Pueblo Continente

REVISTA OFICIAL DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
MULTIDISCIPLINARIA E INTERDISCIPLINARIA

Editor jefe

Ms. Eduardo Paz Esquerre
epaze@upao.edu.pe

Editores asociados

Dr. Elmer Robles Ortiz
srobles@upao.edu.pe

Dr. Fernando Rodríguez Ávalos
frodrigueza@upao.edu.pe

Ms. Domingo Varas Loli
gvarasl@upao.edu.pe

Consejo editorial

Dr. Armando Martínez Moya
Universidad de Guadalajara, México

Dr. José Pascual Mora García
Universidad de los Andes, San Cristóbal, Tachira, Venezuela

Dr. Hugo Alfonso Rojas Sarmiento
Universidad Pedagógica y Tecnología, Colombia

Msc. Douglas Torres Feraud
Universidad de Guayaquil, Ecuador

Dra. María Cristina Vera de Flachs
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Dr. Luis Basáez Ramírez
Universidad de Concepción, Chile

Dr. Víctor J. Krebs
Pontificia Universidad Católica del Perú

Dr. Íbico Rojas Rojas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Dr. Mario Alva Astudillo
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Dr. Alberto Moya Obeso
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Dr. Freddy Pérez Azahuanche
Universidad Privada Antenor Orrego

Dr. Segundo Leiva Gonzalez
Universidad Privada Antenor Orrego

PUEBLO CONTIENTE, revista científica multidisciplinaria e interdisciplinaria, es un espacio para la discusión, reflexión, conservación y revaloración de saberes, perspectivas vivenciales, de creación y experimentación bajo diversas modalidades, que incluye trabajos de docentes e investigadores de otras universidades e instituciones del Perú y el mundo.

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)
Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2006 - 8214
Vol. 30 N° 1, enero - junio 2019 - Trujillo, Perú
PUBLICACIÓN SEMESTRAL
Titulo abreviado: Pueblo Cont.

Revista indexada en latindex

Dirección
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
Av. América Sur N° 3145
Urb. Monserrate, Trujillo, Perú
Teléfono: 51-44-604444, anexo 2087
e-mail: pueblocontinente@upao.edu.pe
http://www.upao.edu.pe

Los artículos que aparecen firmados en esta revista expresan las opiniones personales de sus autores.



Pintura de la portada y contraportada de Susana Aguilar Yauri

Preprensa
Fondo Editorial UPAO
Diagramación: Yubis Lisbeth Julca Castillo

Se terminó de imprimir en setiembre de 2019 en:
xxxxxxxxxxxxx
Jr. xxxxxxxxxxxxxxxx
Trujillo, Perú

CONTENIDOS

07 Editorial
EDUCACIÓN Y DIVERSIDAD
Eduardo Paz Esquerre

SEDE TRUJILLO

CONTABILIDAD



13 **Incidencia del costo estándar en el logro del costo objetivo en una empresa hotelera**

Incidence of standard cost on the objective cost achievement in a hotel enterprise

Paola Elizabeth Castillo Rebaza / Olinda Jazmín Goicochea Mauricio
Luis Ernesto Berrospi Espinoza / Fernando Rodríguez Avalos



19 **Costos por procesos y su incidencia en la utilidad de una empresa de fabricación de paja rafia**

Costs for processes and their incidence on the utility of a straw raffia manufacturing company

Ive Liliana Alva Marquina / Yannira Shereyla Saavedra Paredes
Anibal Mario Ruiz Flores / Fernando Rodríguez Avalos



25 **Sistema de control interno en el área de almacén y su incidencia en la rotación de los inventarios de la empresa comercial Estación de Servicios Kalin SAC, distrito de Trujillo, año 2017**

Internal control system in the warehouse area and its impact on the rotation of the inventories of the commercial company Estation of Services Kalin SAC

Maricielo del Rosario Ávila Domínguez / Jerlin Monsalve Tapia /
Germán Hildejarden Montes Baltodano



35 **La evaluación del control interno de los ingresos y su incidencia en la gestión presupuestaria y financiera del Proyecto Especial Chavimochic**

The evaluation of the internal control of income and its impact on the budgetary and financial management of the Special Project Chavimochic

Víctor Manuel Vega Quiroz / Francisco Mauro Paredes Cruz



41 **Control interno en el área de almacén basado en el Coso I y su incidencia en la liquidez de la empresa Mueblehogar**

Internal control in the warehouse area based on Coso I and its incidence on the liquidity of the Mueblehogar company

Marita Cabanillas Gonzales / Dickson Gabriel Príncipe Mezarina
Germán Hildejarden Montes Baltodano

INGENIERÍA



53 **Propuesta de un plan de seguridad y salud en el trabajo para la prevención de accidentes en la empresa envasadora de GLP Costa Gas Trujillo SAC – 2017**

Proposal for a health and safety at work plan for accident prevention in the LPG packaging company Costa Gas Trujillo SAC - 2017

Cristian David Segura- Cespedes / Aaron André Rodríguez- Gonzales
Dilmar Santos Quiñones-Carbajal



65 **Diseño e implementación de una dispensadora de bebidas automática, "Barbot"**

Design and implementation of an automatic beverage dispenser "Barbot"

Pedro Alván / Elmer Arteaga / Elser Cruzado / Jhosteing Morales
Walter Rojas / Luis Sánchez / José Zegarra / Ricardo Prado



75 **Diseño y construcción de un cortador electroneumático para ladrillos de arcilla**

Design and construction of an electropneumatic cutter for clay bricks

Ricardo Prado / Alarcón Stámiz / Castillo Jordan / Tumbajulca Milder / Velasquez Miki / Yupanqui Bryan



85 **Construcción de una máquina trituradora de plástico**

Implementation of a plastic shredding machine

Ricardo Prado / Angaspilco Saez / Jauregi Rojas Rodriguez Hurtado / Sosa Macuyama / Yepez Ventura



93 **Sistema de alarma doméstica a escala controlado por un aplicativo móvil**

Scale domestic alarm system controlled by a mobile application

Claudia Mélany Padilla Alayo / Piero Zoe Acevedo Celis Diego Alberto Dionicio Guzmán / Jorge Alva Alarcon



101 **Implementación de una red celular GSM mediante software OPENBTS**

Implementation of a GSM cellular network using OPENBTS software

Jhonson Hailer Araujo Garcia / Cynthia Judith Pomatanta Rodríguez Frank Erick Ñanez Ruiz / Jorge Luis Alva Alarcón



109 **Cerradura electrónica controlada por WiFi para un prototipo de caja fuerte**

Electronic lock controlled by WiFi for a prototype of a strongbox

Carlos Alberto Barrionuevo Infante / Gianmartin Francisco De La Cruz Mariños Pablo Cesar Pantigoso Ferreyra / Jorge Luis Alva Alarcón



117 **Influencia de la geometría hidrodinámica en la disipación de energía de vertederos laberinto y vertedero rectangular con igual caudal de descarga**

Influence of hydrodynamic geometry in the dissipation of energy from landfill labyrinth and rectangular weir with equal discharge flow and slope

Arturo Roldan Armando Reyes/Ricardo Narváez Aranda/Fernando Rodríguez Avalos



131 **Diseño e implementación eficiente de la primera impresora 3D multifuncional desarrollada en la UPAO**

Efficient design and implementation of the first multifunctional 3D printer developed in UPAO

Mark Peralta Aleman / Diego Arturo Maravi rojas Mariano Iparraguirre Otiniano / Sixto Ricardo Prado Gardini



153 **Estudio experimental de coeficientes de pérdida de carga local de energía por constricción excéntrica en canal de pendiente variable H91.8D**

Experimental study of coefficients of local energy load loss by eccentric constriction in variable slope channel H91.8D

Franklyn Jhon Pacco Cabrera/Pedro Pablo Naranjo Andonaire/José Luis Serrano Hernández



169 **Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo**

Reuse of pet plastic, paper, and sugarcane bagasse, as raw material in the preparation of ecological concrete fot the construction of low-cost housing.

Jorge Wilmer Elías Silupu / Julio Cesar Sichez Muñoz / Cesar Alberto Reyna Pari

CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN



191 **¿SE COMUNICAN LOS ANIMALES?**

Do animals communicate?

Íbico Rojas



215 **Lenguaje fotográfico y alfabetización visual: aplicación de un tutorial para el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes universitarios de Ciencias de la Comunicación**

Photographic language and visual literacy: application of a tutorial for the development of skills in the development of photographic proyects in university students of Comunication Sciences

José Carlos Orrillo Puga



227 **Características de la percepción docente sobre el perfil del egresado, 2018-10,de la Escuela de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego - campus Trujillo**

Characteristics of the perception of the professor on the profile of students who have finished their studies, in 2018 - 10 at the School of Communication Sciences of the Universidad Privada Antenor Orrego, in Trujillo campus

Atilio León Rubio

PINTURA



237 **Los espíritus de Susana**

Por Domingo Varas Loli

CARTA AL EDITOR



245 **Población y muestra**

Blanca Flor Robles Pastor

SEDE PIURA

EDUCACIÓN



253 **Asociación entre bullying-ciberbullying y conducta suicida en adolescentes de colegios públicos y privados de la ciudad de Piura**

Association between bullyng - cyberbullying and suicidal behavior in adolescents from public and private schools in Piura city

Raúl Hernán Sandoval Ato / José Antonio Caballero Alvarado



259 **El comentario de texto histórico de fuentes primarias como estrategia didáctica utilizada por los docentes de las instituciones educativas particulares del distrito de Piura**

The commentary of historical text from primary sources as a didactic strategy of the teachers of the particular educational institutions of the district of Piura (Peru)

Merly Liliana Flores Arellano



267 **Intervenciones artísticas para la implementación de la competencia responsabilidad social y compromiso ciudadano**

Artistic interventions for the implementation of social responsability competence and citizen engagement

Mariela Lizety Córdova Espinoza / Raúl Reynaldo Cruz Zapata



275 **La acción tutorial y el desarrollo de la inteligencia emocional de los estudiantes del I ciclo de contabilidad del Instituto de Educación Superior Tecnológico Almirante Miguel Grau- Piura**

The tutorial action and the development of the emotional intelligence of the students of the I cycle of accounting of the Institute of Technological Higher Education Miguel Grau – Piura

Miguel Alberto Vélez Sancarranco

INGENIERÍA



285 **Cuantificar la presencia de acrilamida, como sustancia cancerígena, en el consumo de algarrobina, en la ciudad de Piura**

Quantify the presence of acrylamide as a carcinogenic substance in the consumption of algarrobin, in Piura city (Peru)

Alfredo Lázaro Ludeña-Gutiérrez



289 **Implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para disminuir los accidentes laborales en la empresa Piura Gas S.A.C.**

Implementation of a health and safety management system at work to reduce occupational accidents in the company Piura Gas SAC

Néstor Alonso Jesús Rojas Bermejo / Rocío Vanessa Zapata Purizaca
Ricardo Gerónimo Seminario Vásquez

MICROBIOLOGÍA



299 **Efecto del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de hojas de Vallesia glabra sobre el crecimiento de Staphylococcus aureus meticilino resistente y Pseudomonas aeruginosa**

Effect of hydroalcoholic extract and essential oil of leaves of *Vallesia giabria* on the growth of resistant *methicillin Stafilococcus aureus* and Pseudomonas aeruginosa

Milagros Violeta Mogollón García / Icela Marissa Rodríguez Haro

CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN



311 **Estrategias de comunicación y su influencia en el fortalecimiento de la gestión de la responsabilidad social: caso Compañía Minera Miski Mayo, Sechura – Piura**

Communication strategies and their influence on the strengthening of social responsability management: Case of the Mining Company Miski Mayo, Sechura - Piura

Fiorella Ivonne Sevedón Amaya

PuebloCont. Vol. 30(1): 7, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30100

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

EDITORIAL

EDUCACIÓN Y DIVERSIDAD

La diversificación de la educación universitaria y su vinculación con el sector productivo y las necesidades de la educación permanente, son, desde hace muchos años, un tema prioritario en todas partes.

Un mayor y mejor desarrollo nacional será posible cuando la población posea un mayor dominio y calidad en la actividad positiva que cada quien realiza; se convertirá, así, en la población calificada que todo país aspira tener. Pero población calificada con altos valores humanísticos.

"Antes que formar académicos –decía Antenor Orrego pensando en lo que debe ser el espíritu universitario-- necesitamos que se formen hombres, hombres de espíritu robusto que reaccionen contra la mezquina realidad circundante, que tengan un pensamiento y una ideología, una sensibilidad, ante los más perentorios y urgentes problemas nacionales y humanos".

Como revista científica multidisciplinaria, en versión impresa y digital, el presente volumen 30, número 1 de Pueblo Continente, publica artículos inéditos que son resultados de investigaciones relacionadas con las áreas de contabilidad (5), ingeniería (13), ciencias de la comunicación (4), educación (4), microbiología (1) y arte (1) en el esfuerzo de dar respuestas a aspectos considerados significativos en las respectivas especialidades. Son escritos por autores de esta universidad, de sus sedes de Trujillo y Piura, y de otras latitudes académicas.

El elemento artístico de la carátula, contracarátula y las páginas separadoras de sección tienen el privilegio de ser ocupadas por las obras pictóricas y dibujos de Susana Aguilar Yauri, joven pintora trujillana, cuya originalidad se inspira en el mundo andino, en su cosmogonía y en sus tradiciones míticas.

Que este volumen contenga en sus artículos las semillas y los abonos que ayuden a nacer y crecer el bello árbol del conocimiento que cada quien necesite.

Eduardo Paz Esquerre
Editor jefe





SEDE TRUJILLO



CONTABILIDAD


INVOICE
Company
Bill to:
Description
Amount



"Espíritus de piedra"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 13-17, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30101

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Incidencia del costo estándar en el logro del costo objetivo en una empresa hotelera

Incidence of standard cost on the objective cost achievement in a hotel enterprise

Paola Elizabeth Castillo Rebaza[1]
Olinda Jazmín Goicochea Mauricio[1]
Luis Ernesto Berrospi Espinoza[2]
Fernando Rodríguez Avalos[3]

Recibido: 03 de enero de 2019
Aceptado: 06 de febrero de 2019

RESUMEN

La hotelería es una actividad económica con muchos procesos complejos en la prestación de servicios de alojamiento, gastronomía y otros de tipo personal, comercial o recreativo. El objetivo de este estudio fue determinar la incidencia de la implementación del sistema de costo estándar en el logro del costo objetivo en la empresa Gran Hotel El Golf, de la ciudad de Trujillo, distrito de Trujillo, región La Libertad. Se analizó documentos y registros contables de los procesos de producción de los servicios: órdenes de compras, libro de almacén, libros de compras, tarjetas de control de tiempo de los empleados y libro de planillas; lo que permitió establecer que la empresa administraba sus costos de manera empírica, con el sistema de costo simple, con poco control que no permitía conocer cuáles eran los servicios más rentables y qué costos específicos debía vigilarse. Con el sistema de costo estándar se controló los costos, se realizó su seguimiento y se evaluó el alineamiento con el costo objetivo. La implementación del sistema de costo estándar incidió en la disminución del costo del servicio y en la precisión de la forma de consumo y ahorro de los recursos, lo que permitió demostrar que tal implementación mejoró el control del costo objetivo, con la consiguiente mejora de la utilidad bruta.

Palabras clave: Costo estándar, costo objetivo, incidencia de implementación, mejora de utilidad bruta.

1 Contador Público. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego.

2 Magister en Administración. Docente de la Universidad Privada Antenor Oreego.

3 Doctor en Educación. Profesor Principal de la Universidad Privada Antenor Oreego.

ABSTRACT

Hospitality is an economic activity with many complex processes in the provision of accommodation, gastronomy and other personal, commercial or recreational services. The aim of this study was to determine the incidence of the implementation of the standard cost system in achieving the objective cost in Gran Hotel El Golf of Trujillo, district of Trujillo, region La Libertad (Peru). Accounting documents and records of the production processes of the services were analyzed: purchase orders, warehouse book, purchase books, employee time control cards and payroll book; this allowed to establish that the enterprise managed its costs empirically, with the simple cost system, with little control that did not allow to know which services were the most profitable and which specific costs should be monitored. With the standard cost system, costs were controlled, their following up was carried out, and the alignment with the objective cost was assessed. The implementation of the standard cost system influenced in the decrease in the cost of the service and the precision of the way of consumption and savings of resources, which allowed to demonstrate that such implementation improved the control of the objective cost, with the consequent improvement of the gross profit.

Key words: Standard cost, objective cost, incidence of implementation, improvement of gross profit.

Key words: Standard costing, target cost.

INTRODUCCIÓN

En Trujillo, se registra un crecimiento turístico sostenido desde el 2011. En el 2015, se tuvo cerca de 102 000 visitantes, de los cuales, el 93% fueron turistas nacionales y el 7%, extranjeros. Entre el 2014 y 2015, la empresa privada invirtió más de 130 millones de dólares en el sector turismo (Cámara Nacional del Turismo del Perú, 2017).

El Gran Hotel El Golf de Trujillo (Perú) es de cinco estrellas, ofrece servicio de hospedaje de calidad, que se distingue por sus estándares de comodidad y políticas de sostenibilidad, basados en la calidad total y la atención especializada. En la actualidad, el hotel es visitado por turistas nacionales y extranjeros, su demanda es regular durante el año, tiene 120 habitaciones, con espacios amplios, televisión por cable, servicio de limpieza, desayuno gratuito y atención personalizada las 24 horas del día. También, se organizan congresos y reuniones especiales, aprovechando su amplia capacidad y número de servicios.

La empresa tiene un sistema de costo simple, que no le permite disponer de un soporte adecuado para la toma de decisiones económico-financieros. Debido a que, no solo brinda el servicio de alojamiento, sino también los servicios de restaurante, salón de eventos, spa y peluquería. Los registros contables son de manera general, es decir, no se detalla o clasifica la información para un análisis de costos; los costos indirectos son asignados mediante estimaciones simples basados en el juicio y experiencia de la administración.

La hotelería se caracteriza por la complejidad y la cantidad de procesos para la prestación de servicios de alojamiento, gastronomía y otros de carácter personal, comercial o recreativo (Rodríguez, Grzabel y Noguez, 2012). El Gran Hotel El Golf de Trujillo cuenta con una importante inversión en infraestructura para diversos servicios; por consiguiente, es difícil fijar precios por el servicio de hospedaje. Para fijar precios, se necesita

conocer como son consumidos los recursos; éstos son los costos consumidos en la producción del servicio; y para conocer cómo son asignados los costos al servicio, ayuda a tomar decisiones de mejora o control en el consumo de recursos. Los costos que son económicamente fáciles de identificar son denominados costos directos, cuya asignación al servicio es simple, es decir, el costo usado se identifica con facilidad. Por otro lado, se tiene los costos que son económicamente difíciles de identificar, los cuales se catalogan como costos indirectos, los que, para su asignación es necesario realizar estimaciones. Una estimación de costos indirectos debe ser lo más precisa posible, para conocer cómo son consumidos los recursos, y determinar las acciones de mejora o control.. Una estimación de costos indirectos debe cumplir con una relación de causa y efecto. La relación causa y efecto, entre el consumo de los recursos, y el costo del servicio. Horngren, Datar y Rajan (2012).

