partes que integran la cabeza del espécimen. Lamentablemente, hacer esto resulta una tarea muy compleja, dado que, aunque el espécimen sea el de una persona normal y tenga el mismo tipo de órganos que el atlas, el volumen y la forma de estos es muy variable.

Existirán zonas dentro de las imágenes que requieran deformarse poco y otras que requieran de grandes campos de deformaciones. Además, dichas zonas pueden estar contiguas lo que provocaría gradientes muy grandes del campo de deformaciones. Si tomamos en cuenta que el número de voxels que debemos manejar es muy grande (decenas de millones), el diseño de algoritmos óptimos resulta en un sustancial ahorro de tiempo de cómputo.



**Figura 11.-** Ejemplo de aplicación al procesamiento de imágenes médicas para segmentación del cerebelo. a) Imagen Destino, b)

Imagen Fuente, c) Imagen Fuente Transformada, d) Imagen Destino con máscara de cerebro calculada, e) Imagen Fuente con máscara de cerebelo definida a mano f) diferencias entre Imagen Fuente Transformada e Imagen Destino.

## CONCLUSIONES

La implementación real de un método numérico se hace mediante el uso de lenguajes de programación, como Fortran y C++, que son los lenguajes técnicos más difundidos. Se pueden considerar otros como Java y Python, cuyo desarrollo actual los posiciona como lenguajes sencillos. Mucho del software comercial que se emplea en ingeniería comprende programas como Mathematica y Matlab, que incluye ya comandos de aplicaciones numéricas y simbólicas.

Por otra parte, existen diversas formas para programar. Algunas más similares a la forma secuencial de realizar cálculos y operaciones por un ser humano y otras óptimas para un lenguaje de computadora y más eficientes al manipular simultáneamente los elementos de cálculo.

La programación estructurada sigue el primer enfoque, haciendo más clara la comprensión de una estructura de comandos de programación pues refleja la realización de un cálculo a la vez, como lo haría un ser humano. En este tipo de programación, la gran mayoría de las tareas pueden realizarse mediante un conjunto reducido de comandos para secuenciar, iterar y seleccionar información. Con estas estructuras se pueden construir o programar módulos, segmentos o subrutinas que ejecuten tareas específicas y que puedan interactuar para realizar tareas más complejas

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Botello, S. (2009). Ejemplos de Aplicación de los Métodos Numéricos a Problemas de Ingeniería

Botello, s. y Marroquín, J. (2003). El Método de los Elementos Finitos en el Registro de Imágenes de Resonancia Magnética. Bioingeniería en Iberoamérica: Avances y Desarrollos. Editado por C.M. Müller-Karger y M. Cerralzoza. Editorial CIMNE. ISBN 84-95999-42-0.

Botello, S., Esqueda, H y Gómez, F. (2004). Módulo de Aplicaciones del Método de los Elementos Finitos: MEFI. ISBN: 8495999-64-1Aula CIMNE-UGTO, noviembre 2004

Escrito por Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra (1992). Cálculo de Estructuras por el Método de Elementos Finitos. Análisis estático lineal”. Colaboración en la elaboración de programa de elementos finitos (CAPITULO 16). CIMNE Barcelona, enero de 1992. ISBN: 84-87867-00-6

Nakamura (2002). Métodos numéricos Editorial América, Lima Perú, 1era. Edic.

Sabino, C (2006). El Proceso de Investigación. Caracas. Editorial Panapo

Seminario, R. (2006). Métodos numéricos para ingeniería





# **CAPITULO XI**

**DISEÑO DE UN SERVOACTUADOR  
HIDRÁULICO PARA TERAPIA ACUÁTICA**

## **DISEÑO DE UN SERVOACTUADOR HIDRÁULICO PARA TERAPIA ACUÁTICA**

Design of a hydraulic servoactor for aquatic therapy

### **Mg. Marco Antonio Ordoñez Viñan**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
marco.ordonez@esPOCH.edu.ec

### **MSc. Miguel Ángel Pérez Bayas**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
miguel.perez@esPOCH.edu.ec

### **Mg. Edwin Rodolfo Pozo Safla**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
Edwin.pozo@esPOCH.edu.ec

### **Mg. Luís Santiago Choto Chariguaman**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
Lchoto@esPOCH.edu.ec

### **MSc. John Germán Vera Luzuriaga**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
john.vera@esPOCH.edu.ec

## **RESUMEN**

La Terapia Acuática se trata del uso del agua como medio terapéutico, especialmente en el tratamiento de problemas del aparato locomotor y neurológicos, tanto traumáticos como degenerativos. Consiste en

tratar a estos pacientes en piscinas especialmente acondicionadas desde el punto de vista de temperatura y entorno físico, empleando un material diseñado para tal fin. Con ello se aprovecha la capacidad de flotar y disminución de la gravedad que confiere el agua para acelerar procesos de rehabilitación. El objetivo principal del presente estudio radica en el diseño de un servoactuador hidráulico para terapia acuática para lo cual fue necesaria la implementación de técnicas de diseño en paquetes informáticos CAD que facilitaran la labor de diseño del prototipo. Los cálculos sobre el diseño señalan que la funcionalidad del producto es óptima y su utilización con fines terapéuticos no revestiría ninguna consecuencia negativa para el paciente, siendo una herramienta útil a los fines de rehabilitación requerida.

**Palabras claves:** Sevoactuador, terapia acuática, diseño, prototipo

#### **Abstract**

Aquatic Therapy is about the use of water as a therapeutic medium, especially in the treatment of locomotor and neurological problems, both traumatic and degenerative. It consists in treating these patients in specially conditioned pools from the point of view of temperature and physical environment, using a material designed for that purpose. This takes advantage of the ability to float and decrease the gravity that confers water to accelerate rehabilitation processes. The main objective of the present study lies in the design of a hydraulic servo actuator for aquatic therapy for which it was necessary to implement design techniques in CAD software packages to facilitate the design work of the prototype. The calculations on the design indicate that the functionality of the product is optimal and its use for therapeutic purposes would not have any negative consequences for the patient, being a useful tool for the purposes of rehabilitation required.

**Keywords:** Sevoactuador, aquatic therapy, design, prototype

## **INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos 100 años, la hidroterapia ha sido utilizada para la rehabilitación neuromuscular y musculoesquelética (Vonder, Walkery Powell, 2006). Con este tipo de terapia se busca promover una mayor independencia y funcionalidad, potenciando movimientos adecuados y minimizando las posibles respuestas anómalas basándose en los principios de la hidrodinámica (flotabilidad, resistencia, densidad relativa, viscosidad, turbulencia, presión hidrostática y flujo) y fue pensada para proporcionar diversos estímulos sensoriales a través de la temperatura del agua, disminución del peso y aferencias vestibulares (Guazzelli, 2007).

Cabe destacar que las propiedades del agua promueven el movimiento activo, la relajación de la musculatura espástica, un mayor soporte, ayudan al fortalecimiento y mejoran la circulación, permitiendo una gran variedad de habilidades motoras fundamentales para llevar a cabo ciertas actividades. Además, las investigaciones de Vonder, Walker y Powell (2006), apuntan a que mejora el rendimiento motor en niños con parálisis cerebral, fibrosis quística, distrofia muscular, espina bífida, síndrome de Ret.

Por otra parte, las actividades en un medio acuático también proporcionan oportunidades para la interacción social y el juego, lo cual puede facilitar el desarrollo del lenguaje y mejorar la autoestima, conciencia y la sensación de éxito. De igual forma, en opinión de Yanardag, Akmanoglu e Yilmaz (2013), el método Halliwick es a menudo la base de muchos programas de hidroterapia, porque se adapta a las necesidades individuales de los pacientes/clientes.

El concepto Halliwick, según McMillan (2002), es ampliamente utilizado en todo el mundo. Siendo un concepto desarrollado para enseñar a las personas con dificultades físicas o de aprendizaje para moverse independientemente en el agua y también para nadar,



si es posible. Incluye hidromecánica, hidrostática, biomecánica y la enseñanza, con el objetivo de ayudar a la persona a desarrollar confianza en el agua. Margaret Reid Champion (2000), señala que sobre el método Halliwick en actividad acuática que ha tenido afectación en las técnicas de hidroterapia, desarrollando nuevos significados para ejercicios, y demuestra que la combinación terapéutica y programas recreativos promueven la rehabilitación continua para todas las discapacidades en ambos campos, pediátricos y adultos, permitiendo alcanzar el máximo potencial para el beneficio físico, psicológico y social”.

Sin embargo, muchas veces las personas (pacientes con problemas motrices), que están en procesos de rehabilitación mediante terapias acuáticas requieren de dispositivos capaces de suplir las funciones terapéuticas hasta lograr la recuperación de la movilidad de forma independiente.

Es aquí donde se representa una opción de tipo bio-mecánico-terapéutico, como es el caso de los servoactuadores hidráulicos que pueden ser utilizados de manera que facilite la labor de los fisioterapeutas, así como la recuperación rápida del paciente a través de la terapia de restitución de funcionalidad o movilidad de las extremidades inferiores atrofiadas a causa de patologías diversas. De este modo se pretende el desarrollo de un diseño de servoactuador hidráulico para su utilización en terapia acuática que permite obtener de manera clara la mejoría del paciente y los avances que se consiguen en sus capacidades motoras sesión tras sesión

## OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

### Objetivos General

Diseñar un servoactuador hidráulico para terapia acuática

### Objetivos Específicos

- ✓ Investigar los diferentes tipos de materiales actuadores, mecanismos de transmisión y sensores (posición, fuerza, vibración) que puede constituir el servoactuador hidráulico.
- ✓ Realizar el diseño mecánico del servoactuador hidráulico en un software de diseño asistido por computador CAD, teniendo en cuenta la funcionalidad, los costos, mantenimiento, modularidad y flexibilidad.
- ✓ Implementación de un banco de pruebas que permitan validar la mecánica del diseño del prototipo.
- ✓ Construir mecánicamente un primer prototipo de servoactuador hidráulico

### JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La terapia acuática a partir de servo actuadores hidráulicos puede ser una buena opción para los pacientes que acuden a consulta después de una intervención quirúrgica o que presentan un cuadro tan agudo de su lesión que les es imposible hacer cualquier movimiento. A medida que el paciente va mejorando podremos combinar la terapia activa en agua y en seco.

Lo anterior permitiría al paciente en condiciones de rehabilitación un conjunto de ejercicios activos y pasivos que se ayudan de las propiedades del agua para mejorar una lesión. La terapia acuática está lejos de la práctica de los estilos de natación y, aunque en algún momento pudieran ser utilizados como herramienta, no son ni un fin ni una tónica habitual en rehabilitación.

La mayoría de las tareas con los servoactuadores requieren ejecutarse en posición vertical y horizontal, y no siempre van a requerir un desplazamiento. Este hecho hace que cualquier paciente pueda beneficiarse de realizar terapia acuática, excepto si tiene alguna de las siguientes contraindicaciones: herida dermatológica, alergia a los

productos del agua, hidrofobia, entre otras.

La razón principal para recomendar la terapia acuática con servoactuadores hidráulicos se debe a las propiedades del agua, las cuales favorecen el drenaje de edemas, la movilidad del cuerpo y la mejora propioceptiva en estados en que los pacientes tienen dificultades para trabajar en seco.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Hidroterapia

En la definición de As F. (2004), el agua es un medio extraordinario por sus propiedades fisicoquímicas; su efecto de empuje, por la resistencia que nos ofrece, por la facilidad de aplicar de aplicar frío, calor o preparados medicinales. Por su abundancia y fácil aplicación resulta un medio curativo y preventivo de primer orden. La palabra “Hidroterapia” proviene del griego y significa “tratamiento curativo a través del agua”. Sus componentes léxicos son: *hydor* (agua) y *therapeia* (tratamiento). (Ors, s/n)

El empleo tópico o externo del agua con fines terapéuticos es lo que conocemos como Hidroterapia. Este método según Rodríguez e Iglesias (2002), se utiliza con el fin de modificar el estado del organismo empleando el agua como intermediario directo. Difiere de la hidrología médica o crenoterapia y de la talasoterapia, en las cuales se utilizan aportes de energía química (aguas mineromedicinales y agua marina, respectivamente).

### Propiedades del agua

Para aprovechar al máximo las posibilidades de tratamiento que ofrece el medio acuático se debe conocer en profundidad sus

propiedades tanto de carácter físico como a nivel fisiológico.

### a) Fundamentos de orden FÍSICO

Según Rodríguez e Iglesias (2002), las propiedades físicas del agua se distinguen entre dos tipos de principios: mecánicos y térmicos los cuales se describen en la presente tabla. (Tabla 1.)

PRINCIPIOS MECÁNICOS	PRINCIPIOS TÉRMICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Factores hidrostáticos</li> <li>- Presión hidrostática</li> <li>- Peso aparente</li> <li>- Factor de compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calor específico</li> <li>➤ Conductividad térmica</li> <li>➤ Convección</li> <li>➤ Conducción</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Factores hidrodinámicos</li> <li>- Fuerza de cohesión intramolecular</li> <li>- Tensión superficial</li> <li>- Viscosidad</li> <li>- Densidad</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Factores hidrocineéticos</li> <li>- Proyección cuerpo-agua</li> <li>- Agitación del agua</li> </ul>	

**Tabla 1.** Fundamentos del agua de orden físico. Fuente. Rodríguez e Iglesias (2002)

### i. Principios mecánicos

#### Factores Hidrostáticos

**Presión hidrostática:** Según Ruoti, Morris y Cole (1997), es la base del principio de flotación, de empuje o de Arquímedes. Es directamente proporcional a la densidad del líquido y la profundidad de la inmersión. El agua ejerce una fuerza vertical hacia arriba, denominado empuje, éste equivale al peso de la columna del agua que está por encima del cuerpo sumergido en ella. De esta forma el cuerpo parece que pesa menos y si sumamos el efecto de flotación obtenemos más facilidades para realizar ejercicios dentro del medio acuático.

**Peso aparente:** Es la diferencia entre la fuerza de empuje y el peso propio del cuerpo, éste va a variar en función de la respiración, sexo, edad, capacidad vital y densidad corporal.

**Factor de compresión:** Este factor es generado también por la *presión hidrostática*, esta compresión depende del peso específico del organismo y de la altura absoluta del nivel del agua. La compresión afecta al sistema venoso, a las cavidades corporales y a los músculos, de tal forma que se puede llegar a una disminución del perímetro torácico de 1 a 3,5 cm y el abdominal de 2,5 a 6,5 cm. Además, produce cambios metabólicos por disminución del consumo de oxígeno, lo que produce disminución del tono y relajación muscular.

#### Factores hidrodinámicos

Rodríguez e Iglesias (2002) señalan que son los factores que facilitan o resisten el movimiento dentro del agua y cuyo adecuado uso nos permite una progresión en los ejercicios. La resistencia que nos ofrece el agua es 900 veces mayor que la resistencia que opone el aire al movimiento (*Kemoun*)

**Fuerza de cohesión intramolecular, entre** las moléculas que forman el agua es elevada por lo tanto explica la resistencia que ofrece la misma.

**Tensión superficial,** esta tensión es la que hace que el agua ofrezca más resistencia al movimiento horizontal del cuerpo dentro del agua si este está parcialmente hundido que si lo está por completo. Disminuye con la temperatura. (Ruoti, Morris y Cole, 1997).

**Viscosidad,** se trata de la resistencia de los líquidos a fluir por la fricción interna de sus moléculas, al igual que antes ésta disminuye con la temperatura (Ruoti, Morris y Cole, 1997).