El costo del servicio tiene tres elementos: materiales, mano de obra y costos generales. Los materiales y mano de obra, que son económicamente fáciles de identificar se denominan costos directos; pero, si no, se los puede identificar de una manera económicamente fácil, se denominan costos indirectos. Son materiales directos: shampoo, acondicionador, jabón, papel higiénico, toallas hoteleras; y, se considera mano de obra directa, el costo del cuartelero.

En los costos generales, se incluyen los costos indirectos: gas, agua, energía eléctrica, suministros de limpieza, uniformes de personal, internet, televisión por cable, seguros contra incendios, seguros contra terceros, depreciación del edificio e instalaciones, depreciación de equipos de habitación, depreciación de muebles y enseres; además: materiales y mano de obra que se usan de manera general.

Los costos también se pueden clasificar en variables y fijos. Son costos variables, los que se afectan o sufren variación por el número de habitaciones ocupadas; entre ellos, se considera los materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos variables. Por su parte, los costos fijos no se afectan por el número de habitaciones ocupadas. Son ejemplos de costos indirectos fijos: los costos por depreciación bajo el método de línea recta y los costos por seguros.

El costo objetivo es una herramienta de gestión, que permite a la administración controlar sus costos y, además, crear una presión continua para el ahorro en costos, lo que motiva a los colaboradores a trabajar en conjunto, para el cumplimento de los objetivos y metas (Haro, 2016). El Sistema de Costo Estándar permite controlar los costos, de manera que se genere productos de mejor calidad y economía (Salguero, 2011). Arévalo (2015) señala que la formulación de costos estándares ayuda a la fijación de precios, porque permite evaluar los costos sobre la base de los estándares establecidos.

El objetivo de este estudio fue determinar la incidencia de la implementación del sistema de costo estándar en el logro del costo objetivo en la empresa Gran Hotel El Golf de Trujillo, distrito de Trujillo, región La Libertad..cómo la aplicación de un Sistema de Costo Estándar permitió lograr el costo objetivo en el Hotel El Golf de Trujillo. Para lo cual, se determinó un costo objetivo a lograr, basado en un precio objetivo de acuerdo con el mercado, considerando al hotel Casa Andina, como el competidor de referencia. Finalmente, se comparó el sistema de costo simple y el sistema de costo estándar, para evidenciar los beneficios obtenidos en la utilidad bruta.

METODOLOGÍA

Los elementos del costo del servicio fueron evaluados mediante la comparación de los costos procesados con el sistema de costo simple y el sistema de costo estándar. Para determinar los costos, se clasificaron en costos variables directos, costos variables indirectos y costos fijos indirectos. En los costos variables directos, se consideró los materiales directos y la mano de obra directa; en los costos indirectos, costos variables y costos fijos. Debido a que los costos indirectos, tanto variables como fijos, son usados para diversos servicios, para su determinación, se usó tasas predeterminadas, las cuales se estimaron mediante la recolección de información histórica. En esta investigación se aplicó dos tasas de costos indirectos, una para los costos indirectos variables y otra para los costos indirectos fijos. Las tasas se determinaron estableciendo una relación de causa y efecto entre el costo indirecto a pronosticar y un indicador o base de costos, a fin de estimar los costos con mayor precisión. La tasa de costos indirectos, variables y fijos, tuvo como indicador o base el número de habitaciones ofertadas. Los datos se analizaron mediante la comparación del estado de resultados para cada sistema en estudio.

El gerente respondió un cuestionario, por el cual, dio a conocer la planificación y el control de los costos del servicio. El cuestionario consistió en un listado de preguntas abiertas, para obtener información con mayor detalle de lo que se investigaba, el entrevistador tuvo la oportunidad de solicitar al gerente detalles adicionales. El cuestionario se relacionó con el sistema de costo simple, para conocer la situación de la empresa; luego de aplicar el sistema de costo estándar.

Se analizó documentos y registros contables de los procesos de producción del servicio, para determinar la forma cómo se asignaban los costos y precios del servicio. Se analizó órdenes de compras y facturas de compras; y también, libro de almacén o kardex de almacén, libro de compras, tarjetas de control de tiempo de los empleados y el libro de planillas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los análisis de documentos y registros se encontró que la empresa administraba sus costos de manera empírica, usaba un sistema de costo simple con poco control, por lo que se desconocía los servicios eran más rentables y qué costos específicos vigilar, para evitar que la empresa incurra en pérdidas. Sin embargo, su precio fijado era alto y esto les permitía generar utilidad.

Luego de implementar el sistema de costo estándar, se controló los costos, se realizó su seguimiento y se evaluó si se alineaban con el costo objetivo fijado. Los materiales directos se controlaron por precio y cantidad, se fijaron precios de compras estándares y se analizaron con los precios que se pagaron. El establecer relaciones de largo plazo con los proveedores logró mantener los precios conforme los estándares establecidos. Para el control de la cantidad de material, se capacitó al personal sobre el manipuleo y se mejoraron los lugares de almacenaje para una mejor conservación de los materiales.

La mano de obra directa se controló través del costo de la tarifa salarial y eficiencia. El control de la tarifa salarial se realizó mediante la comparación entre el costo de la hora real y el costo de la hora estándar. El costo de la hora real más la carga laboral se estableció por el contrato laboral y, prácticamente, no existió variación entre la tarifa real y la estándar. La eficiencia se midió en función a la cantidad de tiempo empleado en la producción, periodos de descanso y programaciones por inactividad. Los insumos para el trabajo se ordenaron mediante el uso de nombres visibles para su fácil identificación por parte del personal; asimismo se contó con un listado de materiales para llevar solo lo necesario a las habitaciones y evitar el tiempo de devolución de insumos al almacén.

En los costos indirectos se tuvo dos grupos: directos y fijos. En los costos indirectos variables, tales como: gas, agua y energía eléctrica, se colocaron avisos sobre el consumo responsable. Para los costos indirectos fijos, se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para la infraestructura y maquinarias.

El sistema de costo estándar disminuyó los costos del servicio que fueron, relativamente, bajos; sin embargo, con el control y el análisis sobre los costos se identificó la forma cómo se consumían los recursos y cómo se podía ahorrar, a fin de mejorar el costo del servicio.

En la tabla 1, se muestra los resultados del sistema de costo simple y del sistema de costo estándar, en la que se aprecia que la utilidad bruta fue favorable para los tres tipos de habitación: estándar, superior y deluxe.

El Gran Hotel el Golf de Trujillo trabaja con un método contable simple, como lo explicó el gerente la empresa; cuya entrevista fue la base para el diseño e implementación del sistema de costo estándar.

Este estudio demuestra que el control de costos mejora la calidad del servicio y la economía, de acuerdo con los modelos de variación y medición de costos, que propone el trabajo de Salguero (2011) y Arévalo (2015), quienes mencionan que, al controlar los costos se generan productos con mayor calidad y economía, convirtiéndose en parte de la planeación estratégica para ser competitivos.

Al 30 de junio de 2017; el costo de por el uso de la habitación estándar fue S/ 127.00; para la superior, S/ 230.00 y para la deluxe, S/ 311.00, calculados con el sistema de costo simple, que en esa fecha era satisfactorio para el gerente de la empresa, cuando aún no se había implementado el sistema de costo estándar. Con el desarrollo de esta investigación se reafirma lo indicado por Horngren, Datar y Rajan (2012), quienes señalan que cuando, la empresa aplica un sistema de costo estándar, debe establecer un pronóstico basado en sus costos actuales, que sirvan de base para el control de los costos y como medida de la eficiencia productiva.

CONCLUSIONES

La implementación del sistema de costo estándar para el logro del costo objetivo mejora el control del costo objetivo. Con el sistema de costo estándar se evalúa y se controla los elementos del costo estándar del servicio, dando alerta oportuna sobre las causas que podrían afectar el logro del costo objetivo establecido.

La mejora del costo objetivo se debe al seguimiento y el control oportuno de los precios y cantidades de cada uno de los elementos del costo.

El sistema de costo estándar ayuda a un mejor entendimiento de los costos, debido a que se involucra al personal administrativo y obrero, a quienes los involucra en el proceso productivo del servicio; los estimula a mejorar en su trabajo, a fin de ahorrar en los costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arévalo, M. (2015). Implementación de un sistema de costos estándar y la mejora en la situación económica del restaurante Osaki 2, en la ciudad de Trujillo. Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú.

2. Gran Hotel el Golf de Trujillo (2017). Documentos de control interno. Calle Los Cocoteros 505, Urbanización El Golf – Trujillo.

3. Haro, A. (2016). La optimización de los recursos financieros mediante el costeo objetivo.

4. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.

5. Horngren, C., Datar, S. y Rajan, M. (2012). Contabilidad de costos. 14va Edición. México: Pearson Educación.

6. Salguero, K. (2011). Diseño de un sistema de costos estándar para la empresa, Confecciones Macar LTA. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

7. Rodríguez, O., Grzabel, V., y Noguez, L., (2012). Determinación de precios en la industria de la hotelería. Revista del Instituto Internacional de Costos. Uruguay.

ANEXOS

Tabla 1. Sistema de costo tradicional y sistema de costo estándar

Partidas de resultados (Ingresos y costos)	Sistema de Costo Simple			Sistema de Costo Estándar		
	Tipo de Habitación			Tipo de Habitación		
	Estándar	Superior	Deluxe	Estándar	Superior	Deluxe
Valor de Venta por habitación	S/ 290.00	S/ 370.00	S/ 410.00	S/ 290.00	S/ 370.00	S/ 410.00
Costos por habitación						
Costos Variables						
Materiales directos	S/ 4.61	S/ 9.52	S/ 14.27	S/ 4.44	S/ 9.16	S/ 13.75
Mano de obra directa	S/ 3.54	S/ 4.02	S/ 4.86	S/ 3.42	S/ 4.02	S/ 4.80
Costos indirectos variables	S/ 20.19	S/ 41.88	S/ 59.60	S/ 20.31	S/ 40.62	S/ 60.94
Total costo variables	S/ 28.34	S/ 55.42	S/ 78.73	S/ 28.17	S/ 53.80	S/ 79.49
Costos Fijos						
Costos indirectos fijos	S/ 98.42	S/ 174.96	S/ 232.33	S/ 95.31	S/ 163.38	S/ 228.73
Total costo por habitación	S/ 126.76	S/ 230.38	S/ 311.06	S/ 123.48	S/ 217.18	S/ 308.22
Costo objetivo a lograr	S/ 109.00	S/ 224.00	S/ 360.00	S/ 109.00	S/ 224.00	S/ 360.00
Diferencias	S/ 17.76	S/ 6.38	S/ -48.94	S/ 14.48	S/ -6.82	S/ -51.78
Utilidad bruta	S/ 163.24	S/ 139.62	S/ 98.94	S/ 166.52	S/ 152.82	S/ 101.78

Fuente: Gran Hotel el Golf de Trujillo (2017)



"Caminantes"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 19-23, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30102

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Costos por procesos y su incidencia en la utilidad de una empresa de fabricación de paja rafia

Costs for processes and their incidence on the utility of a straw raffia manufacturing company

Ive Liliana Alva Marquina[1]
Yannira Shereyla Saavedra Paredes[1]
Anibal Mario Ruiz Flores[2]
Fernando Rodríguez Avalos[3]

Recibido: 04 de enero de 2019
Aceptado: 06 de febrero de 2019

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia del sistema de Costos por Procesos sobre el costo de producción y la utilidad de la empresa Rafia Especial del Norte El Rey S.A.C., mayo - julio de 2016., de la ciudad de Trujillo, distrito de Trujillo, región La Libertad (Perú). La recolección de datos se realizó mediante observación directa y análisis documental contable. Los costos y gastos correspondientes a los procesos de producción se clasificaron en: Preparación y molienda, colada, enfriamiento, estiramiento, rizado y alistamiento. La compañía no controló de manera eficiente la materia prima y los insumos en la producción de rafia. Con la implementación del Sistema de Costos de Proceso, se estableció el costo de producción, se mejoró el control del proceso y se maximizaron las ganancias. El Sistema de Costos de Proceso disminuye el costo de producción y aumenta la utilidad de la empresa Rafia Especial Norte El Rey S. A. C.

Palabras claves: Costos, costos por proceso, utilidad, rafia.

1 Contador Público. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego

2 Doctor en Administración. Universidad Privada Antenor Orrego

3 Doctor en Educación. Profesor Principal de la Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the incidence of the Process Cost System on the cost of production and the utility of the company Rafia Especial del Norte El Rey SAC, May - July 2016., of the city of Trujillo, district of Trujillo, region La Libertad (Peru). The data collection was done through direct observation and accounting documentary analysis. The costs and expenses corresponding to the production processes were classifiedin: Preparation and grinding, casting, cooling, stretching, curling and enlisting. The company did not control the raw material and inputs in raffia production. With the implementation of the Process Cost System, the cost of production was established, process control was improved and profits were maximized. The Process Cost System decreases the cost of production and increases the utility of the company Special Raffia North The King S. A. C

Key words: Costs, process costs, utility, raffia.

INTRODUCCIÓN

En la región La Libertad, las empresas que producen rafia, a partir de plástico reciclado, determinan sus costos sobre la base de conocimientos empíricos, los cuales no son objetivos y carecen de información confiable, la cual es necesaria para la toma de decisiones. La empresa Rafia Especial Norte El Rey S.A.C. determina el costo de producción de sus productos, con un inadecuado sistema de costos, que repercute en la exactitud del valor de venta, el costo de producción y su utilidad.

Jiménez (2014) menciona que con la implementación de un Sistema de Costos por Procesos en la empresa Tuberías Plásticas S.A.C, se identificó los costos y gastos de cada proceso productivo, lo que contribuyó a obtener información relevante y oportuna para la toma de decisiones. Igualmente, Balcázar y Morales (2014) implementaron un Sistema de Costos por Procesos en la empresa Inversiones Vista Alegre SRL, ciudad de Chiclayo para mejorar su rentabilidad.

Quinatoa y Rocha (2015) implementaron un Sistema de Costos por Procesos en la microempresa Lácteos La Libertad, localizada en la parroquia Mulalo, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, Ecuador, en 2014; con lo cual, registraron adecuadamente los costos y gastos en la elaboración del producto lácteo, se consideró los tres elementos del costo: material directo, mano de obra y los costos indirectos de fabricación, cuyos valores influenciaron los estados financieros y en la toma de decisiones.

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia del sistema de Costos por Procesos sobre el costo de producción y la utilidad de la empresa Rafia Especial del Norte El Rey S.A.C., mayo - julio de 2016.

METODOLOGÍA

En este estudio, los elementos del costo del servicio fueron evaluados, mediante la comparación de los costos reales que procesa el sistema de costos actual y los costos estándares propuestos en la investigación. Con los datos recolectados de las diferencias entre costos reales y costos estándares se determinó el efecto favorable o desfavorable que había generado en la utilidad.

El gerente respondió el cuestionario, con un listado de preguntas abiertas, con el propósito de establecer la planificación y control de los costos del servicio. Dicho cuestionario permitió obtener información en detalle de lo que se investigaba, el entrevistador podía solicitar al gerente detalles adicionales en sus respuestas.

Se realizó el análisis de documentos y de registros de la información contable de los procesos de producción del servicio, para determinar cómo se asignaban los costos y precios del servicio. Los documentos y registros fueron facturas, libro de compras, libro de control de almacén, órdenes de requerimiento y tarjetas de control de tiempo de personal.

La metodología permitió revelar que la empresa administraba de manera empírica sus costos y tenía poco control sobre estos y, por tanto, no tenían conocimiento de sus costos de manera específica; por lo que se desconocía los servicios que eran más rentables; y qué costos específicos debían ser vigilados, para evitar que la empresa incurra en pérdidas. Con la implementación de los costos por procesos, se controló los costos, realizó su seguimiento y aseguró que respondían a los planes de la empresa.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se recolectaron de la documentación contable de mayo - julio de 2016, los que se analizaron por el sistema de la empresa y, luego, con la aplicación del Sistema de Costos por Procesos; el gerente general validó los resultados.

Tabla 1. Costo de la producción sin sistema

Elementos del costo	Monto (S/)
Material directo (MD)	50 356.31
Mano de obra (35% del MD)	17 624.71
Costos indirectos (35% de MO)	6 168.65
Costo de producción	74 149.67

El material directo se determinó mediante las compras para la producción mensual, según la capacidad del mercado para el abastecimiento de materia prima.

La empresa no contaba con un sistema de kardex, para la determinación del costo promedio, porque consumía todo el material que compraba.

La mano de obra directa se asumió en 35% de lo invertido en el material directo, como la forma empírica en el manejo de los costos.

Los costos indirectos se determinaron con el 35% de la mano de obra.

La empresa no contaba con un libro de planillas y los trabajadores recibían sus salarios mediante un recibo de egreso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se muestran los resultados al 31 de julio de 2016. Se comparó los resultados antes y después de ser aplicado el Sistema de Costos por Procesos. Hubo una variación de 10% en el costo de producción, lo cual significó una disminución favorable de este costo; de igual forma, la variación de un 10% en la utilidad bruta y, al mismo tiempo, una variación del 27% en la utilidad operacional, lo que representó un cambio favorable para la empresa, con lo que, la utilidad operacional se incrementó en 27%.

La aplicación del Sistema de Costos por Procesos permitió organizar la información de los tres elementos del costo en cada uno de los procesos de producción de la empresa; lo que guarda concordancia con lo afirmado Polimeni y Fabozzi (1997): "En un sistema de costos por procesos, los tres elementos básicos del costo de un producto son material directo, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, los cuales se acumulan según los departamentos o centros de costos".

Con la implementación del Sistema de Costos por Procesos, la empresa mejoraría en la toma de decisiones, tal como menciona García (2008): "Las empresas que dirijan sus esfuerzos hacia la variable costos y obtengan información confiable, oportuna y relevante sobre los mismos, estarán en posibilidad de competir y enfrentar los cambios actuales".