**Densidad,** del agua es muy baja. Según Rodríguez e Iglesias (2002),

ésta disminuye con la temperatura, más en concreto disminuye según suba o baje la temperatura de 3.98 °C.

**Otros:** superficie del cuerpo, ángulo de incidencia, velocidad del desplazamiento, turbulencias, inercia de aspiración, entre otros.

#### Factores hidro cinéticos

Rodríguez e Iglesias (2002), señalan que hacen referencia al uso del agua en función del componente de presión, ejerciendo con esto un efecto de masaje corporal.

**Proyección agua-cuerpo,** en forma de chorros o duchas.

#### Agitación del agua

##### ii. Principios térmicos

**Calor específico:** calor necesario para que un gramo de masa eleve 1°C su temperatura. El agua posee un calor específico alto, el cual es mínimo a 35°C y aumenta a medida que nos separamos de ese valor.

**Conductividad térmica:** el agua es buena conductora de calor, siendo la conductividad térmica del hielo 4 veces mayor que la del agua líquida.

**Convección:** es el proceso de transferencia térmica (sobre todo gases y líquidos). El agua posee una convección 25 veces mayor que la del aire, esta dependerá de factores como, diferencia de temperatura ( $t^a$ ) entre piel y agua, la superficie de intercambio y la velocidad de desplazamiento.

**Conducción:** este aspecto se refiere según Rodríguez e Iglesias (2002), al intercambio de energía térmica por contacto físico entre dos superficies. Este es mayor cuanto mayor sea la cantidad de grasa bajo la piel, por ello debemos tener cuidado en pacientes con

problemas cardíacos y patologías de este tipo (mayor dificultad para disipar calor.

**b) Fundamentos de orden FISIOLÓGICO**

i. Reacciones vasculares en el medio acuático

Al aplicar un estímulo térmico sobre la superficie corporal Ruoti, Morris y Cole (1997), refieren que éste responderá en dos fases; en la primera se produce una respuesta local de los vasos sanguíneos de la piel y posteriormente, por vía refleja, de los órganos y tejidos interrelacionados por conexiones nerviosas. Un sistema vascular sano presenta una hiperemia reactiva tras la aplicación de estímulos fríos o muy calientes.

En aplicaciones sucesivas de calor para Rodríguez e Iglesias (2002), no se produce una vasoconstricción inicial, sino que se produce una dilatación progresiva de los vasos sanguíneos que hace que el paciente tolere mucho mejor las temperaturas elevadas. Cuando las aplicaciones son prolongadas se puede llegar a producir una “capilarización”, es decir, apertura de vasos por los que antes no había flujo de sangre y ahora sí.

Fisiológicamente hablando, la respuesta orgánica a los estímulos térmicos transcurre por vías nerviosas. Los termorreceptores captan los estímulos y los transmiten al hipotálamo, de cuyo centro regulador de la temperatura corporal parten los impulsos nerviosos que harán contraer o dilatar los vasos sanguíneos. Esta respuesta es más rápida si aplicamos aplicaciones frías (mayor número y receptores más superficiales)

Otro término interesante es la *reacción consensual*, que nos dice que si aplicamos calor en un hemicuerpo los vasos sanguíneos del hemicuerpo contrario sufrirán también una dilatación, aunque de menor intensidad. Lo mismo pasa con los tejidos más profundos tras

hacer una aplicación en la superficie corporal; esto sucede por una vía *cutáneo-visceral*.

En opinión de Rodríguez e Iglesias (2002), se debe tener cuidado con las reacciones anómalas del sistema cardiovascular, teniendo en cuenta que las características y calidad de los vasos sanguíneos no son iguales en todos los pacientes. Entre las enfermedades más comunes tenemos; *la enfermedad de Raynaud, enfermedad de Buerger y la diabetes mellitus*.

ii. Efectos de la Hidroterapia sobre los órganos y sistemas

Según la temperatura que utilicemos para el tratamiento los sistemas de nuestro organismo presentarán diferentes reacciones que se citan en la siguiente tabla. (Tabla 2)

	<b>Frío</b>	<b>Calor</b>
<b>Sistema vascular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vasoconstricción</li> <li>- Disminución de la circulación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vasodilatación</li> <li>- Aumento de la circulación</li> </ul>
<b>Presión sanguínea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuida</li> </ul>
<b>Corazón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bradicardia</li> <li>- Disminución del volumen sistólico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taquicardia</li> <li>- Aumento del volumen sistólico</li> </ul>
<b>Sangre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta concentración</li> <li>- Aumenta viscosidad</li> <li>- Leucocitosis</li> <li>- Aumenta glucemia</li> <li>- Aumenta tiempo de coagulación</li> <li>- Baja pH (acidosis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta disolución</li> <li>- Disminuye viscosidad</li> <li>- Leucocitosis general</li> <li>- Disminuye glucemia</li> <li>- Disminuye tiempo de coagulación</li> <li>- Sube pH (alcalosis)</li> </ul>

<b>Respiración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspiración profunda inicial, luego polipnea</li> <li>- Aumento de la tensión alveolar del CO<sub>2</sub> (a medida que desciende la tª)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspiración profunda y luego polipnea</li> <li>- Disminuye la tensión alveolar del CO<sub>2</sub> por la polipnea.</li> </ul>
<b>Aparato urinario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta la diuresis</li> <li>- Reacción ácida</li> <li>- Aumento de amoniaco</li> <li>- Aumento del ácido úrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta también la diuresis</li> <li>- Reacción alcalina</li> <li>- Disminuye al amoniaco</li> <li>- Disminuye ácido úrico y aumenta la creatinina y la urea.</li> </ul>
<b>Piel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta la resistencia eléctrica</li> <li>- Vasoconstricción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuye la resistencia eléctrica</li> <li>- Vasodilatación</li> </ul>
<b>Sistema nervioso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estímulos prolongados disminuye</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relajación muscular. En aplicaciones prolongadas disminuye la sensibilidad</li> </ul>
<b>Sistema vegetativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta el tono simpático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta el tono parasimpático</li> </ul>
<b>Metabolismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta la velocidad de las reacciones metabólicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuye la velocidad de las reacciones metabólicas</li> </ul>

**Tabla 2.** Efectos de la temperatura del agua sobre los órganos y sistemas. Fuente: Ruoti, Morris y Cole, (1997)

### Beneficios y contraindicaciones del medio acuático

A la hora de tomar mano de este tipo de terapia es conveniente conocer que beneficios y precauciones debemos tener en cuenta a la hora de llevarlo a cabo.

Beneficios	Contraindicaciones	
	Relativas	Absolutas
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Debido a la flotación proporciona una sensación de menos peso a los pacientes y estos se mueven más cómodos que en suelo</li> <li>-El medio acuático permite disipar el aumento de temperatura corporal a la hora de realizar ejercicio físico</li> <li>-La presión hidrostática mejora la circulación sanguínea y también previene la sensación de aumento de calor durante el tratamiento.</li> <li>-Favorece la flexibilidad</li> <li>-Aumenta la capacidad respiratoria y mejora la oxigenación</li> <li>-Suelen ser tratamientos realizados en grupos, por lo que favorece la esfera social en este tipo de pacientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Heridas abiertas o úlceras</li> <li>-Capacidad vital baja (&lt; 1L)</li> <li>-Patologías vasculares periféricas</li> <li>-Desmayos y vértigos frecuentes</li> <li>-Infecciones (urinarias, auditivas, entre otras)</li> <li>-Fiebre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Enfermedades cardíacas y renales no controladas</li> <li>-Incontinencia urinaria y fecal.</li> <li>-Epilepsia no controlada</li> <li>-Hipertensión o hipotensión arterial sistémica no controlada</li> <li>- Pacientes con traqueotomía</li> </ul>

**Tabla 3.** Beneficios y contraindicaciones del medio acuático Fuente: Elaboración propia

### MATERIALES Y MÉTODOS

- ✓ Paquete informático SolidWorks
- ✓ Computadora
- ✓ Destornillador
- ✓ Llaves de Allen

- ✓ Caladora eléctrica
- ✓ Cilindro de metal

### **Conocimientos y destrezas necesarias para el manejo del producto**

El manejo del producto requiere de conocimientos de mecanoterapia y fisioterapia de la mano o extremidades superiores, lo que conlleva a tener nociones de la fuerza máxima aplicada por cada movimiento para hacer efectiva la rehabilitación.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La tarea principal del efector consiste en servir como un auxiliar en procesos de rehabilitación en procesos de terapia acuática, empleando para esto elementos hidráulicos (servoactuadores), electrónicos e informáticos. Dicho dispositivo puede ser dividido en tres partes principales, cada una con función particular pero que en conjunto generan el movimiento y ayudan a la recuperación de la motricidad del paciente.