Cuadro 2. Estado de resultados sin sistema

Elemento	Monto
Ventas	203 389.83
(-) Costo de ventas (36% de ventas)	74 149.67
(+)Utilidad bruta (64% de ventas)	**129 240.16**
(-) Gastos de ventas (6% de ventas)	12 924.02
(-) Gastos administrativos (13% de ventas)	25 848.03
(+)Utilidad operacional (44% de ventas)	**90 468.11**
(+): ingreso (-): gasto	

El detalle del costo de materia prima con sistema (S/ 50 356.31) se muestra en el Cuadro 3. Se observa que el mayor costo correspondió al plástico duro de polietileno (S/24 000)

Cuadro 3. Costo de materia prima

Material	Cantidad (unidades)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Tapitas de polipropileno	12 000	1.50	18 000
Plástico duro	12 000	2	24 000
Polietileno de bolsa	118	1.92	226.56
Pellets de polietileno	59	1.92	113.28
Detergente	60	1	60
Pigmento	7	5.21	36.47
Conos	24 000	0.2	4 800
Etiquetas	24 000	0.08	1 920
Bolsas de empaque	24 000	0.05	1 200
Subtotal			**50 356.31**

Del 04 al 30 de julio del 2 016, se produjo 24 000 unidades (conos) de paja de rafia que demandó un costo de mano de obra de S/ 1 927.52 (Cuadro 4)

Cuadro 4. Costo de la mano de obra directa

Proceso	Número de trabajadores*	Horas	Costo (S/) por hora	Importe (S/)
Preparación y molienda	2	192	9.26	889.62
Fundición	2	64	9.26	296.54
Enfriamiento	2	42	9.26	194.60
Estiramiento	2	48	9.26	222.40
Ovillado	2	48	9.26	222.40
Alistado	2	22	9.26	101.94
Total		**416**		**1 927.52**

*Solo dos (2) trabajadores participan en la producción

Al comparar los estados de resultados sin y con sistema de costos (cuadro 5), se encontró que la utilidad operacional aumentó de S/90 468.11 a S/144 760.53, es decir, de 44 a 71%, respectivamente

Cuadro 5. Comparación del estado de resultados sin y con sistema de costos

Sin sistema de costos			Con sistema de costo		
Elemento	**Monto**	**Porcentaje**	**Elemento**	**Monto**	**Porcentaje**
Ventas	203 398.83	100	Ventas	203 398.83	100
			(-) Costo de ventas	53 244.32	26
			Material directo	50 356.31	
(-) Costo de ventas	74 149.67	36	*Mano de obra*	1 927.52	
			Gastos indirectos	940.49	
(+) Utilidad bruta	129 240.16	64	(+) Utilidad bruta	150 165.51	74
(-) Gastos de ventas	12 924.02	6	(-) Gastos de ventas	4 076.35	2
(-) Gastos administrativos	25 848.03	13	(-) Gastos administrativos	1 328.62	1
(+) Utilidad operacional	90 468.11	44	(+) Utilidad operacional	144 760.53	71

Al comparar los estados de resultados sin y con sistema de costos (cuadro 5), se encontró que la utilidad operacional aumentó de S/90 468.11 a S/144 760.53, es decir, de 44 a 71%, respectivamente

CONCLUSIÓN

La aplicación del Sistema de Costos por Procesos en la empresa Rafia Especial Norte El Rey S.A.C. disminuye el costo de producción e incrementa la utilidad operacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Balcázar, E y Morales, N. (2014). Aplicación de un sistema de costos por procesos en la empresa Inversiones Vista Alegre SRL, para mejorar su rentabilidad, en José Leonardo Ortiz 2013. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.

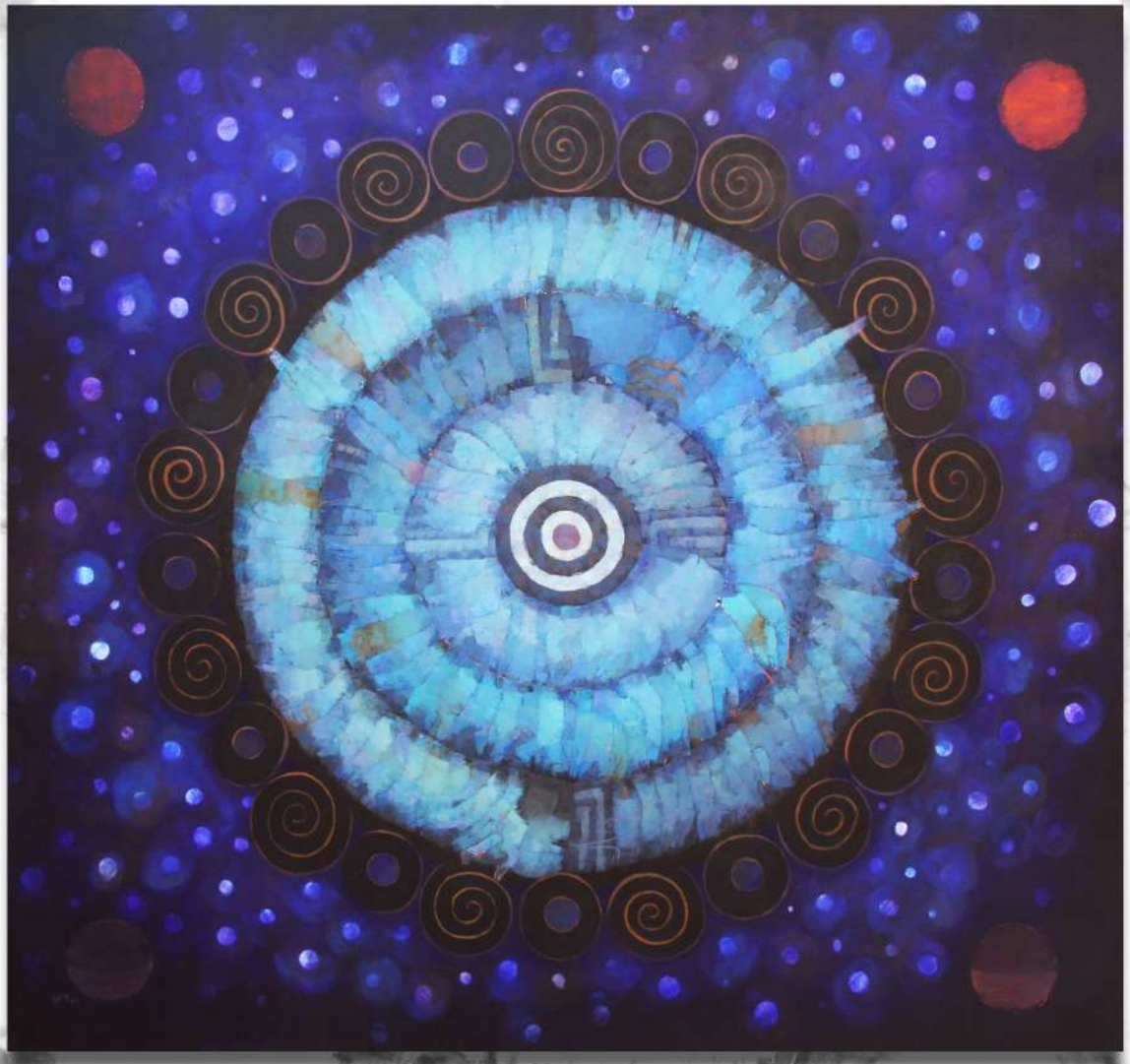
2. Alva, I. y Saavedra, Y. (2016). El sistema de costos por procesos y su incidencia en la determinación del costo y utilidad de la empresa Rafia Especial Norte El Rey S.A.C, trimestre mayo-julio del 2016. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego

3. García Colín, J. (Ed.) (2008). Contabilidad de costos. 3ª Edición, México: Editorial Mc Graw Hill.

4. Jiménez, M. (2014). Propuesta de implementación de un sistema de costos por procesos para la obtención de información económica de calidad en la empresa Tuberías Plásticas S.A.C. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

5. Polimeni, R. S., Fabozzi F. J. y Adelberg, A. H. (1997). Contabilidad de costos, 3ª Edición, Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editora y Distribuidora Interamericana S.A.

6. Quinatoa, M. y Rocha, S. (2015). Implementación de un sistema de costos por procesos en la microempresa Lácteos La Libertad, ubicada en la parroquia Mulaló, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi para el periodo 2014. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi



"Corazón del cielo"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 25-34, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30103

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Sistema de control interno en el área de almacén y su incidencia en la rotación de los inventarios de la empresa comercial Estación de Servicios Kalin SAC, distrito de Trujillo, año 2017

Internal control system in the warehouse area and its impact on the rotation of the inventories of the commercial company Estation of Services Kalin SAC

Maricielo del Rosario, Ávila Domínguez[1]
Jerlin Monsalve Tapia [1]
Germán Hildejarden, Montes Baltodano[2]

Recibido: 8 de enero de 2019
Aceptado: 16 de febrero de 2019

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar en qué medida la aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén incide en la mejora de la rotación de los inventarios de la empresa Estación de Servicios Kalin SAC, distrito de Trujillo, año 2017. Se realizó un diagnóstico de la situación actual del control interno aplicado en el área y se identificaron las principales deficiencias. Se trabajó empleado un diseño pre experimental y se utilizaron técnicas de recolección de datos tales como el fichaje, la encuesta y el análisis documental, con la finalidad de obtener toda la información necesaria, desde la recopilación de la información bibliográfica a través de diversas definiciones establecidos por autores, hasta el análisis de toda la información correspondiente al control interno y la rotación de inventarios de la empresa. Los resultados obtenidos demuestran que los controles internos aplicados en el área de almacén presentan deficiencias en cuanto a su elaboración y cumplimiento. Por ello, para mitigar dichas deficiencias, se diseñó un sistema de control interno adecuado para el área, el cual fue aplicado permitiendo mejorar el manejo de los inventarios de la empresa. Asimismo se demostró que la aplicación de un sistema de control interno en los almacenes contribuye a la mejora de la rotación de inventarios.

Con la aplicación del sistema de control interno al área de almacenes se contribuyó a mejorar la rotación de las existencias, controlar cada uno de sus procesos, manejar información que permita la gestión gerencial y maximizar sus utilidades. Se demostró que la aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén incide significativamente en la mejora de la rotación de los inventarios de la empresa Estación de Servicios Kalín SAC, distrito de Trujillo, año 2017.

Palabras Clave: Sistema, control interno, almacén, rotación inventarios.

1 Contador Publico - Universidad Privada Antenor Orrego

2 Doctor en Administración y Dirección de Empresas - Universidad Privada Antenor Orrego.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the extent to which the application of an internal control system in the warehouse area affects the turnover of the company Kalin SAC Service Station, district of Trujillo, 2017, for the rotation of inventories. A diagnosis of the current situation of the internal control applied in the area was made and the main deficiencies were identified. A pre-experimental design was used and data collection techniques were used, such as the signing, the survey and the documentary analysis, in order to obtain all the necessary information, from the collection of bibliographic information through various established definitions by authors, until the analysis of all the information corresponding to the internal control and the rotation of inventories of the company. The results obtained show that the internal controls applied in the warehouse area have deficiencies in their elaboration and compliance, therefore, in order to mitigate said deficiencies, an adequate internal control system for the area was designed, which was applied allowing to improve the management of inventories of the company, likewise it was demonstrated that the application of an internal control system in the warehouses contributes to the improvement of the inventory rotation.

With the application of the internal control system to the warehouse area, we contributed to improve the rotation of the stock, control each of its processes, manage information that allows the managerial management and maximize its profits. It was demonstrated that the application of an internal control system in the warehouses area, has a significant impact on the improvement of inventory turnover of the Kalín SAC Service Station, Trujillo district, 2017.

Keywords: System, internal control, warehouse, rotation inventories.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la competencia a nivel internacional ha obligado que las organizaciones eleven la calidad de sus productos, lo cual les permite brindar un mejor servicio al cliente, reducir sus costos, entre otros elementos. Por eso las grandes empresas comerciales ponen énfasis en el buen control en sus áreas o departamentos para obtener resultados eficientes, asegurar el buen funcionamiento de la organización y mantenerse competitivas.

A nivel nacional, el crecimiento empresarial muchas veces es originado por las pequeñas y medianas empresas, las que mayormente priorizan la obtención de ganancias y descuidan el correcto tratamiento y manejo de sus inventarios, provocando que en sus almacenes cuenten con un producto de baja rotación que origina una acumulación no deseada de inventarios.

Apaza (2011) define la rotación de inventarios como el "número de veces que se han renovado las existencias durante un periodo, normalmente un año" (p. 56).

De acuerdo con esta definición, la rotación de inventarios indica la eficiencia que tiene una organización para darle un buen manejo a sus inventarios, ya que una baja rotación indica que la entidad cuenta con gran cantidad de productos que aún no vende, mientras que una alta rotación revela que las mercaderías son vendidas rápidamente. Para ello es importante que dentro de una organización existan controles eficientes que garanticen el correcto manejo de sus recursos.

A nivel local, Estación de Servicios Kalin S.A.C es una mediana empresa, cuya actividad principal es la comercialización de hidrocarburos y derivados de estos. En la actualidad existen fallas en el control y registro de mercaderías, provocadas por una mala gestión en el área de almacén que se encuentra a cargo de una persona poco capacitada para realizar dicha labor.

La falta de controles internos eficientes en el área de almacén origina la realización de los pedidos de compra de forma incorrecta, compra de productos que no son requeridos por los clientes, baja rotación de existencias. La empresa no cuenta con un registro de los productos de mayor, poca o nula rotación, desconoce la cantidad exacta de artículos en el almacén y por tal motivo no existe una concordancia entre lo registrado en el sistema y lo encontrado en físico.

¿En qué medida la aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén incide en la rotación de los inventarios de la empresa Estación de Servicios Kalin SAC, distrito de Trujillo, año 2017?

Alvarez (2015) concluyó que en la empresa no existe un adecuado control interno de los inventarios, lo que ha provocado que el periodo de almacenamiento de los productos sea largo y por ende se eleven los costos operacionales que afectan directamente a la liquidez de la empresa. (p. 99).

En la empresa se mantienen niveles de inventario altos, lo que afecta a la rentabilidad, pues la empresa tiene que hacer frente a todos los gastos en los que se incurre para la mantención del stock de inventario y el uso del espacio físico, que posteriormente disminuye la rentabilidad al final del periodo. (p. 99).

Vera & Vela (2016) afirman que como resultado de lo anteriormente mencionado se determinó que el control interno que se realiza en el almacén de la empresa Grupo Ajeper S.A. es inadecuado en un 73%, de acuerdo a las respuestas de los trabajadores, ya que el personal encargado no verifica las entradas de los camiones, de igual manera la gerencia no toma interés en conocer los proceso deficientes dentro de la empresa y de esta manera realizar una mejor gestión. Por otro lado, existen elevadas pérdidas por vencimiento de productos por mala ubicación en el pequeño espacio que el almacén registra. (p. 116).

Como resultado de lo antes expuesto, primero se determinó que los resultados de la evaluación de los procesos operativos tienen una deficiencia del 62%, lo que indica que el control interno que se realiza en el almacén de la empresa Grupo Ajeper S.A. es débil, porque casi todos los trabajadores conocen los procesos, pero existen incumplimientos por parte de ellos, aducen que la experiencia y empirismos son más eficientes que los procesos. (p. 116).

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el control interno y la rotación de inventarios para las decisiones futuras de la entidad. Se pretende evaluar hechos pasados, presentes y futuros para confirmar y corregir evaluaciones que se han hecho anteriormente. Así mismo, esta investigación servirá como fuente para que otras empresas del sector comercial tomen en cuenta lo importante que es tener un buen control interno ya que favorecerá el éxito empresarial. Asimismo se pretende aportar con aspectos teóricos sobre el control interno, la rotación de inventarios, como instrumentos de evaluación del logro de competencias. Los resultados de esta investigación podrán sistematizarse en una propuesta para ser incorporada como conocimiento, ya que se estaría demostrando con el uso de métodos la mejora en el nivel de rotación de inventarios y control interno de la entidad. En tal sentido, para poder tomar una decisión adecuada se evaluarán las ventajas de aplicar el control interno y la manera en que este impacta en la rotación de inventarios y así poder tomar decisiones más convenientes para la empresa.

El presente trabajo se basó en la teoría general de control interno, que se refiere al conjunto de acciones, procedimientos, normas o técnicas que aseguran la regulación de un sistema, así como el cumplimiento de metas y objetivos, pues con la aplicación de la teoría se puede reconocer y evidenciar las diferentes desviaciones que se pueden presentar durante el desarrollo de un proceso.

El objetivo de la investigación es determinar en qué medida la implementación del control interno en el área de almacén incide en la mejora de la rotación de los inventarios de la empresa Estación de Servicios Kalin SAC, distrito de Trujillo, año 2017.

METODOLOGÍA

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

Utilizamos el diseño de investigación pre experimental, con un grupo único de pretest y postest.

El esquema que presenta es el siguiente:

GE: O1----------X----------O2

Donde:

GE = Grupo experimental.

M = Muestra

O1 = Rotación de inventarios antes de la aplicación del sistema de control interno

X = Aplicación del sistema de control interno

O2 = Rotación de inventarios después de la aplicación del sistema de control interno.

Muestra

Constituida por los reportes del área de almacén y manuales internos de almacén del periodo 2017.

Técnicas

- Fichaje
- Encuesta
- Análisis documental

Instrumentos

- Fichas bibliográficas, textuales y de contenido.
- Cuestionario de control interno.
- Hoja de registro de datos.

Procesamiento y análisis de datos

Para la presente investigación obtuvimos datos e información de los encargados del área a través de la aplicación de técnicas a instrumentos; posteriormente para el procesamiento de la información adquirida, dichos datos se ingresarán a programas de Microsoft, siendo los de principal utilización Excel 2016 y Word 2016: Con estos programas mencionados se analizarán los datos obtenidos de acuerdo a cada periodo, lo que nos permitirá darle validación a la hipótesis y demostrar dichos resultados durante el desarrollo de la tesis mediante el uso de tablas y figuras.

Para el análisis de los datos se responderá a cada objetivo planteado, el sustento será en base al resultado del procesamiento de datos anteriormente mencionado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la información obtenida, después de la aplicación del cuestionario de control interno se elaboró la tabla 1, determinándose que la empresa no cuenta con un manual que describa las funciones y procedimientos que le dé formalidad al desarrollo de las actividades del área. Esto impide determinar errores o desviaciones relevantes que puedan afectar las operaciones de la empresa.

Además, el auxiliar de almacén no cuenta con capacitación alguna desde que inició sus actividades, solo tiene indicaciones impartidas por parte del administrador y desarrolla sus actividades en base a sus conocimientos y experiencia adquirida.

Tabla 1: *Deficiencias del control interno.*

GENERALIDADES	N/A	SI	NO
1. ¿Existe un manual que describa las funciones y procedimientos establecidos para los encargados del área?			x
2. ¿Los encargados del área se encuentran debidamente capacitados?			x

Fuente: Cuestionario para la revisión y evaluación del sistema de control interno. Elaborado por los autores.

La tabla 2 nos permite identificar las deficiencias y fortalezas del área de almacén, se puede visualizar una comparación de ambos factores, tomando como base la información obtenida a través de la aplicación de la encuesta al auxiliar de almacén, donde se puede apreciar que el área presenta más deficiencias que fortalezas, lo que impide el desempeño eficiente de los encargados de almacén.

Tabla 2: *Deficiencias y fortalezas del área de almacén*

Fortalezas	Deficiencias
• Elaboración de inventarios periódicos. • El personal está dispuesto a implementar un sistema de control interno para asegurar el correcto funcionamiento del área de almacén.	• Falta de procedimientos establecidos en el área de almacén. • Carencia de un Manual de Organización y Funciones. • Falta de sistema automatizado de control de inventarios • No se encuentra actualizado el registro de salida de mercadería. • No se identifica al personal que tiene autorización para ingresar al almacén. • La mercadería no está debidamente clasificada dentro del almacén. • Diferencias entre las cantidades de mercaderías registradas por contabilidad y el inventario físico. • Desconocimiento de los productos que tienen alta y baja rotación.

Fuente: Cuestionario para la revisión y evaluación del sistema de control interno. Elaborado por los autores.

La tabla 3 nos muestra los resultados obtenidos respecto del control y registro de mercaderías, determinándose las siguientes deficiencias:

- El auxiliar de almacén recibe la mercadería y automáticamente la ingresa sin verificarla en cuanto a número y calidad de los productos comprados; vale decir, no puede asegurar que la mercadería se recibió de acuerdo a lo solicitado.

- Al recibir la mercadería, el auxiliar de almacén inmediatamente envía la factura del proveedor al área de contabilidad para su respectivo registro. Lo cual evidencia que no existe una verificación y cotejo previo de la mercadería y de la documentación que envía el proveedor.

- El auxiliar de almacén no mantiene actualizado el registro de mercaderías de acuerdo a las cantidades de productos que ingresan.

- El área de almacén no cuenta con un sistema de inventario automatizado. Lo cual impide que muchas veces se tenga información rápida, eficiente y oportuna de los movimientos de las mercaderías.

- El área de almacén cuenta con un registro de control de salida de mercadería que se efectúa a diario en la empresa; sin embargo, este registro no se encuentra actualizado. Este hecho evidencia que no se tiene como política registrar las salidas de productos del almacén. Por esta razón, los registros contables no coindicen con la documentación y registros que tiene el área de almacén.

- La empresa no tiene identificado al personal autorizado para ingresar al área, lo cual origina que se presenten casos de pérdida o falta de productos y nadie se haga responsable de ello.

- No existe una clasificación de la mercadería dentro de almacén. Por lo que es frecuente encontrar productos de distinta categoría, marca y característica en un mismo lugar. La falta de orden de la mercadería en el almacén también origina que algunos productos se encuentren deteriorados.

Tabla 3: *Control y registro de mercaderías*

CONTROL Y REGISTRO DE MERCADERÍA	N/A	SI	NO
3. ¿Se verifica la mercadería comprada en cuanto a número y calidad?			x
4. ¿Las entradas de mercadería coinciden con la facturación que envían los proveedores?		x	
5. ¿Se registran las entradas de la mercadería en el kárdex de almacén?			x
6. ¿Cuenta el almacén con un sistema de inventario automatizado?			x
7. ¿Se lleva un registro de las salidas de mercadería que se efectúan a diario en la empresa?		x	
8. ¿El encargado del almacén es el único que tiene acceso a las existencias?			x
9. ¿Se encuentra clasificada la mercadería dentro del almacén?			x

Fuente: Cuestionario para la revisión y evaluación del sistema de control interno. Elaborado por los autores.

La tabla 4 nos muestra los resultados relacionados con la rotación de los inventarios, apreciándose lo siguiente:

- La empresa cuenta en sus almacenes con un sobrestock de productos. Cabe resaltar que el almacén cuenta con productos que no se venden y que, sin embargo, de acuerdo a las estimaciones de compra que realiza el auxiliar de almacén el área de logística aún sigue comprando esa mercadería.

- El auxiliar de almacén no tiene conocimiento sobre qué productos tienen alta o baja rotación, tampoco tiene registro alguno de los productos que son comercializados con frecuencia. Por este motivo en el almacén se encuentran productos que no son requeridos por los clientes.

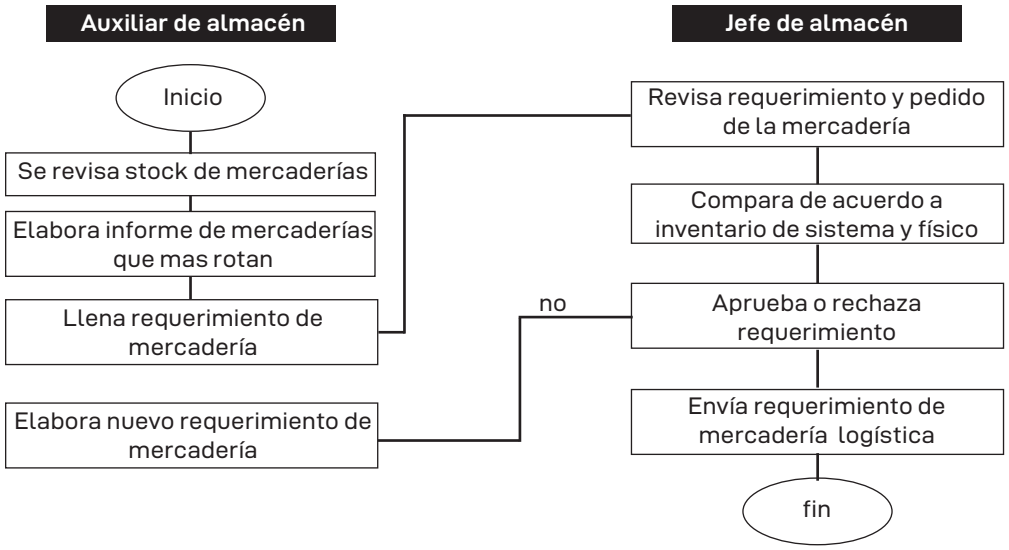
Tabla 4: *Rotación de inventarios.*

ROTACIÓN DE INVENTARIO	N/A	SI	NO
14. ¿Cuentan con demasiado inventario en su almacén?		x	
15. ¿Tiene conocimiento sobre qué productos tienen alta y baja rotación?			x

Fuente: Cuestionario para la revisión y evaluación del sistema de control interno. Elaborado por los autores.

Con la finalidad de revertir las deficiencias encontradas se propuso un flujograma conforme se muestra en la figura 1 sobre requerimiento de mercadería, así como un manual de procedimientos donde se establecen las actividades para asegurar un buen aprovisionamiento de mercaderías.

Figura 1: Flujograma propuesto para requerimiento de mercadería



Fuente: Estación de Servicios Kalin S.A.C. Elaborado por los autores.

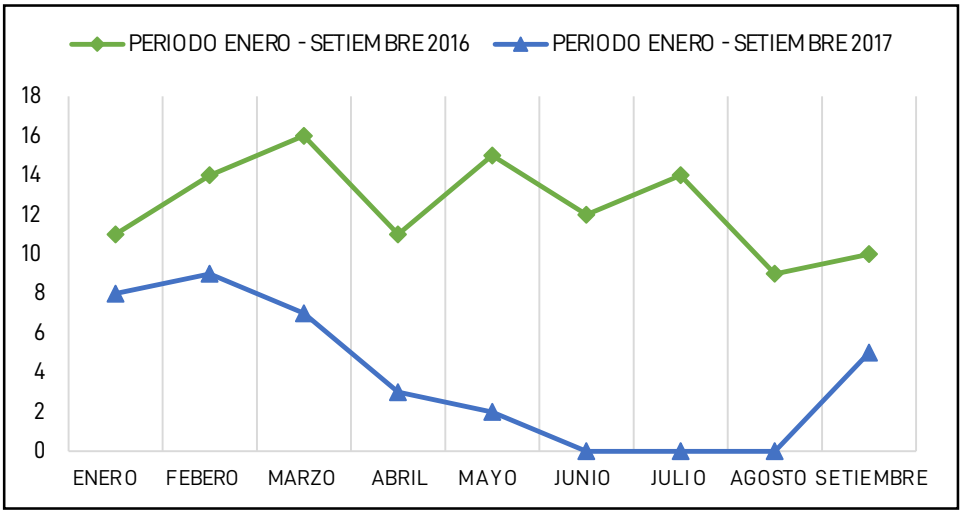
Tabla 5: *Diferencias de inventario físico periodo 2016 - 2017*

DIFERENCIAS INVENTARIO FÍSICO EXPRESADO EN UNIDADES						
MES	**PERÍODO ENERO - SETIEMBRE 2016**			**PERÍODO ENERO - SETIEMBRE 2017**		
	SISTEMA	**FÍSICO**	**DIFERENCIA**	**SISTEMA**	**FÍSICO**	**DIFERENCIA**
enero	3678	3667	11	3234	3226	8
febrero	3789	3775	14	3166	3157	9
marzo	3452	3436	16	3098	3091	7
abril	3780	3769	11	2980	2977	3
mayo	3264	3249	15	3034	3032	2
junio	3547	3535	12	2989	2989	0
julio	3267	3253	14	2789	2789	0
agosto	3542	3533	9	2865	2865	0
setiembre	3289	3279	10	2890	2885	5
TOTAL			**112**	**TOTAL**		**34**

Fuente: Estación de Servicio Kalin S.A. C. Elaborado por los autores.

Como se puede observar en la tabla 5, las diferencias entre los inventarios físicos tomados durante el periodo enero – setiembre 2016, donde existen diferencias significativas de mercaderías, y durante el periodo enero –setiembre 2017, cuando el área de almacén cuenta con un control interno implementado, han sido mínimas, teniendo en los meses de junio, julio y agosto una diferencia de cero. Cabe señalar que la tendencia ha ido de mayor a menor, debido a que los primeros meses del año aún no se contaba con control interno alguno para el área y que posteriormente las cifras han ido disminuyendo, ya que el personal encargado de almacén se encontró totalmente dispuesto a tomar medidas de control que les ayude a mejorar el área.

Figura 2: Tendencia de las diferencias de los inventarios físicos periodo 2016 - 2017

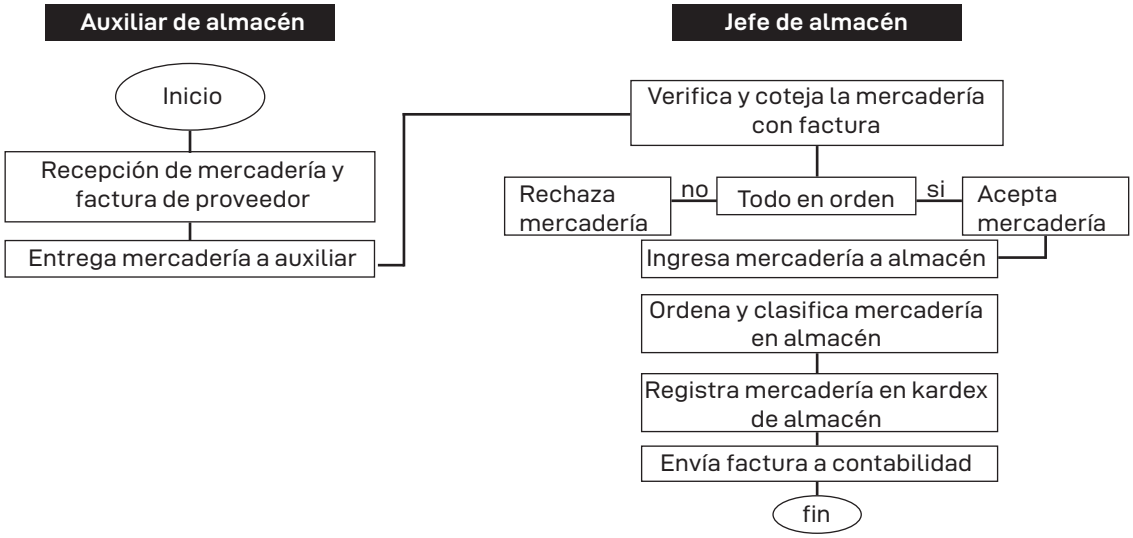


Fuente: Estación de Servicios Kalin S.A.C. Elaborado por los autores.

En la figura 2 se aprecia la tendencia de las diferencias de inventario existentes durante la toma de los inventarios físicos, donde se observa que en relación al periodo enero – setiembre 2016 en el 2017 la tendencia ha disminuido progresivamente con la aplicación del sistema de control interno en el área. La diferencia de mercaderías luego de realizar el inventario físico logró disminuir debido a lo siguiente:

- Se realizan inventarios semanales para evaluar y darle seguimiento inmediato a las pérdidas o faltantes de productos.
- Se tiene identificado al personal que tiene acceso al área de almacén.
- Se mantienen registros actualizados de entradas y salidas del almacén.
- Se realiza la verificación de la mercadería adquirida para asegurar el correcto registro de los productos que ingresan al almacén y evitar posibles errores en el inventario físico.

Figura 3: Flujograma propuesto para recepción y verificación de mercaderías



Fuente: Estación de Servicios Kalin S.A.C. Elaborado por los autores.

Esta investigación nos permite determinar la incidencia que tiene la aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén de la empresa Estación de Servicios Kalin S.A.C. en la rotación de inventarios, la falta de control provoca que los encargados del área no se desempeñen correctamente durante el desarrollo de sus actividades.

De acuerdo a los resultados obtenidos, coincidimos con Bravo (2000), quien señala que la aplicación de un sistema de control interno es también un salvaguarda en el control del desperdicio y la ineficiencia, ya que en el diagnóstico realizado al área de almacén se pudo determinar que las actividades se venían desarrollando de manera empírica y en base a conocimientos adquiridos de los encargados del área de control que no contaban con procedimientos establecidos por la empresa, lo cual originaba el desarrollo de actividades de manera ineficiente. Entre otros hallazgos se demostró que la empresa no mantenía registros para llevar un mejor control de sus mercaderías, por lo que que no se contaba con información oportuna acerca del movimiento de los productos que comercializa la empresa.

Una vez analizada la situación actual del control interno del área de almacén, se diseñaron procedimientos para realizarlo mejor. Aquí coincidimos con Wild, Subramanyam & Halsey (2007), pues consideramos que los inventarios constituyen una parte importante de la empresa y del activo circulante. El diseño de dichos procedimientos tiene como finalidad darle una completa protección al activo más importante de la empresa, las mercaderías, y para ello se propusieron formatos para mejorar el control de los productos en almacén y poder identificar la cantidad de mercadería con la que cuenta la empresa.

Como parte del diseño de un sistema de control interno, se establecieron flujogramas y en un manual de procedimientos se detallaron las actividades a realizar para los procesos donde la empresa presentaba mayor debilidad. Asimismo en un manual de funciones se delimitaron, según su puesto, las funciones de cada responsable del área.

Posteriormente, una vez diseñados y propuestos los procedimientos de control interno se dio paso a su aplicación, lo cual originó mejoras en la gestión de los inventarios. Una de ellas fue la disminución de las diferencias existentes en el inventario físico, llegando incluso a cifra 0 en los meses de junio, julio y agosto del periodo 2017. De este modo, concordamos con Whittington & Pany (2005) en cuanto se refieren a que el control interno contribuye como una forma de protección contra los errores y garantiza la confiabilidad de los datos contables. De igual forma coincidimos con Sandoval (2012), quien afirma que se debe establecer claramente quien tiene la responsabilidad y autoridad sobre las diversas actividades, puesto que mediante la segregación de funciones cada encargado del área conoce las suyas y se elimina la duplicidad de actividades.

Finalmente, demostramos que la hipótesis planteada al inicio se acepta, coincidiendo con Mion & Vermonel (2012), quienes indican que la rotación de inventarios es uno de los indicadores más comunes que refleja la eficacia de la cadena de suministro. En el desarrollo del objetivo se demostró que cuando la empresa no contaba con la aplicación de un sistema de control interno en el periodo 2016, la rotación de inventarios era de 10.56 veces al año, lo que significaba que cada 34.56 días la mercadería permanecía en almacén antes de ser vendida; luego, con la aplicación del sistema de control interno propuesto, se mejoró la gestión de los inventarios. La mejora en la rotación, por ende, se vio reflejada en el periodo 2017. La rotación ascendió a 22.78 veces al año, lo que equivale a que cada 16.02 días se rotaba la mercadería en el almacén. Y esto indica que después de la aplicación de los controles la empresa presenta una rotación alta de inventarios, la mercadería tiende a salir más rápido del almacén.

CONCLUSIONES

- La aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén permite que los encargados del área se desempeñen de una forma más eficiente, mitigando errores que anteriormente se cometían como consecuencia de la falta de controles establecidos. Asimismo permitió disminuir diversas deficiencias que significaban pérdidas para la empresa.

- Como resultado de la comparación de los periodos 2016 y 2017 se demuestra la influencia de la aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén, en cuanto a la rotación de inventarios, ya que se concluye que durante el periodo 2016 la empresa cuenta con una baja rotación de inventarios siendo esta de 10.56 veces al año, lo que equivale a 34.56 días, mientras que durante el periodo 2017 presenta una rotación de 22.78 veces al año, lo cual significa 16.02 días, demostrando así una alta rotación de inventarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, M. (2015). *El control interno a la rotación de inventarios y su impacto en la rentabilidad de la Empresa Comercial Romero Medina del Cantón Píllaro.* (Tesis para la obtención de título en ingeniería en contabilidad y auditoría CPA). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

2. Apaza, M. (2011). *Estados financieros, formulación, análisis e interpretación.* Lima, Perú: Pacifico Editores.

3. Bravo, M. (2000). *Control Interno.* (1era ed.). Lima, Perú: San Marcos.

4. Mion, N. & Vermonel J. (2012) Rotación del inventario (ciclos del inventario). Recuperado de http://www.lokad.com/es/definicion-rotacion-del-inventario

5. Sandoval, H. (2012). *Introducción a la auditoria.* (1era ed.). México DF, México: Red Tercer Milenio S.C.

6. Whittington, O. & Pany K. (2005). *Introducción a la auditoría.* (14ava ed.). México DF, México: McGraw-Hill / Interamericana de México.

7. Wild, J., Subramanyam K. & Helsey R. (2007). *Análisis de estados financieros.* (9ª ed.). México D.F. México: Mc Graw Hill.

8. Vera, K. & Vela J. (2016). *Evaluación del control interno de almacén y su incidencia en la rotación de inventarios de la empresa Ajeper del Oriente SA, en la ciudad de Tarapoto, periodo 2013.* (Tesis para obtener el título de Contador Público). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.