**Actuadores:** El sistema de actuación del efector planteado, está basado en el uso de sistemas hidráulicos de 12 pulgadas de longitud (aproximadamente 30 centímetros).

El instrumentar al prototipo de servoactuador dota al equipo de un alto grado de repetitividad, con lo que se logra un gran desempeño para implementar rutinas de rehabilitación, garantizando que sea una copia fidedigna de la realizada por el fisioterapeuta. El utiliza un control PD, nos permitió compensar el efecto de histéresis que existe en este tipo de transmisión de potencia mecánica.

El mecanismo responde de manera aceptable cuando se controla la posición en la que se desea permanecer, se mantiene una velocidad constante pudiendo aplicarse otro tipo de válvula para regularla.

### **CONCLUSIONES**

El prototipo fue diseñado en Solidworks y se presentó el maquinado y la construcción del servoactuador así como su instrumentación, en este sentido se puede concluir que el diseño mecánico se desarrolló de manera correcta pues el prototipo soporta teóricamente el peso estudiado.

Un sistema implementado que permite realizar la adquisición y el procesamiento de señales para aplicaciones en medicina y rehabilitación a través de los servoactuadores está constituido por un bloque de hardware y un bloque de software. El bloque de hardware lo conforman los módulos de sensores, acondicionamiento de señales y adquisición de señales; el bloque de software está constituido por el módulo de procesamiento de señales.

### **REFERENCIAS CONSULTADAS**

- As F. (2004). Hidroterapia: la curación por el agua. 5. ed. Barcelona: RBA
- Campion, M. (2000). Hidroterapia: principios y práctica. São Paulo: Manole.
- Dumas H. y Francesconi, S. (2001). Terapia acuática en pediatría: bibliografía anotada.. Phys Occup Ther Pediatr
- Guazzelli A. (2007). Rehabilitación acuática aplicada a una lesión medular. Reabil E Ter Aquática Asp Clínicos E Práticos. São Paulo, Roca
- Lee, J. y Porretta, D. (2013). Mejora de las habilidades motoras de los niños con trastornos del espectro autista. JOPERD
- Martin J. (1981). El método Halliwick. Fisioterapia.

McMillan P. (2002). La historia de Halliwick. Lond Halliwick Assoc Swim Ther

Ors (s/n). El agua fría, o El remedio de raefemberg y sus aplicaciones en Chamberí tratado teórico práctico de hidroterapia, escrito, al alcance de todas las inteligencias. 1a. ed. S.l.: [s.n.]

Rodríguez, G e Iglesias, R. (2002). Bases físicas de la hidroterapia. Vol. 24. septiembre 2002

Ruoti, G, Morris D, y Cole A. (1997) rehabilitación acuática. 1a ed. Philadelphia, Lippincott

Vonder, D., Walker, L. y Powell, J. (2006). Percepción clínica de los beneficios de la terapia acuática para niños jóvenes con autismo: Un estudio preliminar. Phys Occup Ther Pediatrician.

Yanardag M.; Akmanoglu, N. e Yilmaz, I. (2013). La efectividad de las indicaciones en video sobre la enseñanza de habilidades de juego acuático para niños con autismo. Disabil Rehabil

## CAPITULO XII

### IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL ECUADOR

**IMPACTO DE LA LOGÍSTICA INTEGRAL EN LA B.I. DE  
MICROEMPRESAS COMERCIALES DE LA ZONA 3 DEL  
ECUADOR**

Impact of integral logistics in B.I. of micro business companies of zone 3 of Ecuador

**Limber L. Rivas Cedeño**

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador  
imberrivasc@gmail.com

**Guadalupe M. Tóala Tóala**

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador  
gtoala2000@hotmail.com

**Amado A. Mendoza Briones**

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador  
amado.mendoza@uleam.edu.ec

**RESUMEN**

Hoy en día el tema de la logística es un asunto tan importante que las empresas crean áreas específicas para su tratamiento, se ha desarrollado a través del tiempo y es en la actualidad un aspecto básico en la constante lucha por ser una empresa del primer mundo. La logística tiene muchos significados, uno de ellos, es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. El objetivo de este estudio fue analizar el impacto de la logística integral en la B.I. de microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador. El estudio se fundamentó en los autores: Ballou (2004), Carranza (2004), Cartay (1998), Molero (2003), entre otros. El tipo de investigación fue descriptiva de campo y correlacional. El diseño fue no experimental de campo y transeccional descriptiva. Se utilizó como técnica de



recolección de datos la observación directa y como instrumento un cuestionario cerrado de cuatro alternativas de 50 ítems. Las principales conclusiones fueron: Se cumple con la cadena logística (operaciones, logística de salida, marketing y ventas, servicio, compras, desarrollo de tecnología, gestión de RRHH e infraestructura); no obstante, se observa una importante desviación o desatención sobre logística de entrada. Cumplen con los elementos de la logística (Planificación, sistemas de información, manejo de materiales, transporte, almacenamiento, compras), se observa oportunidad de mejora en inventario y servicio al cliente.

**Palabras clave:** Logística integral, empresas comerciales, impacto.

#### Abstract

Nowadays, the issue of logistics is such an important issue that companies create specific areas for their treatment, it has developed over time and is currently a basic aspect in the constant struggle to be a first world company. Logistics has many meanings; one of them is responsible for the efficient distribution of the products of a certain company with a lower cost and excellent customer service. The objective of this study was to analyze the impact of integrated logistics in the BI of commercial micro businesses in zone 3 of Ecuador. The study was based on the authors: Ballou (2004), Carranza (2004), Cartay (1998), Molero (2003), among others. The type of investigation was descriptive of field and correlational. The design was non-experimental field and descriptive transectional. Direct observation was used as a data collection technique and as a tool a closed questionnaire with four 50-item alternatives. The main conclusions were complying with the logistics chain (operations, exit logistics, marketing and sales, service, purchasing, technology development, HR management and infrastructure); nevertheless, there is an important deviation or neglect of entry logistics. Comply with the elements of logistics (Planning, information systems, material

handling, transportation, storage, purchasing), there is an opportunity to improve inventory and customer service.

**Keywords:** Integral logistics, commercial companies, impact.

#### INTRODUCCIÓN

La necesidad que tienen actualmente las empresas de incrementar cada vez más su competitividad hace que se fijen objetivos cada vez más importantes, de manera que la estrategia empresarial tradicional se encuentra con grandes dificultades para conseguirlos. Por esta razón, la empresa competitiva especialmente la del futuro próximo, reconoce que necesita centrar sus objetivos en nuevas políticas que busquen ventajas competitivas en los flujos mencionados, en la integración de gestionar estratégica y eficazmente la cadena global de abastecimiento para satisfacer las crecientes expectativas de un cliente actualmente mejor informado, más exigente con respecto a la calidad y a la confiabilidad de la gestión empresarial.