PuebloCont. Vol. 30(1): 35-39, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30104

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

La evaluación del control interno de los ingresos y su incidencia en la gestión presupuestaria y financiera del Proyecto Especial Chavimochic

The evaluation of the internal control of income and its impact on the budgetary and financial management of the Special Project Chavimochic

Víctor Manuel Vega Quiroz[1]
Francisco Mauro Paredes Cruz[2]

Recibido: 25 de febrero de 2019
Aceptado: 01 de marzo de 2019

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación del control interno de los ingresos y su incidencia en la gestión presupuestaria y financiera del Proyecto Especial Chavimochic al 2014, de la ciudad de Trujillo, región La Libertad (Perú). La recolección de datos se realizó mediante análisis documental contable y encuesta al personal de la Unidad de Contabilidad y Tesorería. La institución no efectuaba el control de los ingresos provenientes de la venta de tierras, agua potable, agua para riego y bases administrativas. Los clientes hacían los depósitos en una institución bancaria sin efectuar el trámite administrativo para la emisión del recibo de ingresos. La evaluación del control interno de los ingresos determinó que existían procedimientos desactualizados y que el personal de la Unidad de Contabilidad y Tesorería desconocía el ejercicio de sus funciones. El control interno de los ingresos es deficiente, se determinó la existencia de depósitos no identificados en las cuentas del Proyecto Especial Chavimochic.

Palabras claves: Control interno, gestión financiera, gestión presupuestaria, Proyecto Especial Chavimochic.

1 Contador público - Universidad Privada Antenor Orrego

2 Maestro en Administración - Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The aim of this study was to carried out an evaluation of the internal control of income and its impact on the budgetary and financial management of the Proyecto Especial Chavimochic in 2014, in Trujillo city, region La Libertad (Peru). The data collection was carried out by means of accounting documentary analysis and survey of the personnel of the Accounting and Treasury Unit. The institution did not control the income of the sale of land, potable water, irrigation water, and administrative bases; the clients made the deposits in the banking institution without the administrative procedure for the emission of the receipt of income. The evaluation of the internal control of income determined that there was an outdated procedure manual that the staff of the Accounting and Treasury Unit did not know in the exercise of their functions. The internal control of the income was deficient, due to the existence of deposits not identified in the accounts of the Proyecto Especial Chavimochic was determined.

Keywords: Internal control, financial management, budget management, Proyecto Especial Chavimochic.

INTRODUCCIÓN

El sistema de control interno en las entidades públicas, del 2010 al 2014, es deficiente y repercute en un inadecuado control físico de bienes, en el nivel de confiabilidad de la información y en el incumplimiento de la aplicación de la normatividad en los procesos, con lo que se debilitan los controles administrativos y se generan riesgos en la ejecución del presupuesto. Espinoza (2013) afirma que el control interno comprende acciones de cautela previa, simultánea y posterior, que realiza la entidad sujeta a control, con la finalidad de que la gestión de sus recursos, bienes y operaciones se efectúen correcta y eficientemente (p.37)

Actualmente, se busca la implementación del control interno en cada uno de los procesos, a fin de mejorar el control interno de los ingresos a nivel financiero y, en forma paralela, mejorar la ejecución presupuestaria que como entidades orientan, certifican y apoyan este tipo de decisiones para el desarrollo y crecimiento público. Domingo (2007) afirma que el sistema de control interno no puede contribuir a la optimización de la gestión y el control institucional si el problema está en su base, es decir, en la ejecución de las operaciones (p.6)

Las entidades públicas se enfrentan a obstáculos cuando existen errores administrativos, es decir, cuando no se promueve una organización eficiente ni se tiene una plataforma administrativa para trabajar en coordinación con las áreas relacionadas y, de esta manera, cooperar entre sí para implementar las metas de una organización profesional, transparente y responsable. Por eso en este estudio se menciona a una entidad pública con problemas en su control interno. Espinoza (2013) afirma que el control interno comprende el plan de organización de todos los métodos coordinados y medidas adaptadas dentro de un negocio para salvaguardar sus activos, verificar la confiabilidad y corrección de los datos contables, promover la eficiencia operativa y fomentar la adhesión a las políticas administrativas prescritas. (p.10)

El Proyecto Especial Chavimochic es un órgano desconcentrado del gobierno regional de La Libertad, cuenta con autonomía técnica, económica, financiera y administrativa. El nombre de Chavimochic proviene de los nombres de los valles de influencia: Chao, Virú, Moche y Chicama.

Los ingresos al Proyecto Especial Chavimochic son generados por la venta de productos agrícolas, agua, tierras y bases administrativas; además, las prestaciones de servicios por suministro de energía eléctrica, inspecciones, publicidad, alquileres y otros. Los ingresos por dichos conceptos son percibidos directamente por las instituciones bancarias, con desconocimiento de los clientes y su concepto de acuerdo con lo establecido en el manual de procedimientos.

Trujillo (2011) menciona que, en el marco de la gestión de riesgos, la interrelación de los componentes del control interno (ambiente de control, actividades de control gerencial, evaluación de riesgos, información y comunicación, y supervisión) conforma un sistema integrado que

responde a los cambios del entorno. Asimismo atiende necesidades gerenciales y es un fundamento sólido para determinar el grado de seguridad, brindado por los controles que facilitan la toma de decisiones y la asignación de capital.

Domingo (2007) determina la existencia de deficiencias del sistema de control interno en el proceso de la ejecución presupuestal, las mismas que afectan la ética, prudencia y transparencia de la gestión y tienen que superarse con la implementación de un sistema de control interno para los hospitales del sector salud de Lima metropolitana.

Liza y Rojas (2003) mencionan que aplicando un sistema de control interno apropiado la empresa de transportes Nuevo California S.A. de Trujillo fortalece su gestión administrativa y operativa; determina objetivos básicos para realizar acciones de bienestar de la institución; prevé que no se cometan actos ilegales; verifica que los funcionarios cumplan con sus responsabilidades; controla la distribución de vehículos en el departamento de tráfico y rutas; evalúa permanentemente al chofer y cobrador; mantiene a su personal capacitado; supervisa los horarios, las rutas y a sus trabajadores; controla el cobro de pasajes; corrige rutas y controla los ingresos de las unidades y de la entidad.

Este trabajo de investigación aplicado a la Unidad de Contabilidad y Tesorería es útil para la evaluación del control interno de los ingresos en el Proyecto Especial Chavimochic, a fin de proponer mejoras en los procedimientos de dicha entidad.

El objetivo fue demostrar que la evaluación del control interno de los ingresos, al 2014, mejora la gestión presupuestal y financiera del Proyecto Especial Chavimochic.

METODOLOGÍA

2.1 DISEÑO DE ESTUDIO

Diseño de sucesión en línea con un solo grupo que sirvió como experimental y testigo de sí mismo.

O1 ---------- X ---------- O2

O1: Gestión presupuestaria y financiera

X: Evaluación del control interno y recomendación

O2: Mejora de la gestión presupuestaria y financiera

Técnicas

Análisis documental: Esta técnica sirvió para la recolección de información relevante de los documentos de la entidad.

Encuesta: Se aplicó al personal que labora en la Unidad de Contabilidad y Tesorería para tener conocimiento del estado situacional del control interno.

Instrumentos

- Hoja de registro para la revisión y el análisis de los documentos contables de ingresos.
- Cuestionario con diez preguntas formuladas según Anexo 1, para obtener información de los trabajadores que laboran en la Unidad de Contabilidad y Tesorería.

Procesamiento y análisis de datos

Los datos se recolectaron de la documentación contable de los ingresos 2010 - 2014; se aplicaron las técnicas de análisis documental y encuesta, la primera en la evaluación de los documentos de la entidad y la segunda a los trabajadores de la institución.

La información fue analizada, procesada y tabulada en hojas de Excel producto del análisis documental y aplicación de la encuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de trabajadores (4; 67%) desconocía la existencia de normas que regulan los sistemas de contabilidad y tesorería; sus funciones no eran supervisadas por la instancia superior, también se determinó que no existía un adecuado control de los ingresos; por lo tanto, el control interno era desconfiable.

En la tabla 1 se reporta información sobre la revisión y análisis de los ingresos por concepto de venta de tierras, agua potable, agua para riego, bases administrativas y otros, que se muestran a través del movimiento de los libros bancos con las cuentas aperturadas en el Banco de la Nación y Caja Nuestra Gente (Financiera Confianza), correspondientes a 2010 – 2014. Se contrastó con los estados de cuenta de dichas instituciones financieras, determinándose la existencia de depósitos no identificados por S/ 117 389.83, S/ 175 311.69, S/ 163 804.01, S/ 234 887.63 y S/ 463 269.24, respectivamente.

Los depósitos no identificados correspondieron a pagos efectuados por los clientes, previo cronograma, a través de una papeleta de depósito directamente en el Banco de la Nación y en la Caja Nuestra Gente, con la omisión del trámite administrativo ante el Proyecto Especial Chavimochic para la emisión del comprobante de pago respectivo. Esta situación fue la causa para que la Unidad de Contabilidad y Tesorería no identifique los depósitos realizados, porque sólo evidenciaron el importe y fecha del depósito; por lo tanto, dicha Unidad carecía de la información completa para efectuar los registros presupuestales y financieros respectivos (Proyecto Especial Chavimochic, 2014)

Tabla 1: Depósitos no registrados en Libro Bancos

Entidad financiera	Moneda	Ejercicio					Total acumulado
		2010	2011	2012	2013	2014	
741-049872 Banco de la Nación	Soles	80 170.52	127 525.36	115 591.51	221 641.03	462 078.38	1 007 006.80
741-000375 Banco de la Nación	Soles	33 422.81	23 258.58	47 794.00	10 970.00	1 158.36	116 603.75
057-021-00235285-001 Caja Nuestra Gente	Soles	3 796.50	24 527.75	418.50	2 276.60	32.50	31 051.85

CONCLUSIONES

El control interno de los ingresos del Proyecto Especial Chavimochic es deficiente, por cuanto se determinó la existencia de depósitos no identificados en el Banco de la Nación y Caja Nuestra Gente por un importe total de S/ 1 154 662.40 durante 2010 -2014.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Domingo, C. (2007). Deficiencias de control interno en el proceso de ejecución presupuestal. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima – Perú.

2. Espinoza, D. (2013). El control interno en la gestión administrativa de la Sub gerencia de Tesorería de la Municipalidad de Chorrillos. Lima – Perú.

3. Liza, C. y Rojas, J. (2003). Diseño de un sistema de control interno sobre los ingresos por la prestación de servicio de transporte urbano de pasajeros de la empresa Nuevo California S.A., de la ciudad de Trujillo – Año 2002. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.

4. Proyecto Especial Chavimochic (2014). Documentos de uso interno. Av. 2 s/n Z.I Parque Industrial La Esperanza – Trujillo.

5. Trujillo, H. (2011). Evaluación de los procedimientos de control interno del ciclo de ingresos por el contador público y auditor independiente, en una empresa productora y comercializadora de jaleas. Universidad de San Carlos de Guatemala.

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO A LA UNIDAD DE CONTABILIDAD Y TESORERIA

Entidad: .....

Hora de Inicio: .....Hora de Término:.....

Nombres y Apellidos del Evaluado: .....

Fecha de Evaluación: .....

PREGUNTAS	SI	NO	N/A	OBS.
1. ¿Las normas del Sistema Nacional de Contabilidad y Tesorería han sido puestas en conocimiento del personal?				
2. ¿El personal de la Unidad de Contabilidad y Tesorería ha recibido capacitación sobre la aplicación del Sistema Integrado de Administración Financiera – SIAF?				
3. ¿Son supervisadas cada una de las actividades de la Unidad de Contabilidad y Tesorería?				
4. ¿Se identifican y registran oportunamente los depósitos en cuenta corriente?				
5. ¿Son adecuados los controles que se ejercen sobre la recaudación de ingresos?				
6. ¿Los fondos recaudados están debidamente clasificados y registrados de acuerdo a su naturaleza y por fuentes de financiamiento?				
7. ¿Se elaboran los registros contables en cumplimiento a las Normas Internacionales de Contabilidad?				
8. ¿Se cumple con el registro de las etapas de la ejecución financiera según el Sistema Nacional de Tesorería?				
9. ¿Se han realizado auditorías a la Unidad de Contabilidad y Tesorería, por parte del OCI?				
10. ¿Los estados financieros reflejan su real situación financiera?				



"Sonquella"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 41-48, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30105

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Control interno en el área de almacén basado en el Coso I y su incidencia en la liquidez de la empresa Mueblehogar

Internal control in the warehouse area based on Coso I and its incidence on the liquidity of the Mueblehogar company

Marita Cabanillas Gonzales[1]
Dickson Gabriel Príncipe Mezarina[1]
Germán Hildejarden Montes Baltodano[2]

Recibido: 20 de enero de 2019
Aceptado: 20 de febrero de 2019

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo aplicar el sistema de control interno basado en el coso I y establecer la incidencia sobre los inventarios y la liquidez de la empresa Mueblehogar E.I.R.L el 2017, en la ciudad de Trujillo, región La Libertad (Perú). La recolección de datos se realizó mediante entrevista al gerente general, encuestas y análisis documentario. El almacén de la empresa no cuenta con políticas de almacenamiento y tiene un sistema de control interno deficiente en el registro, archivo y emisión de información de los materiales ingresados. Con la aplicación del sistema de control interno de inventarios se optimizó la liquidez, se mejoró el manejo de los activos corrientes y la deficiente administración del capital de trabajo. La aplicación de un sistema de control interno en el área de almacén basado en el coso I incrementa la liquidez de la empresa Mueblehogar E.I.R.L.

Palabras claves: Control interno, inventarios, liquidez.

1 Contador Público- Universidad Privada Antenor Orrego

2 Doctor en Administración - Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The objective of this research is to apply the internal control system based on coso I and to establish the impact on inventories and liquidity of Empresa Mueblehogar E.I.R.L of 2017, in the city of Trujillo, La Libertad region (Peru). The data collection was carried out through an interview with the general manager, surveys and documentary analysis. The company's warehouse does not have storage policies and has a poor internal control system in the registration, filing and issuance of information of the materials entered. With the application of the internal control system of the inventories, liquidity was optimized, the management of current assets and poor management of working capital was improved. The application of an internal control system based on Coso I in the warehouse area increases the liquidity of the company Mueblehogar E.I.R.L.

Keywords: Internal control, Inventories, liquidity.

INTRODUCCIÓN

En el Perú las empresas dedicadas a la fabricación de bienes muebles tienen un inadecuado sistema de control interno que afecta la liquidez. Aplicar el sistema de control es establecer procedimientos de control de los activos para mitigar el riesgo de incumplimiento de obligaciones financieras y que la empresa asuma las obligaciones de pago oportunamente. Por esta razón, la organización debe buscar un equilibrio entre mercadería y almacenaje para afrontar la demanda sin llegar a niveles de endeudamiento que afecten la liquidez de la empresa.

Dedicada a la comercialización de muebles al por menor y mayor, la empresa Mueblehogar afronta el problema que el sistema de control interno de almacén es deficiente, carece de procedimientos, políticas de trabajo, ausencia de controles y de un sistema de comunicación que afecta el control de los inventarios.

Besley (2007), citado por Díaz (2016), demostró que la liquidez es un concepto económico que mide cuán rápido un activo puede ser convertido en dinero en efectivo, sin que el mismo sufra una pérdida en su valor real.

Hurtado (2013) aplicó el control interno de las existencias y permitió la mejora de los resultados económicos y financieros de la empresa Curtiduría Orión S.A.C., en la ciudad de Trujillo.

Medina, Saldaña & Sánchez (2016) manifiestan que el control interno de inventarios repercutió positivamente en la rentabilidad de las empresas comerciales del distrito San Vicente, Cañete.

Hango (2013) señaló que deficientes procedimientos de control interno incidieron negativamente en la liquidez de la empresa Megaprofer S.A., lo que ocasionó pérdida de recursos tanto humanos como monetarios.

Coello (2017) señala que en 1992 el Comité de Patrocinadores de la Comisión Treadway - COSO publicó el primer informe "Internal Control - Integrated Framework" denominado COSO I, con el objeto de ayudar a las entidades a evaluar y mejorar sus sistemas de control interno, facilitando un modelo en base al cual pudieran valorar sus sistemas de control interno y generando una definición común de "control interno".

Es evidente que en toda empresa deben existir normas de control, sea para toda la entidad o para un área específica según el tamaño de esta, que sirvan como un mecanismo preventivo y de detección de posibles riesgos. El Comité de Patrocinadores

de la Comisión Treadway – COSO da a conocer un adecuado sistema de control interno que sirve de ayuda a las empresas para mejorar su gestión.

El Comité de Patrocinadores de la Comisión Treadway (1992) citado por Mantilla (2009) establece 4 categorías del control interno, diseñados para el logro de los objetivos de las organizaciones:

- Efectividad y eficiencia de las operaciones: Se orienta a los objetivos de negocios de una entidad, incluyendo los objetivos de desempeño y rentabilidad y la salvaguarda de recursos.
- Confiabilidad de la información financiera: Se relaciona con la preparación de estados financieros publicados, confiables, incluyendo estados financieros intermedios y datos financieros seleccionados derivados de tales estados, tales como ganancias informadas públicamente.
- Cumplimiento de leyes y regulaciones aplicables: Se refiere al cumplimiento de aquellas leyes y regulaciones a las que está sujeta la entidad. (p.68).
- Los objetivos del COSO serán una guía fundamental en la entidad para evaluar la eficiencia de un sistema de control interno y cómo mejorarlo.

El control interno consta de cinco componentes que son relevantes para cada uno de los tres objetivos y son los siguientes:

- El ambiente de control da el tono de una organización. La conciencia de control de los empleados es el fundamento de todos los demás componentes del control interno y proporciona disciplina y estructura. (...)
- Valoración de riesgos (...) es la identificación y el análisis de los riesgos relevantes para la consecución de los objetivos, constituyendo una base para determinar cómo se deben administrar los riesgos. (...)
- Actividades de control gerencial son las políticas y los procedimientos que ayudan a asegurar que las directivas administrativas se lleven a cabo. (...)
- Información y comunicación: debe identificarse, capturarse y comunicarse información pertinente en una forma y en un tiempo que le permita a los empleados cumplir con sus responsabilidades. Monitoreo: los sistemas de control interno deben monitorearse, proceso que valora la calidad del desempeño del sistema en el tiempo. (...) (p.69, 70). (Comité de Patrocinadores de la Comisión Treadway, 1992 citado por Mantilla, 2009).

Se concluye que el sistema de control interno está conformado por cinco componentes fundamentales para una empresa, los cuales se relacionan entre sí, independientemente del rubro o tamaño de esta. El primer componente es el ambiente de control, siendo la base de todos los demás componentes, el reflejo de la gestión de la administración y de los empleados. El segundo componente, la valoración de riesgo, está dirigido a la administración porque es la que debe identificar los riesgos propios de cada operación de la empresa, evaluarlos y establecer mecanismos para manejarlos. El tercer componente son las actividades de control gerencial, los lineamientos que establece la administración para cumplir los objetivos de la empresa. El cuarto componente, la información y comunicación, se refiere a que debe ser de manera oportuna y pertinente para que facilite al personal de trabajo el cumplimiento de las actividades encomendadas. Y, por último, el quinto componente es el monitoreo que se entiende como la supervisión del desempeño de las actividades, en este caso del control interno.

La relación entre los componentes del control interno es dinámica. La evaluación del riesgo no sólo influye en las actividades de control, sino también debe llamar la atención sobre las necesidades de información y comunicación o las actividades de monitoreo de la empresa.

El control interno, por lo tanto, no es un proceso en serie, donde un componente no solo afecta al siguiente. Es un proceso interactivo multidireccional, en el que casi todos los componentes influyen en otros. (p. 27).

Como se puede apreciar, cada uno de los cinco componentes del COSO I se relacionan para el mejor funcionamiento de las operaciones de la empresa, porque están orientadas al cumplimiento de objetivos. Además, se debe tener en cuenta si el sistema de control interno implementado es a toda la entidad o solo a un área en específica, debido a las operaciones que implica en sí.

Cada componente de control interno corta longitudinalmente cada una de las categorías de objetivos. Al mismo tiempo, el control interno es relevante para toda la empresa o una de sus unidades o actividades.

Existe una relación directa entre los objetivos y los componentes de control interno. (...) (Vizcarra, 2007). (p. 27).

El presente trabajo se fundamenta en la aplicación de siete elementos técnicos del coso I, que permita la eficiencia de las operaciones en el área de almacén y operaciones relacionadas con ventas y compras de mercaderías que inciden en la liquidez.

El objetivo del trabajo es determinar de qué manera la aplicación de un sistema de control interno basado en el COSO I, en el área de almacén, influye en la mejora de la liquidez de la empresa MUEBLEHOGAR E.I.R.L., Trujillo - 2017

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL INTERNO BASADO EN EL COSO I EN EL ÁREA DE ALMACÉN

El sistema de control interno propuesto para el área de almacén, se encuentra constituido por siete (07) elementos:

1. Fortalecimiento y desarrollo de las funciones para el personal de compras y almacén.
2. Diseño de flujogramas que sustenten la actividad de almacén
3. Desarrollo de políticas de control interno para la toma de inventario.
4. Políticas de recepción y control de ingresos de mercaderías en el almacén
5. Utilidad de información para los usuarios
6. Programa de monitoreo del almacén y de las existencias y materias primas.
7. Desarrollo de procedimientos tentativos para las actividades de compras y almacén.

DETALLE DE LOS ELEMENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE CONTROL INTERNO PROPUESTO PARA MUEBLEHOGAR E.I.R.L.

1. FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS FUNCIONES PARA EL PERSONAL DE COMPRAS Y ALMACÉN

1.1. Manual de funciones para el personal de compras

Jefe de compras

- Planificar, coordinar y comprar con la jefatura de almacén las mercaderías, de acuerdo a las necesidades.
- Solicitar al auxiliar de compras un mínimo de tres (03) cotizaciones locales de la mercadería.
- Estudiar y aprobar las cotizaciones.
- Certificar la orden de pedido y autorizar la adquisición de mercaderías necesarias.
- Establecer los plazos de recepción, estado físicos de los materiales, recepción de las facturas y entrega al departamento contable para su contabilización.
- Presentar un informe mensual a gerencia.

1.2. Auxiliar de compras

- Diseñar el registro de proveedores previo análisis y evaluación del mercado local respecto a calidad, precio y tiempo de entrega de mercadería
- Solicitar las cotizaciones por cada orden de compra.
- Verificar que la orden de compras esté debidamente aprobada por la jefatura de compras.
- Tiene a su cargo el manejo y orden de los activos del departamento de compras.

1.3. Jefe de almacén

- Ingresar la materia prima o bienes documentadamente.
- Supervisar las condiciones de almacenamiento de los materiales insumos.
- Verificar y aprobar el área donde se ubicarán los materiales.
- Es responsable del mantenimiento y limpieza del almacén.

1.4. Auxiliar de almacén

- Ubica las mercaderías en el almacén siguiendo la indicación del jefe de almacén, previa codificación y uso del bincard.
- Registrar el código de ubicación física de los materiales
- Remitir un informe mensual de saldos.

2. DISEÑO DE FLUJOGRAMA PARA LA ACTIVIDAD DE ALMACENAMIENTO

Se diseñó los siguientes flujograma:

- Flujograma de almacén.
- Flujograma de control de orden de compra.
- Flujograma de control de recepción de materiales.
- Flujograma de control de despacho de materiales.

3. DESARROLLO DE POLÍTICAS PARA LA TOMA DE INVENTARIOS

a. Participa en el inventario solo el personal asignado previamente
b. El kardex deberá estar actualizado a la fecha de cierre para comprobarlo con las existencias físicas habidas.
c. Se validará por el jefe de almacén y por el gerente.
d. Se levantará un acta de inventario de la toma física.

4. POLÍTICAS DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE INGRESOS DE MERCADERÍAS EN EL ALMACÉN

a. El almacén debe registrar en el sistema todos los productos que ingresen provenientes documentado.
b. Los ingresos se deben sustentar con factura y los reportes de entrada y las guías.
c. Las entregas deben estar sustentadas por las facturas o guías.

5. UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN POR LOS USUARIOS

Hemos considerado siete tipos de usuarios que utilizan la información comercial y su afectación en el riesgo y toma de decisiones de MUEBLEHOGAR E.I.R.L.

6. PROGRAMAS DE MONITOREO AL ALMACÉN Y A LAS EXISTENCIAS

1. Participar en la toma del inventario físico de la empresa.
2. Observar el recuento físico de las existencias y realizar recuentos selectivos de cada ítem.
3. Comprobar y controlar las listas de inventario
4. Realizar el corte de ingresos y salidas de existencias, eventualmente y cada fin de mes.
5. Comprobar la valuación de las existencias recontadas.
6. Verificar el resumen de inventario.
7. Determinar las existencias vencidas o de lento movimiento.
8. Evaluar las confirmaciones de existencias en poder de terceros y revisar contratos a corto y largo plazo y las actas del directorio de los acuerdos tomados.

7. DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS TENTATIVOS PARA LAS ACTIVIDADES DE COMPRAS Y ALMACÉN

A. Compras

- Elaborar un formato de orden de compra sobre el procedimiento de compras que sirve como guía de instrucción de trabajo para el manejo del formato, revisión, y autorización de una orden de compra.
- Diseñar el formato de compra que se aplica para la elaboración de una requisición de compra.
- Responsabilidad de su manejo
  * Jefe de compras
  * Auxiliar de compras

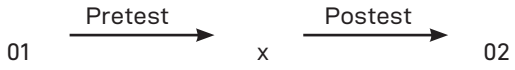
B. Almacén

- Realizar la recepción de materiales en su ingreso al almacén, custodiar y llevar el control.
- Determinar la distribución de los materiales que ingresaron a almacén.
- Responsabilidad
  * Jefe de almacén
  * Auxiliar de almacén

METODOLOGÍA

DISEÑO DE ESTUDIO

Se aplicó el diseño pre-experimental pretest - postest de un solo grupo con observación antes y después de la aplicación de un sistema de control basada en el coso I.



01: Liquidez de la empresa antes de aplicar un sistema de control basado en el coso I.

X: Aplicación del sistema de control interno basado en el coso I.

02: Liquidez de la empresa después de aplicar un sistema de control basado en el coso I.

POBLACIÓN

La población estuvo constituida por el conjunto de los procesos del área de almacén y los documentos del área de contabilidad de la empresa MUEBLEHOGAR E.I.R.L.

MUESTRA

Debido a que la población es pequeña la muestra estuvo constituida por los mismos elementos de la misma población.

TÉCNICAS

- Entrevista: mediante esta técnica se obtuvo conocimiento acerca de la situación de la empresa y del área de almacén, se entrevistó al gerente y al encargado del área de almacén.
- Observación: para percibir la realidad del objeto de estudio.
- Análisis documental: esta técnica permitió examinar la documentación de la empresa para detectar las deficiencias del control interno en el área de almacén.

INSTRUMENTOS

- Guía de entrevista es una serie de preguntas sobre los aspectos fundamentales del problema en cuestión.
- Guía de observación: este instrumento sirvió para evaluar el nivel de desempeño de las actividades de la empresa.
- Hoja de registro de datos para clasificar, calcular y analizar la documentación recogida en el área de almacén y en el área de contabilidad bajo la forma de datos.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron presentados en cuadros de doble entrada para comparar los ratios financieros de liquidez aplicados al área de almacén antes y después de la aplicación de un sistema de control interno basado en el coso I.

Para determinar si existió diferencia significativa entre los ratios de liquidez antes y después de la aplicación de un sistema de control interno basado en el COSO I en el área de almacén se aplicó el análisis financiero, demostrando de esta manera la hipótesis.

Se formularon cuadros estadísticos, análisis documental, selección de la muestra, interpretaciones y conclusiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla N°1 se refleja una variación significativa y favorable en el rubro efectivo equivalente de efectivo en 14.94%, como consecuencia del aumento de las ventas. Asimismo las cuentas por cobrar a los clientes aumentaron en un porcentaje relevante equivalente al 6.14% debido a que las ventas de los muebles y productos de la empresa aumentaron y la partida de inmuebles, maquinaria y equipo se llevó en un 8.41% respecto al año anterior como consecuencia de la adquisición de un terreno para la construcción de un nuevo local.

Se observó una variación importante en las cuentas por pagar comerciales, disminuyendo en un 61.27% en relación al año 2,016, ya que la materia prima se está adquiriendo a mejores precios en diversos proveedores directos, obviando los intermediarios.

Respecto al rubro inmuebles, maquinarias y equipo, este se incrementó en 8.41% equivalente a 31,287.00 debido a que hubo márgenes de efectivo en servicios otorgados a programas de vivienda que permitieron adquirir maquinarias menores.

Las obligaciones financieras aumentaron en un 7.28% con relación al año anterior, debido a que la empresa tuvo que adquirir un préstamo para la compra del terreno, así como el resultado del ejercicio aumentó favorablemente en un 2.54% con respecto al periodo 2016 como consecuencia del mayor volumen de ventas.

Tabla N° 1: Análisis horizontal – Estado de la situación financiera comparativo 2016 - 2017 de la empresa MUEBLEHOGAR E.I.R.L.

Empresa MUEBLEHOGAR E.I.R.L.
Estado de situación financiera de los años 2016 – 2017
(Expresado en soles)

	AÑOS		VARIACIÓN	
	2017	2016	2017	2016
ACTIVO	IMPORTE	IMPORTE	S/.	%
ACTIVO CORRIENTE				
Efectivo y equivalentes de efectivo	89,918.00	78,231.00	11,687.00	14.94%
Cuentas por cobrar comerciales – terceros	74,524.00	70,213.00	4,311.00	6.14%
Cuentas por cobrar diversos – terceros	3,456.00	6,682.00	-3,226.00	-48.28%
Gastos pagados por anticipado	8,400.00	7,231.00	1,169.00	16.17%
Existencias	109,950.00	152,231.00	-42,281.00	-27.77%
Cuentas por cobrar al persona, a los acc, dire. y gere.	98,321.00	150,421.00	-52,100.00	-34.64%
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	**384,569.00**	**465,009.00**	**-80,440.00**	**-17.30%**
ACTIVO NO CORRIENTE				
Inmuebles, maquinaria y equipo	403,421.00	372,134.00	31,287.00	8.41%
Activo diferido	12,328.00	16,921.00	-4,593.00	-27.14%
Depreciación, amortización y agot. Acumulados	-145,981.00	-103,219.00	-42,762.00	41.43%
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	**269,768.00**	**285,836.00**	**-16,068.00**	**-5.62%**
TOTAL ACTIVO	**654,337.00**	**750,845.00**	**-96,508.00**	**-12.85%**

	AÑOS		VARIACIÓN	
	2017	2016	2017	2016
PASIVO Y PATRIMONIO	IMPORTE	IMPORTE	S/.	%
PASIVO CORRIENTE				
Trib. Contra. Y apo. Al siste priv. Pension	67,384.00	66,341.00	1,043.00	1.57%
Remuneraciones y part. Por pagar	81,321.00	76,100.00	5,221.00	6.86%
Cuentas por pagar comerciales	72,342.00	186,776.00	-114,434.00	-61.27%
Obligaciones Financieras	85,212.00	79,431.00	5,781.00	7.28%
Cuentas por pagar diversas				
TOTAL PASIVO CORRIENTE	**306,259.00**	**408,648.00**	**-102,389.00**	**-25.06%**
PASIVO NO CORRIENTE				
TOTAL PASIVO	-	-	-	0.00%
PATRIMONIO NETO				
Capital	212,893.00	212,893.00	-	0.00%
Resultados Acumulados	82,951.00	78,364.00	4,587.00	5.85%
Resultados del ejercicio	52,234.00	50,940.00	1,294.00	2.54%
TOTAL PATRIMONIO NETO	**348,078.00**	**342,197.00**	**5,881.00**	**1.72%**
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO NETO	**654,337.00**	**750,845.00**	**-96,508.00**	**-12.85%**

Fuente: MUEBLEHOGAR E.I.R.L. Elaboración propia: Los autores.

Tabla 2 : Comparación de la liquidez después de la aplicación del sistema de control interno

Indices/Ratio	Año 2017 Después	Año 2017 Antes	Variación	Interpretación
Liquidez Corriente	Activo corriente / Pasivo corriente 384,569.00 / 306,259.00 = s/ 1.26	465,009.00 / 408,648.00 = s/ 1.14	s/0.12	Se observa que la empresa en 2016 contaba con un S/. 114 por cada 1 sol de deuda, incrementándose en S/. 0.12 en el 2017, a S/. 1.26 para cubrir cada 1 sol de deuda.
Liquidez severa (prueba ácida)	Act. Cte. - (Exist + G. PA) / Pasivo Cte. 384,569.00 – (100,500 + 8,4) / 306,259.00 = s/0.87	465,009.00 + (152,235 + 7234.00), / 408,648.00 = s/0.75	s/0.12	Se observa que la empresa en el 2016 contaba con S/.0.75 por cada 1.00 sol de deuda, incrementándose en el S/. 0.12 el 2017, a 0.87, para cubrir cada 1.00 de deuda.

Fuente: MUEBLEHOGAR E.I.R.L. Elaboración: Los autores

Análisis de la liquidez en el periodo 2016 – 2017: en la tabla 2 se observan los ratios de liquidez del periodo 2016 y 2017. Se comparó los resultados de los estados financieros antes y después de ser aplicado el sistema de control interno. Se observa incremento de S/.0.12 en la liquidez corriente, de igual forma aumentó S/.0.12 en la liquidez severa.

La aplicación de sistema de control basado en el coso I optimizó la liquidez de la empresa, tal como lo expresa Estipiñan (2006), citado por Santa Cruz (2014), cuando señala que "El control interno es un plan de organización, y el conjunto de métodos y procedimientos que sirven para mostrar una información contable fidedigna"

Con estos resultados la empresa tendrá mejor capacidad para hacer frente a sus obligaciones a corto plazo, tal como lo menciona Hango (2013) al expresar que "Los desatinos en los procedimientos de control interno inciden en la liquidez de la empresa, porque al no existir un debido control en las instrucciones ocasiona una pérdida de recursos tanto humanos como monetarios, que influye en la liquidez" (pp.110-111)

CONCLUSIONES

Al aplicar el sistema de control interno basado en el coso I en la empresa Mueblehogar E.I.R.L. el año 2017, la liquidez corriente se incrementó de 1.14 a 1.26 soles y la liquidez severa se acrecentó de 0.75 a 0.87soles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coello, C. (2017). COSO. Asociación española para la calidad. [En línea]. Consultado: [22, agosto, 2017] Disponible en: https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/coso
2. Díaz, P. (2016). *Implementación del sistema de control interno en el área de tesorería y su impacto en la liquidez de la empresa Corporación Inmobiliaria F & F S.A.C.* Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú.
3. Hango, M. (2013). *El control interno y su incidencia en la liquidez de Megaprofer S.A*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
4. Hurtado, E. (2013). *El control interno de las existencias y su incidencia en los resultados económicos y financieros de la empresa Curtiduria Orión S.A.C. en la ciudad de Trujillo año 2012.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
5. Mantilla, S. (2009). *Auditoría del control interno* (2 ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe.
6. Medina, K., Saldaña N. & Sánchez, E. (2016). *Control interno de inventarios y su incidencia en la rentabilidad de las empresas comerciales del régimen general del distrito de San Vicente - Cañete, año 2014.* Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
7. Santa Cruz, M. (2014). El control interno basado en el modelo COSO, *Revista de investigación de contabilidad.* Perú, Universidad Peruana Unión, Fondo Editorial Upeu, Volumen 1 No. 1.
8. Vizcarra, O. (2007). *Auditoría financiera: riesgos, control interno, gobierno corporativo y normas de información financiera (1 ed.).* Lima, Perú: Instituto Pacífico S.A.C.



"Ritual de la luna"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú



INGENIERÍA





"Apu I"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 53-63, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30106

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Propuesta de un plan de seguridad y salud en el trabajo para la prevención de accidentes en la empresa envasadora de GLP Costa Gas Trujillo SAC – 2017

Proposal for a health and safety at work plan for accident prevention in the LPG packaging company Costa Gas Trujillo SAC - 2017

Cristian David Segura- Cespedes[1]
Aaron André Rodríguez- Gonzales[1]
Dilmar Santos Quiñones-Carbajal[2]

Recibido: 09 de mayo de 2019
Aceptado: 15 de mayo de 2019

RESUMEN

El presente estudio se ha aplicado a una empresa dedicada al envasado y distribución de gas licuado de petróleo y tiene como propósito elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo. La investigación de campo se realizó en las instalaciones de Costa Gas Trujillo S.A.C. en la que se logró detectar los riesgos asociados a la empresa, posteriormente se elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en base a los riesgos detectados y siguiendo la normativa de la Ley N° 29783 y su D.S. 005-2012-TR con sus respectivos reglamentos y modificaciones; el plan empezará por verificar el estado inicial de la empresa a través de una línea base, para luego identificar los riesgos a través de la herramienta IPERC, seguido de la implementación de medidas de control.

Palabras claves: Plan de seguridad, salud en el trabajo, prevención de accidentes

1 Ingeniero Industrial- Universidad Privada Antenor Orrego

2 Ingeniero Mecánico- Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The present study has been applied to a company dedicated to the packaging and distribution of liquefied petroleum gas and its purpose is to develop a safety and health plan at work. The field research was carried out at the facilities of COSTA GAS TRUJILLO S.A.C. in which it was possible to detect the risks associated with the company, subsequently a health and safety plan at work will be drawn up based on the risks detected and following the regulations of Peruvian Law No. 29783 and its D.S. 005-2012-TR with its respective regulations and modifications, which will begin by verifying the initial state of the company through a BASE LINE, to then identify the risks through the IPERC tool, followed by the implementation of control measures .