Cabe destacar que, en los últimos años la logística se ha convertido en un factor relevante en la consecución de la ventaja competitiva de la empresa (Kant y col., 2000).

La estrategia logística ha de conseguir optimizar el flujo de materiales y su costo de manipulación, así como agilizar el servicio y nivel de fiabilidad de los inventarios en las empresas productivas y comerciales, así como la ejecución de los planes de producción, montaje y empaquetado y la distribución física de los productos.

En este sentido, la logística es el conjunto de conocimientos, acciones y medios destinados a prever y proveer los recursos necesarios que posibiliten realizar una actividad principal en tiempo, forma y al costo más oportuno en un marco de productividad y calidad. Se podría decir que esta actividad empresarial es antigua y que es lo que antes se

conocía como distribución. Tiene sus orígenes en la actividad militar, que desarrolló esta herramienta para abastecer a las tropas con los recursos necesarios para afrontar las largas jornadas y los campamentos en situación de guerra. En el entorno empresarial trascendió hace unas cuatro décadas y ha sido aquí donde ha encontrado su mayor campo de desarrollo.

En este contexto y a raíz de la exigencia de los mercados actuales, de unos años para acá la logística empresarial ha tomado fuerza. Con la integración y la globalización, las empresas tienen que competir a nivel mundial y deben atender de la mejor manera a todos los clientes. Sumado a esto, la aparición de nuevas tecnologías de información ha reducido el tiempo y el costo de las transacciones, obligando a las empresas a tomar más en serio la gestión logística si es que quieren seguir siendo competitivas.

La logística integral contempla las técnicas encaminadas a analizar y optimizar los flujos de materiales, productos y servicios, con el adecuado soporte de información para mantener la trazabilidad de estos, eliminando actividades que no añadan valor; a través de la gestión efectiva de la logística se logrará la diferenciación de la empresa frente a la competencia. La logística es percibida cada vez más como una herramienta de obtención de competitividad, que realiza actividades de valor añadido que redundan en el incremento de la rentabilidad de las empresas (Giménez, 2007)

Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.

La logística integral es el término que engloba las actividades

relacionadas con la distribución de los productos o servicios, esto es, gestión de pedidos, almacenaje y transporte. Un paso más hacia la integración de actividades, donde se entiende que en un proceso de entrega de un producto intervienen más áreas de la empresa, e incluso se pueden establecer relaciones con otros agentes externos, como operadores logísticos, proveedores y clientes.

Por esto, muchas empresas fabrican o comercializan en la actualidad productos y/o servicios altamente competitivos, sin embargo, no cuentan con la capacidad necesaria para ofertarlos en el tiempo y en el lugar, de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Esta falta de capacidad se debe en gran medida al no adecuado diseño del proceso de creación de los productos y/o servicios, dentro del cual la logística desempeña un papel decisivo (Prida, 2002).

Los problemas en la gestión del sistema logístico están presentes en las organizaciones ecuatorianas, sobre todo las MICROEMPRESAS de la zona 3, y estudios realizados han demostrado que la casi totalidad de ellas poseen excesos de inventario, así como que algunos de los productos y servicios que ofrecen no satisfacen completamente las necesidades de sus clientes, en estas condiciones el perfeccionamiento de la gestión del sistema logístico adquiere una singular importancia debido a que un inadecuado funcionamiento del mismo conllevaría a una afectación general de los proyectos y de la empresa.

Por esta razón, una parte fundamental en el manejo organizacional la constituye el esquema logístico de transporte, almacenamiento, distribución, control y manejo de inventarios. El cumplimiento exitoso de los proyectos requiere de una manera imperativa el uso de esquemas logísticos adecuados, eficientes y con un costo competitivo.

Una parte en la que las MICROEMPRESAS deben tener plena claridad es la relacionada con las actividades a realizar para a coordinación de los eventos para asegurar el abasto de los equipos y materiales que

los contratistas requieren para desempeñar sus actividades de manera oportuna y al menor costo posible para cumplir los compromisos de entrega y optimizar el costo del desarrollo del proyecto, por lo que se hace necesario conocer el impacto de la logística integral en las B.I. de las MICROEMPRESAS Comerciales del Ecuador.

## **OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Analizar el impacto de la logística integral en la B.I. de microempresas comerciales de la zona 3 del ecuador.

### **Objetivo Específicos**

- Conocer la cadena de la logística integral en la B.I. de microempresas comerciales de la zona 3 del ecuador.
- Identificar los elementos de la logística integral en la B.I. de microempresas comerciales de la zona 3 del ecuador.
- Caracterizar a B.I. de microempresas comerciales de la zona 3 del ecuador.

## **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La logística Integral en los actuales momentos de la coyuntura de los mercados globales, donde la competitividad de las empresas está dada por la optimización de los procesos tanto internos como externos, ha venido ganando espacios en los procesos industriales y comerciales, ya que los integra desde la obtención de la materia prima e insumos hasta la entrega del producto final a los consumidores. Todo lo anterior debe ser logrado entregando el producto o servicio correcto, en la cantidad requerida, en las condiciones adecuadas, en el lugar preciso, en el tiempo exigido y a un costo razonable.

Esta situación ha llevado a la Gerencia de las microempresas comerciales a apostar por el perfeccionamiento como opción para orientarse hacia la satisfacción de las necesidades de sus clientes y lograr la eficacia, eficiencia y competitividad requerida en la ejecución de los proyectos. Por esta razón en esta investigación se analiza el impacto de la logística integral en las B.I. de las microempresas comerciales de la zona 3 del ecuador.

Otros aportes de la investigación están dados desde los siguientes puntos de vista:

En el aspecto teórico, el estudio profundiza en conceptos relacionados con logística, permitiendo constatar la teoría del análisis con la práctica. Desde el punto de vista metodológico, se utilizarán técnicas e instrumentos de recolección de datos y se constituye como referencia para otros estudios relacionados con logística integral.

Desde el punto de vista práctico, las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador dispondrán de una herramienta de análisis del proceso logístico y su incidencia en la gestión de proyectos de infraestructura, permitiéndole tomar las acciones correctivas necesarias para eliminar o minimizar las debilidades encontradas.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **Logística integral**

Para Ballou (2004, p 4).la logística está referida a: la parte del proceso de la cadena de suministros que planea lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Ballou (2004) indica que, la logística integral comprende la gerencia

de todas las actividades relacionadas al suministro, obtención de datos, conversión y todas las actividades relacionadas a la gerencia de logística. A través de la coordinación y colaboración entre el canal de distribución, suplidores, intermediarios, servicios a proveedores y clientes. Es decir que la gerencia de la logística forma parte de la gestión, que planifica, implementa y controla la eficiencia y efectividad de la organización.

Este autor explica, que el responsable logístico de una empresa busca sus propios objetivos funcionales, que deben servir para llevar a la organización hacia las metas establecidas, o sea su misión consiste en desarrollar una relación de actividades logísticas capaz de lograr el mayor retorno posible a la empresa de los fondos invertidos. El objetivo de la logística puede ser el de recuperar las inversiones o el de minimizar los costes del nivel de servicio deseado, en vez de el de obtener el máximo beneficio.

Asimismo, Schroeder (2004), define a la logística como la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos materiales, informativos y financieros, desde sus orígenes hasta sus destinos finales, los cuales deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el propósito de suministrar a los clientes los productos y servicios en la cantidad, calidad, tiempos y lugar demandados, con una elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.

Supply Chain and Logistics Dictionary CSCMP (2005) indica que la logística es una parte de la administración de la cadena de suministros que planea, implementa y controla la efectividad y eficiencia del flujo, flujo de retorno, o sea la logística inversa, y el almacenamiento de bienes y servicios, adicional considera la información relacionada, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos del consumidor.