Key words: Security plan, health at work, accident prevention

INTRODUCCIÓN

Cada 15 segundos, un trabajador muere a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo y 153 trabajadores tienen un accidente laboral. (OIT, 2017).En el Año 2016 existieron 726 notificaciones de incidentes peligrosos en el Perú (tabla 2) En el área de suministro de gas y comercio al por mayor y menor fueron reportados 163 notificaciones entre accidentes e incidentes (tabla 3). Cabe resaltar que la informalidad que existe en el área de hidrocarburos es elevada pues muchos de los accidentes no se reportan al Ministerio de Trabajo. Nuestro estudio comprende los meses de abril a agosto del año 2017 en la empresa Costa Gas Trujillo SAC la cual está ubicada en el Km 1-C carretera industrial a Laredo y se dedica al envasado y comercialización de GLP. Según información brindada por el jefe de planta, los incidentes son frecuentes, los cuales han crecido en los últimos 6 meses (tabla 1).

Tabla 1: Número de accidentes - Planta Costa Gas-Trujillo

Fecha	Número de accidentes	Moderados	Leves
Setiembre – 2016	11	0	11
Octubre – 2016	10	3	7
Noviembre – 2016	8	1	7
Diciembre – 2016	10	4	6
Enero – 2017	14	5	9
Febrero – 2017	15	10	5
	68	23	45

Fuente: Registro de jefe de planta – Costa Gas

Ninguno de estos accidentes fueron informados al Ministerio de Trabajo por qué se solucionaron "internamente" cayendo en el riesgo de ser multados hasta con 36 mil soles (La Republica, 2010) al no cumplir con lo que dicta en el artículo 82° la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo: "los accidentes de trabajo mortales y no mortales deben ser reportados al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo" (Ley 29783, 2007).

Según el diagnóstico realizado a través de nuestra línea base se determinó que la empresa tiene un índice de cumplimiento de acuerdo a lo establecido por la ley nacional de seguridad y salud en el trabajo (Ley 29783, 2007) de:

- Normas cumplidas 19 - 9.09%
- Normas incumplidas 190 - 90.91 %

Así también en una primera visita realizada el día 17/04/2017 se analizó los 3 procesos operativos (descripción de los procesos en anexo 1) de la empresa y se detectó 20 condiciones inseguras.

- Envasado: 12 condiciones inseguras
- Granallado: 5 condiciones inseguras
- Pintado: 3 condiciones inseguras

Sunafil, la organización dedicada a supervisar y facultada para multar a toda empresa que incumple con las normas establecidas sobre seguridad en el trabajo, en el periodo del 2016 emitió 17 órdenes para empresas de suministro de gas y se firmaron las siguientes actas de infracciones.

En Trujillo solo existen 6 plantas envasadoras: Zeta Gas, Inti Gas, Lima Gas, Llama Gas, Sol Gas y Costa Gas, esto nos da una probabilidad de casi 17 % que nos puedan supervisar y sancionar con multas de acuerdo al tamaño de la empresa y bajo los criterios de gravedad de la falta cometida y número de trabajadores afectados, los cuales nos colocan en un rango de multas de S/ 6,460.00 hasta S/ 38,000.00.

Microempresa										
Gravedad de la Infracción	Número de trabajadores afectados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 y más
Leves	380.00	456.00	570.00	646.00	760.00	950.00	1,140.00	1,330.00	1,520.00	1,900.00
Grave	950.00	1,140.00	1,330.00	1,520.00	1,710.00	2,090.00	2,470.00	2,850.00	3,230.00	3,800.00
Muy Grave	1,900.00	2,090.00	2,470.00	2,660.00	3,040.00	3,420.00	3,990.00	4,560.00	5,130.00	5,700.00
Pequeña empresa										
Gravedad de la Infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 99	100 y más
Leves	760.00	1,140.00	1,520.00	1,900.00	2,660.00	3,800.00	5,130.00	7,030.00	8,550.00	19,000.00
Grave	3,800.00	4,940.00	6,460.00	8,170.00	10,640.00	13,680.00	17,670.00	20,520.00	23,750.00	38,000.00
Muy Grave	6,460.00	8,360.00	10,830.00	13,870.00	18,050.00	23,180.00	30,020.00	36,480.00	41,800.00	64,600.00
No MYPE										
Gravedad de la Infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 10	11 a 25	26 a 50	51 a 100	101 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 999	1,000 y más
Leves	1,900.00	6,460.00	10.00	17,100.00	22,800.00	27,360.00	38,950.00	55,860.00	79,800.00	114,000.00
Grave	11,400.00	28,500.00	00.00	47,500.00	57,000.00	76,000.00	95,000.00	133,000.00	152,000.00	190,000.00
Muy Grave	19,000.00	38,000.00	00.00	83,600.00	102,600.00	133,000.00	171,000.00	228,000.00	304,000.00	380,000.00

Fuente: Sunafil

Al realizar un estudio del por qué tantos accidentes de manera creciente, concluimos a través de un diagrama Ishikawa que un factor importante y que engloba a los demás factores era el no contar con un plan de seguridad que indicara de una manera ordenada y sistemática, el cómo prevenir, identificar, evaluar y corregir un riesgo que podría convertirse en un potencial accidente.

Por lo anteriormente descrito se presenta el siguiente proyecto en el cual pondremos en práctica nuestros conocimientos adquiridos acerca de seguridad industrial en el trabajo presentando opciones de mejora y gestión a través de la elaboración de un plan de seguridad basado en las directrices de la OIT y la normativa nacional de la Ley N° 29783 que empezara por verificar el estado inicial de la empresa a través de una línea base, para luego identificar los riesgos a través de la herramienta IPERC, seguido de la implementación de medidas de control (capacitaciones, entrega de EPP, exámenes médicos, e inspecciones) las cuales se plasmaran en el plan propiamente dicho.

La empresa Costa Gas Trujillo S.A.C no cuenta actualmente con un plan de seguridad y salud en el trabajo a pesar de que el marco legal del Perú exige que toda empresa tenga elaborado uno mediante la ley de seguridad y salud en el trabajo N° 29783, lo cual hace necesario que se diseñe e implemente por dos grandes motivos; primero, que en cualquier momento puede Sunafil inspeccionar y multar a la empresa, y segundo que en cualquier momento los incidentes que ocurren a diario se podrían convertir en un potencial accidente ocasionando costos en multas, indemnizaciones, etc. Generando también retrasos en la producción por las horas hombres perdidas y lo más importante, podría ocasionar la pérdida de una vida humana.

Los tesistas Malón Poma Wilson Freddy y Pilco López Luis Giovanni en su tesis "Plan de prevención de riesgos laborales en las áreas de llenaderas, esferas de LPG y tanques de asfalto de refinería esmeraldas de la empresa pública de hidrocarburos del Ecuador (Ep-Petroecuador) 2012, Ecuador" (Malan Poma & Pilco Lopez, 2012), diseñaron un plan de seguridad basado en su legislación nacional de

su país siguiendo un esquema de la identificación de riesgos, planeando objetivos y metas los mismos que contemplan programas de capacitaciones, y entregas de EPP. El objetivo genera fue definir el Plan de Señalización de Seguridad, en las Áreas de Llenaderas de Autotanques, Esferas de LPG y Tanques de Asfalto, que permitan la delimitación e identificación de zonas con riesgos

El tesista Luis Gonzalo Valdivia Llerena en su tesis "Implementación del plan de seguridad y salud en el trabajo basado en la nueva ley de seguridad y salud en el trabajo 29783". Y DS. 005-2012 en el proyecto: Red de trasporte gas Ica– Sector hidrocarburos (Valdivia Llerena, 2014), desarrolla un plan de seguridad donde con diferentes medidas lograra evitar, mitigar, los posibles riesgos y procedimientos sub-estándar. El plan de SST se plasmara en un programa anual que asegura la prevención de eventos no deseados y el cumplimiento de la ley 29783 y DS 005-2012-TR. Se desarrolló una propuesta e implementación de un plan de seguridad y salud detallado, cumpliendo con la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo 29783 y su Decreto Supremo 005:2012 TR en el proyecto: "Red de Transporte Gas Ica".

El objetivo es elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo para la Empresa Costa Gas Trujillo S.A.C.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de la investigación es no experimental – transeccional – descriptiva. La población fue la constituid por la Empresa Costa Gas Trujillo S.A.C y se seleccionó mediante la técnica no probabilística por conveniencia: la selección de datos se deja principalmente al investigador, a menudo porque el objeto de estudio está en el lugar correcto en el tiempo apropiado. (Malhorta, 2004). La muestra por conveniencia fue igual a la población.

Las técnicas fueron las de la observación: cuando el investigador toma directamente los datos de la población, sin necesidad de interacción (Hernández Sampieri, 1997). Los instrumentos utilizados fueron hoja de registro que es el archivo físico o electrónico donde se registra información de todos los programas directamente (Ley 29783, 2007), también el IPERC que se utilizó para identificar los peligros y riesgos de una empresa. (Ley 29783, 2007).

En el procedimiento y análisis de datos se realizó el diagnóstico inicial de la empresa a través de la línea base; se tuvo en cuenta la política de seguridad y salud en el trabajo; se creó el comité de seguridad y salud en el trabajo; se identificó la evaluación de riesgos; se trazó un programa de capacitaciones, y otro de entrega de equipos de protección personal; se elaboró un programa de exámenes médicos, y otro de inspección.

Se utilizaron como técnicas de análisis de datos: a) entrevistas, b) revisión de base de datos, c) análisis de documentos, d) observación directa de los hechos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

LÍNEA BASE

Se logró identificar que del 100% de las normas establecidas por la ley nacional, solo se cumple el 9.09%.

- En la inspección a las diferentes instalaciones de los tres procesos operativos de la planta de envasado de GLP se han detectado 20 condiciones inseguras.

  Envasado: 12 condiciones inseguras
  Granallado: 5 condiciones inseguras
  Pintado: 3 condiciones inseguras

POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La empresa Costa Gas Trujillo S.A.C., dedicada al envasado y comercialización de gas licuado de petróleo (GLP), considera que la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente son factores fundamentales para la empresa. Por lo que se compromete a:

1. Proteger la seguridad y salud de todos los trabajadores, proveedores y todos aquellos involucrados en las actividades de la empresa, mediante la prevención.
2. Revisar y cumplir con las normativas legales aplicables y otros compromisos suscritos por la empresa, relacionados con la gestión integrada en seguridad y salud ocupacional
3. Informar, comunicar y capacitar a todos sus trabajadores, proveedores y todos aquellos involucrados en las actividades de la empresa, a fin de sensibilízalos a adoptar comportamientos y hábitos preventivos ante riesgos en seguridad y salud ocupacional.

4. Mantener la participación y consulta activa de los trabajadores en el área de seguridad y salud ocupacional.
5. Adecuar, perfeccionar y mantener un sistema preventivo de gestión en seguridad, y salud ocupacional, que emplee la mejora continua, como mecanismo para revisar los objetivos, metas y resultados estratégicos de la empresa.

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Se elaboraron diez formatos para poder establecer el costo en la empresa Costa Gas Trujillo:

- convocatoria para la elección de los representantes titulares y suplentes.
- convocatoria al proceso de elección de los representantes titulares y suplentes.
- presentación de candidatura para ser representante titular o suplente.
- constancia de trabajo.
- lista de candidatos inscritos para ser elegidos como representantes titulares y suplentes.
- padrón electoral del proceso de elección de los representantes titulares y suplentes.
- acta de inicio del proceso de votación.
- acta de conclusión del proceso de votación.
- acta del proceso de elección.
- acta de instalación del comité de seguridad y salud en el trabajo

Se logró constituir el Comité de Seguridad y Salud en el trabajo de la siguiente manera:

Miembros Titulares del empleador:

Miguel Ángel Vásquez Ortiz
DNI: 18070588 – Jefe de Planta

Luis Alfredo Moreno Tello
DNI: 17831470 – Administrador.

Miembros Suplentes del empleador:

Nelson Heli Solorzano Villacorta
DNI: 18112374 – Jefe de Ventas.

Luis Paz Vergara
DNI: 18015588 – Jefe de Logística.

Miembros titulares de los trabajadores:

Juan de Dios Saavedra Plascencia
DNI: 80569065 – Obrero Llenador.

Eulogio Barnero Jacobo Chavez
DNI: 17904463 – Obrero Llenador.

Miembros suplentes de los trabajadores:

Juan Jose Cruz Zavaleta
DNI: 18128357 – Obrero Pintor

Segundo Alfredo Enriquez Rodriguez
DNI: 18014139 – Obrero pintor

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Considerando nivel de riesgo de moderado a intolerable:

Área pintura: nivel de riesgo 71.42

Riesgos tolerables

Peligro: manipulación del cilindro.
Riesgo: fatiga muscular, lumbalgia

Peligro: chispa por contacto eléctrico.
Riesgo: quemadura

Riesgos moderados

Peligro: caída del balón.
Riesgo: golpe

Peligro: salpicadura de pintura en ojo.
Riesgo: irritación ocular

Peligro: inhalación de pintura.
Riesgo: asma bronquial

Peligro: aplastamiento de extremidades superiores.
Riesgo: fractura

Área granalla: nivel de Riesgo 69.23%

Riesgos tolerables

Peligro: tope de extremidades con la carrocería.
Riesgo: golpes, cortes.

Peligro: levantamiento repetitivo.
Riesgo: lesión en manos

Peligro: manipulación del cilindro.
Riesgo: cortes, dolor muscular, lumbalgia.

Peligro: manipulación del cilindro.
Riesgo: fatiga muscular, lumbalgia.

Riesgos moderados

Peligro: caída del balón.
Riesgo: golpe.

Peligro: levantamiento forzado del balón.
Riesgo: dolor muscular, lumbalgia.

Peligro: objeto punzocortante.
Riesgo: cortaduras, fracturas.

Peligro: atrapamiento de extremidades.
Riesgo: cortes, fracturas.

Peligro: inhalación de silicio.
Riesgo: silicosis.

Peligro: caída de balón.
Riesgo: golpe, cortadura

Peligro: caída del balón.,
Riesgo: golpe, cortadura

Riesgos importantes

Peligro: desprendimiento de partículas de acero.
Riesgo: lesión a la vista.

Peligro: ruido en la máquina.
Riesgo: sordera.

Área envasado: nivel de riesgo 100%

Riesgos importantes

Peligro: caída de pesas.
Riesgo: golpes, heridas.

Peligro: manipulación manual de cilindros.
Riesgo: cortes, abrasión de las manos.

Peligro: caída de balón en manipulación.
Riesgo: golpe, fractura, herida, contusión, hemorragia.

Peligro: levantamiento forzado de balones.
Riesgo: fatiga, dolor muscular, lumbalgia.

Peligro: tarea repetitiva.
Riesgo: trastornos musculo esqueléticos.

Peligro: caída de balón en manipulación.
Riesgo: golpe, fractura, heridas, contusiones, hemorragia.

Peligro: tarea repetitiva.
Riesgo: trastornos musculo esqueléticos.

Peligro: balón en movimiento.
Riesgo: golpe, fracturas, heridas.

Peligro: resbalón por piso mojado.
Riesgo: golpe, fractura, herida.

Peligro: tarea repetitiva.
Riesgo: trastorno musculo esqueléticos.

Peligro: balón en movimiento.
Riesgo: golpes.

Peligro: atrapamiento de extremidades.
Riesgo: golpes, fracturas, heridas.

Peligro: caída de cilindros por mal apilamiento.
Riesgo: golpes, fracturas, heridas.

Peligro: caída de nivel.
Riesgo: golpes, facturas, heridas.

Riesgos intolerables

Peligro: Recipiente a presión.
Riesgo: explosión de recipiente.

Peligro: inhalación de GLP.
Riesgo: pérdida de conocimiento, intoxicación, dolor de cabeza.

Peligro: desprendimiento de chispas.
Riesgo: incendio.

Peligro: fugas de gas por desprendimiento de válvula.
Riesgo: pérdida de conocimiento, intoxicación, dolor de cabeza.

Peligro: atropello o golpe con unidad vehicular.
Riesgo: politraumatismo, contusión, fractura, muerte.

Peligro: fuga de gas por caída de cilindro por mal apilamiento.
Riesgo: explosión.