Para López (2001), la logística es el conjunto de conocimientos, acciones y medios destinados a prever y proveer los recursos necesarios que posibiliten realizar una actividad principal en tiempo, forma y al costo más oportuno en un marco de productividad y calidad. En un sentido más concentrado en el ámbito empresarial se tiene que la logística es el proceso de gerencial estratégicamente el movimiento y almacenamiento de materias primas, partes y productos terminados, desde los proveedores a través de la empresa hasta el usuario final.

La logística como actividad empresarial es antigua y se podría decir que es lo que antes se conocía como distribución. Tiene sus orígenes en la actividad militar, que desarrolló esta herramienta para abastecer a las tropas con los recursos y pertrechos necesarios para afrontar las largas jornadas y los campamentos en situación de guerra.

Al ámbito empresarial trascendió hace unas cuatro décadas y ha sido en éste donde ha encontrado su mayor campo de desarrollo.

Para López (2001), la gestión logística se constituye en el componente principal de la cadena de valor que incorpora el producto. La logística vela por la optimización y el mantenimiento de los recursos de esta cadena a través de sistemas de información compartidos por todos los que intervienen en ella y mediante la aplicación de indicadores de desempeño que permitan conocer los niveles de inventarios, los tiempos de procesamiento, la rotación de los productos en los supermercados, entre otros.

Básicamente se consideran 3 indicadores para medir la gestión logística a través de la cadena:

1. Desarrollo de suficiente y adecuada infraestructura en redes y vías: Se refiere a la velocidad del ciclo/flujo logístico, desde el momento que se genera el pedido de ventas hasta que se coloca el producto en el cliente, esto ayuda a controlar los famosos cuellos de botella

2. Acercar los centros de producción a los puertos: Este indicador tiene que ver con los costos que se agregan a un producto o servicio durante el flujo logístico

3. Disminución de costos en sistemas de información y comunicaciones: Es útil cuando se quiere medir el grado de satisfacción del cliente, no por la entrega a tiempo, sino por la calidad misma del servicio logístico.

Cabe destacar que, aunque estos son los índices básicos, cada eslabón de la cadena logística desarrolla los suyos propios. Por ejemplo, el componente de servicio al cliente debe establecer un indicador que permita calcular el costo total de servicio al cliente, también en el eslabón de transporte un indicador útil puede ser el porcentaje de la utilización de la flota, entre otros.

La gestión logística es el medio por el cual se satisfacen las necesidades de los clientes a través de la materia prima y del flujo de información y que se extiende desde el mercado a través de la firma y sus operaciones a más allá de ésta hasta los proveedores. La misión de la gestión logística es planificar y coordinar todas esas actividades necesarias para conseguir los niveles deseados de servicio y calidad al menor coste posible. En consecuencia, la logística debe contemplarse como el enlace entre el mercado y la actividad operativa de la empresa.

La gestión logística es primordial para casi todas las áreas de las organizaciones, pero es solo en estos últimos años que las empresas han comenzado a tratar e implementar a gran escala las actividades logísticas, para así resolver los problemas relacionados a transporte-distribución y almacenamiento de productos por parte de la empresa, que siempre han sido un caso difícil de atender.

De unos diez años hacia acá, la función logística ha tomado fuerza debido a que los mercados se han vuelto más exigentes, la integración

y la globalización son un hecho, las firmas tienen que competir con empresas de todo el mundo y deben atender de la mejor manera a todos y cada uno de los clientes, además, la aparición de nuevas tecnologías de información han traído como consecuencia menores tiempos y costos de transacción, esto ha obligado a las empresas a tomar más en serio la gestión logística si es que se quieren seguir siendo competitivas.

La gestión logística se puede resumir como una actividad de dirección que se encarga de: la planeación, pues decide sobre los objetivos de la empresa en los aspectos logísticos; la organización, ya que acomoda los recursos para alcanzar los objetivos; y control, al medir el desempeño y tomar las acciones correctivas. Esta gestión busca la eficiencia y la efectividad aunando los esfuerzos de toda la organización, contempla todo el proceso logístico desde la perspectiva estratégica.

Según Moore (2006), la logística es el proceso de planeación, instrumentación y control eficiente y efectivo en costo del flujo para almacenamiento de materias primas, de los inventarios de productos en proceso o terminados, así como del flujo de información respectiva desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir con los requerimientos de los clientes.

El estatus actual de la logística dentro de las empresas la ha colocado en un nivel que hace visible su importante función y ha hecho que los altos niveles ejecutivos reconozcan su importancia estratégica. En efecto, el hecho es que la logística está siendo utilizada cada vez con más frecuencia como un medio para desarrollar ventajas competitivas, ya sea como una ayuda para bajar los costos unitarios o como un medio adicional para obtener diferencias en los mercados.

Asimismo, Carranza (2004), define la logística como el proceso de planear, implantar y controlar de manera eficiente y económica el flujo y almacenamiento de materias primas, inventarios en proceso,

productos terminados e información vinculada con ellos desde el punto de origen los requerimientos del cliente.

### **Cadena logística**

Para Ballou (2004), designa el conjunto de todas las actividades empresariales necesarias para que un producto encuentre su camino del productor al cliente final. En negocios, la logística puede tener un enfoque interno o externo que cubre el flujo desde el origen hasta la entrega al usuario final. En el área militar, los expertos en logística determinan cómo y cuándo movilizar determinados recursos a los lugares donde son necesarios. En ciencia militar, lo importante es mantener las líneas de suministro propias e interrumpir las del enemigo y algunos dirían que se trata del elemento más importante (puesto que una fuerza armada sin alimentos/combustible es algo inútil).

Existen dos etapas básicas de logística, una optimiza un flujo de material constante a través de una red de enlaces de transporte y de centros del almacenaje. La otra coordina una secuencia de recursos para realizar un determinado proyecto. Todo ello al mínimo costo global para la empresa.

Los sistemas de flujo logístico se optimizan generalmente para una de varias metas: evitar la escasez de los productos (en sistemas militares, especialmente referido al combustible y la munición), reducir al mínimo el coste del transporte, obtener un bien en un tiempo mínimo o almacenaje mínimo de bienes (en tiempo y cantidad). El flujo logístico es particularmente importante en la fabricación just in time en la cual el gran énfasis se pone en reducción al mínimo del stock.

Una tendencia reciente en grandes cadenas de distribución es asignar estas metas a los artículos comunes individuales, más que optimizar el sistema entero para un objetivo determinado. Esto es posible porque los planes describen generalmente las cantidades comunes que se

almacenarán en cada localización y éstos varían dependiendo de la estrategia.

El método básico de optimizar un sistema de estándar de distribución es utilizar un árbol de cobertura mínima de distribución para diseñar la red del transporte, y después situar los nodos de almacenaje dimensionados para gestionar la demanda mínima, media o máxima de artículos. Muy a menudo, la demanda está limitada por la capacidad de transporte existente fuera de la localización del nodo de almacenaje. Cuando el transporte fuera de un punto del almacenaje excede su almacenaje o capacidad entrante, el almacenaje es útil solamente para igualar la cantidad de transporte por unidad de hora con objeto de reducir picos de carga en el sistema del transporte.

La cadena de valor es un instrumento innovador cuya adopción debería interesar a los países en desarrollo. Se trata de examinar, a nivel sectorial, cada eslabón de la ‘cadena de actividad’, desde el momento en que el producto o servicio es sólo una idea hasta la eliminación después de su utilización. La cadena de valor de cualquier producto o servicio va desde la investigación y desarrollo, pasando por el suministro de materias primas, la producción y su entrega a los compradores internacionales, hasta la eliminación y el reciclaje. Al trazar el diagrama de todo el proceso, los planteadores determinan mejor en qué etapa del componente nacional de la cadena global pueden captar un mayor valor.

Porter (2001), Identifica cinco actividades primarias y cuatro actividades secundarias que constituyen la cadena de valor de todas las empresas. Las cinco actividades primarias son:

1. Logística de entrada. Actividades relacionadas con la recepción, almacenaje y control de los insumos necesarios para fabricar el producto, como manejo de materiales, almacenamiento, control de inventario, programa de los vehículos y devoluciones a los

proveedores.

2. Operaciones. Actividades relacionadas con la transformación de los insumos en el producto final, como mecanización, embalaje, montaje, verificación, impresión y operaciones en general.
3. Logística de salida. Actividades relacionadas con la reunión, almacenamiento y distribución física del producto a los compradores, como almacenaje de los productos terminados, manejo de materiales, organización de los vehículos de repartos, procesamiento de pedidos y horarios.
4. Marketing y ventas. Actividades relacionadas con el desarrollo de un motivo que justifique la compra del producto y con la motivación de los compradores para que lo compren, como la publicidad, promoción, venta, ofertas, selección del canal de distribución relaciones con el canal de distribución y precios.
5. Servicio. Actividades relacionadas con la provisión de un servicio para realzar o mantener el valor de dicho producto, como la instalación, preparación, formación, suministro de recambios y reajustes del producto.

Las cuatro actividades secundarias o de apoyo son:

1. Compras. Actividades relacionadas con la compra de materias primas, suministros y otros artículos consumibles, además de la maquinaria, equipamiento de laboratorio, equipamiento de oficinas y edificios.
2. Desarrollo de tecnología. Actividades relacionadas con la mejora del producto y/o de los procesos, incluyendo investigación y desarrollo, diseño de producto, análisis de medios, diseño o procesos, diseño de procedimientos de servicios, entre otros
3. Gestión de recursos humanos. Actividades relacionadas con la

búsqueda, contratación, formación, desarrollo y compensación del personal.

4. Infraestructura de la empresa. Actividades como dirección de la empresa, planificación, finanzas, contabilidad, cuestiones legales, gestión de calidad, entre otros. Cada una de las categorías puede ser vital para conseguir una ventaja competitiva determinada dependiendo de la industria que se trate. Para un distribuidor, la logística de entrada y salida es lo más importante de todo. Para un banco que se dedique al financiamiento de empresas, marketing y ventas son la clave para conseguir la ventaja competitiva a través de la eficacia de los agentes comerciales y del diseño y precio de los préstamos.

La gestión logística se constituye en el componente principal de la cadena de valor que incorpora el producto. La logística vela por la optimización y el mantenimiento de los recursos de esta cadena a través de sistemas de información compartidos por todos los que intervienen en ella y mediante la aplicación de indicadores de desempeño que permitan conocer los niveles de inventarios, los tiempos de procesamiento, la rotación de los productos, entre otros aspectos.

### **Elementos de la logística**

Las actividades empresariales que forman parte de la logística varían dependiendo de las empresas, ya que cada una de éstas presentan características únicas, como, por ejemplo, estructura organizativa, diferentes opiniones de cuál debe ser el alcance de las actividades de la logística por parte de los directivos de las empresas, entre otros. La logística se encarga de unas actividades básicas, a continuación, se listan una diversidad de enfoques que se resumen según distintos autores:

Según Arbones (1999), las actividades de la logística son: la gestión

de almacenes, el manejo de materiales, la gestión de Inventarios, la previsión de demanda, la organización de transportes, la localización y el dimensionamiento de instalaciones de producción y almacenaje y como última actividad la administración de las esperas.

López (2001) indica que la logística, desde el punto de vista gerencial es una estrategia necesaria para manejar de forma integral la cadena de suministros, de tal forma que logre el balance óptimo entre las necesidades del cliente y los recursos disponibles de la empresa y su desempeño debe ser medido a través del servicio al cliente final. Por lo tanto comprende cinco elementos básicos sobre los que se trabaja cualquier estrategia que son: el servicio al cliente, los inventarios, los suministros, el transporte y la distribución y el almacenamiento.

Por otra parte, el enfoque de Bowersox y col. (1999) con respecto a las actividades básicas de la logística, permite resumirlas en tan solo cuatro (04) funciones que se describen como: a las actividades de transportes, a los inventarios, a los soportes de la manufactura y por último todo lo referente a la distribución.

Asimismo, la CSCMP (2005) sintetiza las actividades de la logística en: administración de transporte interno y externo, administración de fletes, manejo de materiales, almacenamiento, completamiento de órdenes, diseño de redes logísticas, manejo de inventarios, planeación oferta/demanda, administración de proveedores de servicios logísticos.

En el mismo contexto, Pau y col. (2001), esquematizan a la logística en las siguientes actividades: previsiones, gestión de órdenes, expedición de productos de los depósitos al consumidor, gestión de stocks de productos acabados, manutención de los depósitos de distribución, transporte de fábrica a los depósitos, acondicionamiento y embalaje, programación de fabricación, almacenes de fábrica, control de obra en curso, suministro a línea y transporte inter fábrica, almacenes de materias primas, transporte de materias primas, gestión de stock de

materias primas, cálculo de necesidades, aprovisionamiento.

Según Ballou (2004), los componentes que sirven de apoyo a la logística se clasifican en: almacenamiento, manejo de materiales, compras, embalaje, cooperación entre producción y operaciones, y mantenimiento de información. Estas actividades se organizan dependiendo del punto donde pueda tener lugar en el canal de suministros de la empresa.

1. Almacenamiento: determinación de espacios, distribución de las existencias y diseño para el punto de descarga, configuración del almacén y colocación de las existencias.

2. Manejo de materiales: selección del equipo, políticas de reemplazo de los equipos, procedimiento de levantamiento de pedidos, almacenamiento y recuperación de existencias

3. Compras: selección de la fuente de suministros, momento correcto para comprar, cantidades a comprar.

4. Embalaje de protección diseñado para: manejo, almacenamiento, protección por pérdida y daño

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo de investigación:**

El presente estudio se encuentra enmarcado en el tipo de investigación descriptivo de campo porque busca conocer el impacto de la logística integral, los elementos de la logística integral en a B.I. de las microempresas de la zona 3 del Ecuador. De igual forma posee un diseño no experimental, pues las variables, sus dimensiones e indicadores, se analizan en su estado natural, sin la intervención del investigador, el objeto es observar los fenómenos para su posterior análisis y evaluación.



En el mismo orden de ideas, tiene un diseño descriptivo de campo, debido a que los datos considerados de interés fueron tomados directamente de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador. Aunado a lo anterior se considera esta investigación como transeccional descriptiva, debido a que el fenómeno es observado en determinado momento e individualmente para proporcionar una detallada descripción.

**Técnica e instrumentos para la recolección de datos:**

Para recabar la información, el instrumento que se utilizó fue el cuestionario con escala de medición tipo Likert de 50 ítems referido al impacto de la logística integral en la B: I: de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador.

**Análisis de la información:**

El procesamiento de los datos se realizó a través de la Estadística Descriptiva, utilizando la media o promedio aritmético y la desviación estándar, las cuales permiten categorizar los ítems, indicadores, dimensiones, así como de la variable en estudio. Para el logro de lo descrito, se diseñaron los siguientes baremos:

Rango	Intervalo	Significación
1	1.00 – 1.75	Nunca (Muy Baja)
2	1.76 – 2.50	Casi nunca (Baja)
3	2.51 – 3.75	Casi siempre (Alta)
4	3.76 – 4.00	Siempre (Muy alta)

**Cuadro 1.** Categorías de Análisis para la interpretación de la media

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

Para el análisis de la desviación estándar, la cual indica el grado de dispersión de las respuestas, con relación a la escala de medición

utilizada y su rango, se elaboró el siguiente cuadro:

Rango	Intervalo	Significación
1	2.26 – 3.00	Muy Alta Dispersión
2	1.51 – 2.25	Alta Dispersión
3	0.76 – 1.50	Baja Dispersión
4	0.00 - 0.75	Muy Baja Dispersión

**Cuadro 2.** Categorías de Análisis para la Interpretación de la Desviación Estándar

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con respecto a la dimensión Cadena Logística, que, en cuanto al indicador logística de entrada, el valor de la media se ubicó en 2,25 (Baja) con una desviación estándar de 0,90 (baja dispersión), esto significa que, de acuerdo con los entrevistados, el personal de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, no conoce las actividades relacionadas con la recepción de los insumos necesarios para la ejecución de sus actividades.

En relación con el indicador Operaciones, la media se ubicó en 2,82 (alta) y la desviación en 0,76 (baja dispersión), de lo cual se infiere que, para los entrevistados, se conocen las actividades relacionadas con las operaciones en general y la logística relacionada con las operaciones en general funciona eficientemente.

Sobre el indicador Logística de salida, se puede apreciar una media de 2,98 (alta) y una desviación de 0,71 (muy baja dispersión), por tanto, se considera que para los entrevistados las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, realizan actividades de logística de manejo de materiales y actividades de logística para la entrega del servicio o

bienes al cliente.

Analizando el indicador Marketing y ventas, se aprecia que la media se ubicó 3,20 (alta) y la desviación es de 0,80 (baja dispersión), por ello se puede inferir que para los encuestados el personal ejecuta actividades relacionadas con la selección del canal de distribución y las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador poseen costos unitarios para cada tipo de actividad.

En cuanto al indicador Servicio, se obtuvo una media de 2,61 (alta) con desviación de 0,82 (baja dispersión), de esto se infiere que para los encuestados el servicio de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador es prestado con óptima calidad y en la gerencia se realizan actividades para mantener el valor del servicio.

En relación con el indicador Compras, se aprecia que la media se ubicó 3,04 (alta) y la desviación es de 0,72 (muy baja dispersión), por ello se puede inferir que para los encuestados de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, en la gerencia se realizan actividades relacionadas con la compra de materia prima y tiene definida la logística para la adquisición de insumos o materias primas.

Analizando el indicador Desarrollo de tecnología, se aprecia que la media se ubicó 2,82 (alta) y la desviación es de 0,74 (muy baja dispersión), por ello se puede inferir que para los encuestados se realizan actividades relacionadas con la mejora de los procesos y con investigación/ desarrollo.

En cuanto al indicador Gestión de RRHH, se obtuvo una media de 3,14 (alta) con desviación de 0,82 (baja dispersión), de esto se infiere que para los encuestados de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, la gerencia tiene definida la logística para la contratación del personal y para la formación del personal.

En relación con el indicador Infraestructura, se aprecia que la media se

ubicó 3,00 (alta) y la desviación es de 0,71 (muy baja dispersión), por ello se puede inferir que para los encuestados de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, el personal realiza actividades para asegurar el mantenimiento de la infraestructura y la infraestructura se encuentra en condiciones adecuadas para la realización del servicio.

En forma general para la dimensión Cadena Logística, se observa una media de 2,87 (alta) con desviación de 0,76 (baja dispersión), lo cual permite establecer que para los entrevistados de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, se cumple con la cadena logística, no obstante, se observa una importante desviación o desatención sobre logística de entrada.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

Con relación al objetivo “Conocer el impacto de la logística integral en la B.I de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador:

- En cuanto al indicador logística de entrada, el personal no conoce las actividades relacionadas con la recepción de los insumos necesarios para la ejecución de las actividades y no controla los insumos necesarios para tal situación.
- En relación con el indicador Operaciones, dentro de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, se conocen las actividades relacionadas con las operaciones en general y la logística relacionada con las operaciones en general funciona eficientemente.
- Sobre el indicador Logística de salida, las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador realizan actividades de logística de manejo de materiales y actividades de logística para la entrega del bien o servicio al cliente.
- las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, realizan

el Marketing y ventas, ejecutando actividades relacionadas con la selección del canal de distribución y la definición de costos unitarios para cada bien o servicio.

- En cuanto al indicador Servicio, el servicio de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, es prestado con óptima calidad y en la gerencia se realizan actividades para mantener el valor del servicio.
- En relación con el indicador Compras, en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador, la gerencia realiza actividades relacionadas con la compra de materia prima y tiene definida la logística para la adquisición de insumos o repuestos.
- las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador desarrollan la tecnología debido a que se realizan actividades relacionadas con la mejora de los procesos y con investigación/ desarrollo.
- En cuanto al indicador Gestión de RRHH, la gerencia de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador tienen definida la logística para la contratación del personal y para la formación del personal.
- En relación con el indicador Infraestructura, el personal de las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador realiza actividades para asegurar el mantenimiento de la infraestructura y la infraestructura se encuentra en condiciones adecuadas para la realización del servicio.

#### **Recomendaciones:**

Las acciones recomendadas en este estudio asociadas a cada uno de los objetivos específicos son los siguientes:

Es evidente que la logística integral en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador adolece de fallas, que se notan en el

cumplimiento de algunas etapas y el desconocimiento de otras, por tanto, se recomienda la normalización de los procedimientos y actividades asociados a entrada, operaciones y salida, de manera que se realicen de forma coordinada y bajo un solo criterio. Esta recomendación pasa por el adiestramiento al personal encargado de las actividades y el aseguramiento que cada uno conozca e internalice el procedimiento establecido.

- Aunque los elementos de la logística se encuentran identificados, es necesario diseñar e implantar un sistema de información que permita manejar los datos en conjunto de planificación, actividad diaria y actividades de logística para el manejo del material en las microempresas comerciales de la zona 3 del Ecuador. Además, este debe ser integrado al sistema de control de inventarios y disposición de almacenamiento.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arbones, E. (1999). Logística Empresarial. Editorial Marcombo.
- Ballou, R. (2004). Administración de la cadena de suministros. 5ta edición Editorial Pearson Prentice Hall: México
- Bowersox, D.J.; Closs, D.J.; Stank, T.P. (1999). 21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.
- Carranza, O. (2004). Logística: Mejores prácticas en Latinoamérica. Publicado por International Thomson.
- Chiavenato, I. (2004). Introducción a la Teoría General de la Administración. México. Editorial McGraw- Hill
- Giménez, G. (2007) Gestión por procesos en el ámbito de la logística empresarial. Disponible en <http://www.lasprovincias.es>

Hernández, Fernández y Baptista (2006). Metodología de la Investigación. Segunda Edición, Editorial Me Graw Hill, México.

Kant, R; Stenger, A y WU, H.J. (2000). Training Future Logistics Managers: Logistics Strategies within the Corporate Planning Framework. Journal of Business Logistics, Vol. 15 No 2.

KoLópez, C (2001), Canales de distribución y administración logística. Disponible en <http://www.gestiopolis.com>

Moore B. (2006). “Enciclopedia del management. Tomo 3”. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas.

Pau i Cos y Jordis (2001). Manual de Logística Integral. Editorial Díaz de Santos. Madrid.

Porter, M.E. (2001), The Competitive Advantage of the Nations, New York: The Free Press

Prida, B. (2002) Mejora de la Competitividad de la empresa a través de la gestión de aprovisionamiento. Impresiones Ligeras. Madrid.

Robbins S. (2004). ADMINISTRACIÓN. Teoría y Práctica. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México.

Robbins y Co ulter (2003) Elementos de Administración México Editorial Me Graw-Hill Latinoamericana, S.A.

Schroeder, R. (2004). Administración de Operaciones. Segunda edición 2004. Editorial McGraw Hill

Supply Chain and Logistics Dictionary CSCMP (2005). Consultado en: [www.cscmp.org](http://www.cscmp.org)

Vasconcellos, E. (2000) Estructura organizacional para la innovación en la empresa, en gestión tecnológica. Colección ciencia y tecnología N° 27 BID-SECAD-CINDA. Chile.