PROGRAMA DE CAPACITACIONES

PROGRAMA ANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2017-2018

DATOS DEL EMPLEADOR:

EMPLEADOR: COSTA GAS TRUJILLO SAC

DIRECCION: Carretera industrial a Laredo Km 1-C Trujillo

PROGRAMA DE CAPACITACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2017-2018

Objetivo: Mejorar las competencias del personal en materia de seguridad y salud en el trabajo en la planta envasadora

Indicador: N° de capacitaciones realizadas / N° capacitaciones programadas * 100

Meta: 100%

Presupuesto:

Recursos: Recursos Humanos, materia del capacitación, entre otros

N°	Tema de capacitación	Responsable de ejecución	Dirigido al área de	AÑO 2017 - 2018												Fecha de verificación estado
				S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	
1	manipulación de los balones de GLP x 10kg	CSST	PINTURA	x					x							
2	Uso y mantenimiento de máquina de pintado	CSST	PINTURA	x					x							
3	primeros auxilios (golpes, intoxicaciones, quemaduras)	CSST	PINTURA	x					x							
4	uso correcto de los EPP´S	CSST	PINTURA	x					x							
5	uso correcto de los extintores y mangueras contra incendios	CSST	PINTURA	x					x							
6	buenas prácticas en el picado de balón de 10Kg	CSST	GRANALLA	x					x							
7	el peligro del silicio	CSST	GRANALLA	x					x							
8	uso correcto de los EPP´S	CSST	GRANALLA	x					x							
9	primeros auxilios (golpes, intoxicaciones, quemaduras)	CSST	GRANALLA	x					x							
10	manipulación de los balones de GLP x 10kg	CSST	GRANALLA	x					x							
11	uso correcto de los extintores y mangueras contra incendios	CSST	GRANALLA	x					x							
12	manipulación de los balones de GLP x 10kg	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
13	peligros de malas prácticas en el proceso de envasado del GLP	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
14	buenas prácticas en el proceso de llenado de GLP a balón de 10 Kg	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
15	buenas prácticas y riesgos al apilar balones de 10 Kg	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
16	uso correcto de los EPP´S	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
17	primeros auxilios (golpes, intoxicaciones, quemaduras)	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			
18	uso correcto de los extintores y mangueras contra incendios	CSST	ENVASADO	x			x			x			x			

PROGRAMA DE ENTREGAS DE EPP

PROGRAMA ANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2017-2018

DATOS DEL EMPLEADOR:

EMPLEADOR: COSTA GAS TRUJILLO SAC

DIRECCION: Carretera industrial a Laredo Km 1-C Trujillo

PROGRAMA DE ENTREGA DE EPP 2017-2018

Objetivo Identificar y solventar la necesidad de protección personal para el control de los riesgos en los que la eliminación, sustitución, control de ingeniería y controles administrativos no son suficientes o no son posibles, mediante el suministro, uso y reposición de elementos de protección personal (EPP)

Indicador: N° DE ENTREGAS DE EPP / N° ENTREGAS DE EPP PROGRAMADAS * 100

Meta: 100%

Presupuesto:

Recursos: Recursos Humanos, materia del capacitación, entre otros

N°	Tema de capacitación	Responsable de ejecución	Dirigido al área de	AÑO 2017 - 2018												Fecha de verificación	estado
				S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A		
1	ZAPATOS PUNTA DE ACERO	CSST	PINTURA	x					x								
2	ZAPATOS PUNTA DE ACERO	CSST	GRANALLA	x					x								
3	ZAPATOS PUNTA DE ACERO	CSST	ENVASADO	x					x								
4	FAJAS	CSST	PINTURA	x						x			x				
6	FAJAS	CSST	GRANALLA	x			x			x			x				
7	FAJAS	CSST	ENVASADO	x			x			x			x				
8	GUANTES	CSST	PINTURA	x		x		x		x		x		x			
9	GUANTES	CSST	GRANALLA	x		x		x		x		x		x			
10	GUANTES	CSST	ENVASADO	x		x		x		x		x		x			
11	LENTES	CSST	GRANALLA	x				x				x					
12	MASCARILLAS	CSST	PINTURA	x			x			x			x				
13	MASCARILLAS	CSST	ENVASADO	x			x			x			x				

PROGRAMA DE EXÁMENES MÉDICOS

PROGRAMA ANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2017-2018

DATOS DEL EMPLEADOR:

EMPLEADOR: COSTA GAS TRUJILLO SAC

DIRECCION: Carretera industrial a Laredo Km 1-C Trujillo

PROGRAMA DE EXAMENES MEDICOS 2017-2018

Objetivo: Diagnosticar y documentar enfermedades ocupacionales

Indicador: Exámenes Realizadas / Exámenes programados * 100

Meta: 100%

Presupuesto:

N°	TIPO DE EXAMEN MEDICO	Dirigido al área de	AÑO 2017 - 2018 S O N D E F M A M J J A	Fecha de verificación	estado
1	LUMBALGIA	PINTURA	x x		
2	IRRITACION OCULAR	PINTURA	x		
3	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	PINTURA	x x		
4	LUMBALGIA	GRANALLA	x x		
5	ENFERMEDADES DE OTIRRONOLARINGOLOGIA	GRANALLA	x x		
6	LUMBALGIA	ENVASADO	x x		
7	ENFERMADES RESPIRATORIAS	ENVASADO	x		
8	EXAMEN MEDICO COMPLETO	ENVASADO	x x		
8	EXAMEN MEDICO COMPLETO	GRANALLA	x x		
8	EXAMEN MEDICO COMPLETO	PINTURA			

PROGRAMA DE INSPECCIONES

PROGRAMA ANUAL DE INSPECCIONES 2017-2018

DATOS DEL EMPLEADOR:

EMPLEADOR: COSTA GAS TRUJILLO SAC

DIRECCION: Carretera industrial a Laredo Km 1-C Trujillo

PROGRAMA ANUAL DE INSPECCIONES 2017-2018

Objetivo: EVALUAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS

Indicador: Inspecciones Realizadas / Inspecciones Programadas * 100

Meta: 100%

Presupuesto:

N°	TIPO DE INSPECCION	Dirigido al área de	AÑO 2017 - 2018												Fecha de verificación	estado
			S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A		
1	PLANEADA	PINTURA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
2	PLANEADA	GRANALLA	x		x		x		x		x		x			
3	PLANEADA	ENVASADO	x			x			x			x				

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la situación de la seguridad en la empresa Costa Gas SAC indica que la empresa solo cumple el 9.09% de las normas establecidas por la ley 29783 y, se identificó doce condiciones inseguras en las tres áreas operativas.

Es indispensable el establecimiento y publicación de la política de seguridad y salud en el trabajo con el respaldo de la gerencia general.

Para establecer el comité de seguridad y salud en el trabajo fue necesario elaborar diez formatos.

Se cuantificó el nivel de riesgos de las tres áreas operativas:

- Envasado: 100%
- Granalla: 69%
- Pintura: 71%

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernal torres, c. a. (2006). *metodologia de la investigacion para administracion, economina, humanidades y ciencias sociales.* Mexico: Pearson Education.

2. Chiavenato, I. (1999). *Administracion de recursos humanos* (Quinta ed.). Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.

3. Hernández Sampieri, C. R. (1997). *metodologia de la investigacion.* mexico: McGRAW.

4. La Republica. (26 de abril de 2010). *La republica*. Obtenido de http://larepublica.pe/26-04-2010/multas-por-no-reportar-accidentes-laborales

5. Ley 29783. (24 de enero de 2007). Ley 29783. Lima.

6. Luis Alberto, S. Z. (2011). *Plan de seguridad y salud ocupacional en la construcción de plataformas petroleras y operaciones logísticas.* Ballvista, Callao, Peru.

7. Lyonnet, p. (1989). *los metodos de la calidad total.* Madrid: Dias de Santos.

8. Malan Poma, W. F., & Pilco Lopez, L. G. (2012). *Plan de prevención de riesgos laborales en las áreas de llenaderas, esferas de LPG y tanques de asfalto de la refinería Esmeraldas de la Empresa Pública de Hidrocarburos de Ecuador* (EP-PETROECUADOR). Riobamba, Ecuador.

9. Malhortra, N. K. (2004). I*nvestigacion de mercados, un enfoque aplicado.* Mexico: Pearson Education.

10. Ministerio de Trabajo. (s.f.). *procedimiento de reporte estadistico de seguridad y salud en el trabajo.* Obtenido de http://www.mintra.gob.pe/archivos/file/dnit/PROCEDIMIENTO_REPORTE.pdf

11. Morales, J. I. (2014). *5 consultores.* Obtenido de http://www.5consultores.com/wp-content/uploads/2014/06/WP-T%C3%A9cnicas-Resoluci%C3%B3n-de-Problemas-5-Por-Qu%C3%A9.pdf

12. OIT. (2015). *informacion sobre seguridad en el trabajo.* Ginebra.

13. OIT. (2017). *informacion sobre seguridad en el trabajo.* Ginebra.

14. Ruiz Mas, f. (2010). *temas de investigacion comercial (Quinta ed.).* Alicante, España: Club Universitario.

15. sibaja, r. c. (2002). *salud y seguridad en el trabajo.* San José, Costa rica: EUNED.

16. Universidad San Martin de Porres. (s.f.). *E-book.* Obtenido de https://www.academia.edu/17938253/E-BOOK

17. Valdivia Llerena, L. G. (2014). *Implementación del plan de seguridad y salud en el trabajo basado en la nueva ley de seguridad y salud en el trabajo 29783 y DS. 005: 2012 en el proyecto "Red de transporte Gas Ica" - Sector de Hidrocarburos* . Arequipa, Peru.

18. Vargas Cordero, Z. R. (2009). *La investigación aplicada, una forma de conocer las realidades con evidencia.*



"Canto de los Apus"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 65-74, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30107

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Diseño e implementación de una dispensadora de bebidas automática, "Barbot"

Design and implementation of an automatic beverage dispenser "Barbot"

Pedro Alván[1]
Elmer Arteaga[1]
Elser Cruzado[1]
Jhosteing Morales[1]
Walter Rojas[1]
Luis Sánchez[1]
José Zegarra[1]
Ricardo Prado[2]

Recibido: 05 de abril de 2019
Aceptado: 11 de abril de 2019

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño, simulación e implementación de una dispensadora automática de bebidas, "Barbot", capaz de combinar diferentes tipos de bebidas (sodas, agua, licores), según el requerimiento del usuario, mediante la programación de la misma el que luego se ejecutará de forma automática haciendo que el Barbot se desplace a la posición de cada botella que contiene el trago a combinarse activando el mecanismo dispensador de la botella en particular, repitiendo este proceso de forma automática hasta conseguir el trago deseado.

Los bares, restaurantes y centros de ocio, son medios muy concurridos por las personas para afianzar sus lazos familiares, amicales y sociales donde la presencia de bebidas, cocteles y diferentes tipos de tragos es de común consumo. En general y en especial en el Perú el servicio de bartender suele ser manual, sin embargo este puede convertirse en un problema cuando la demanda de pedidos de tragos y cocteles es superior a la capacidad de producirlas por parte de los operarios o encargados de su elaboración, generándose cuellos de botella de producción que se traduce en pérdida de tiempo y posterior descontento en el cliente. Por otro lado, en entornos más privados suele darse el caso de desear una determinada bebida o coctel y no disponer del tiempo, conocimiento o los ánimos para elaborarla generándose con ello una frustración interna.

1 Estudiante de pre-grado de la Escuela de Mecánica-Eléctrica IX ciclo, UCV, sistemas de control automático.

2 Investigador principal de la Línea de Investigación de Automatización y Robótica del VIN-UPAO, Docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo (UCV)

Una alternativa de solución a lo descrito previamente pasa por el desarrollo de una dispensadora automática de bebidas (Barbot) como un dispositivo asistente automático altamente reprogramable y de fácil uso, no requiere que el usuario tenga conocimientos especializados y permite obtener diferentes tipos de tragos y bebidas según la necesidad del cliente.

Primero, se implementa y calibra la estructura mecánico-eléctrica del Barbot. Segundo, se instalan, calibran y configuran los componentes electrónicos, el firmware, las herramientas de trabajo del Barbot. Tercero, se desarrolla un estándar de estructura lógica para los programas de la aplicación con el fin de garantizar un trabajo eficiente sin colisiones. Finalmente, se muestran diferentes resultados del trabajo del Barbot.

Palabras claves: programación, robótica, dispensador de bebidas

ABSTRACT

In this paper presents the design, simulation and implementation of an automatic drinks dispenser "Barbot", a Barbot is a robotic bartender capable of making all kinds of cocktail drinks, shots of any liquor or other drinks that generate greater complexity, since its application or function is fully programmable according to the need that customers require, in this way the Barbot is an assistant who performs mechanical work with total precision when generating a particular drink.

The bars, restaurants and leisure centers are very popular media for people to strengthen their family, social and social ties where the presence of drinks, cocktails and different types of drinks is common consumption. In general, and especially in Peru, the Bartender service is usually manual, however this can become a problem when the demand for drinks and cocktails orders is higher than the capacity to produce them by the workers or those in charge of its preparation, generating production bottlenecks that result in lost time and subsequent discontent in the client. On the other hand, in more private environments there is usually the case of wanting a certain drink or cocktail and not having the time, knowledge or encouragement to elaborate, thereby generating an internal frustration.

An alternative solution to the previously described is the development of an automatic beverage dispenser (Barbot) as a highly reprogrammable and easy to use automatic assistant device, does not require the user to have specialized knowledge and allows to obtain different types of drinks and beverages according to the customer's need.

First, the mechanical-electrical structure of the Barbot is implemented and calibrated. Second, the electronic components, the firmware, the working tools of the Barbot are installed, calibrated and configured. Third, a logical structure standard is developed for the application programs in order to guarantee efficient work without collisions. Finally, different results of the Barbot's work are shown.

Keywords: Programming, Robotics, Beverage dispenser

INTRODUCCIÓN

Cuando la automatización de un proceso está bien justificada e instalada técnica y financieramente, entonces, permite beneficios económicos, sociales y tecnológicos [1]. Uno de los primeros visionarios de la automatización de procesos fue Henry Ford fundador de la compañía Ford Motor Company y padre de las cadenas de producción modernas utilizadas para la producción en serie de automóviles que optimizó tiempo, dinero y trabajo humano. En definitiva la automatización de procesos implica determinar el número de máquinas automatizadas, selección de las máquinas, los utillajes mecánicos, los periféricos, la instalación eléctrica, neumática e hidráulica y en especial la distribución física de todos los elementos mencionados que permitan alcanzar los objetivos de producción y un eficiente manejo de materiales y de energía [2]. La automatización industrial no es un área rígida o fija, va evolucionando a la par de las nuevas tecnologías, estrategias de aplicación e inteligencia artificial. Actualmente nos encontramos dentro de una nueva revolución industrial llamada Industria 4.0 [3], la que implica que la automatización industrial se basa en una alta conectividad, procesamiento inteligente de big-data y uso intensivo de internet de las cosas [4].

En el presente trabajo se desarrolla una máquina para automatizar el proceso de mezcla de diferentes bebidas integrando una serie de tecnologías tales como: tarjetas electrónicas (Arduino), motores paso a paso, pulsadores, sensores, perfiles de aluminio, etc. Todo ello gobernados por una lógica de trabajo implementada mediante programación.

A fin de tener una aplicación eficiente y atractiva al usuario, se diseña la morfología de la máquina tal que permita un rápido acceso a la combinación de bebidas deseada así como la visualización del proceso de obtención de la misma. Además de que sea ergonómico, practico de ubicar en entornos domésticos o públicos, de poco peso y de fácil traslado.

La dispensador automático de bebidas desarrollado en este trabajo, denominado "Barbot", es una máquina altamente reprogramable con movimiento cartesiano en dos ejes Y y Z, es decir con movimiento lineal en ambos ejes.

MATERIAL Y MÉTODO

Como ya se ha descrito previamente la meta del proyecto es un prototipo de maquina automática dispensadora de diferentes bebidas aplicable a entornos domésticos y locales de ocio. El prototipo se implementa por etapas bien diferenciadas pero que al integrarlas permiten obtener un producto eficiente y reprogramable.

ESTRUCTURA MECÁNICA

En la fig. 1 se muestra el diseño en CAD mediante Solidwork del prototipo desarrollado en el proyecto. El movimiento del portavaso es accionado por dos motores nema (motor A y motor B) y un sistema de transmisión-transformación de movimiento rotacional-lineal, basado en fajas y poleas. El sistema de transmisión evita que los motores estén acoplados directamente sobre cada eje de movimiento disminuyendo así el peso total de los mismos, y con ello se aumenta la velocidad de trabajo del Barbot [5].

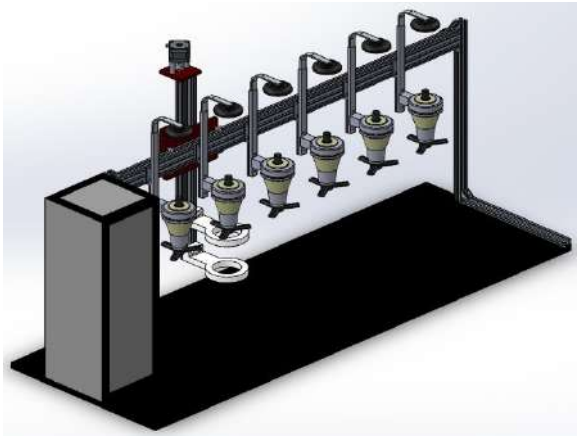


Figura 1. Simulación en CAD mediante Solidowork del dispensador de bebidas "Barbot", desarrollado en el presente trabajo.

El diseño de la morfología mecánica del BartBot se diseña y simula mediante el programa SolidWorks obteniéndose información del esfuerzo, desplazamiento y deformación del perfil que soportará el peso de las diversas botellas que contienen las bebidas a mezclar (fig.2). Se aplica elementos finitos (FEA), en las zonas o partes que se consideró de gran importancia para la estabilidad y correcto desplazamiento lineal de los ejes de la máquina. La estructura mecánica de la dispensadora automática fue implementada en SolidWorks permitiendo simular sus

movimientos y con ello tener información a priori del comportamiento general del equipo, así como los movimientos de cada pieza. Por otro lado, una variable importante de evaluación con el FEA fue obtener los valores máximos de deformación de las piezas dado que esta variable afecta la calidad de desplazamiento de los ejes de la maquina en cuanto a restarle precisión y exactitud.

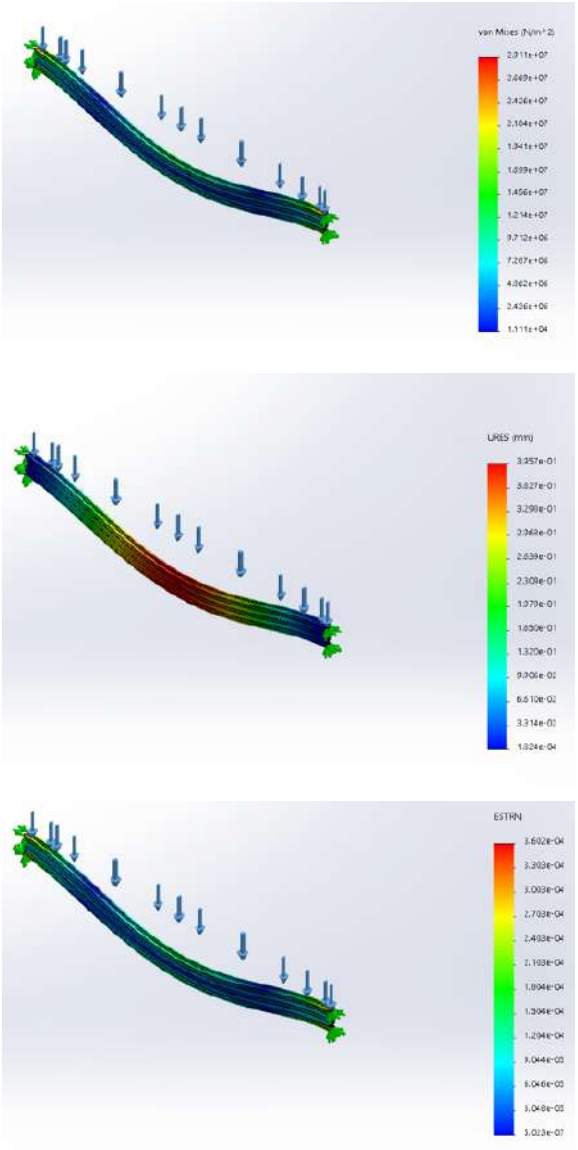


Figura 2. Análisis FEA de desplazamiento, deformación y esfuerzo sobre los perfiles que determinan los ejes Y y Z.

En los perfiles o barras que determinan los ejes Y y Z, el FEA realiza un análisis estático considerando lo siguiente: Peso del carro con la herramienta porta vaso, material de acero inoxidable; los extremos de la barra están fijos y el peso de la barra se concentra en su centro de masa. El resultado del FEA indica que la deformación máxima permisible, del eje Y es 59 µm.

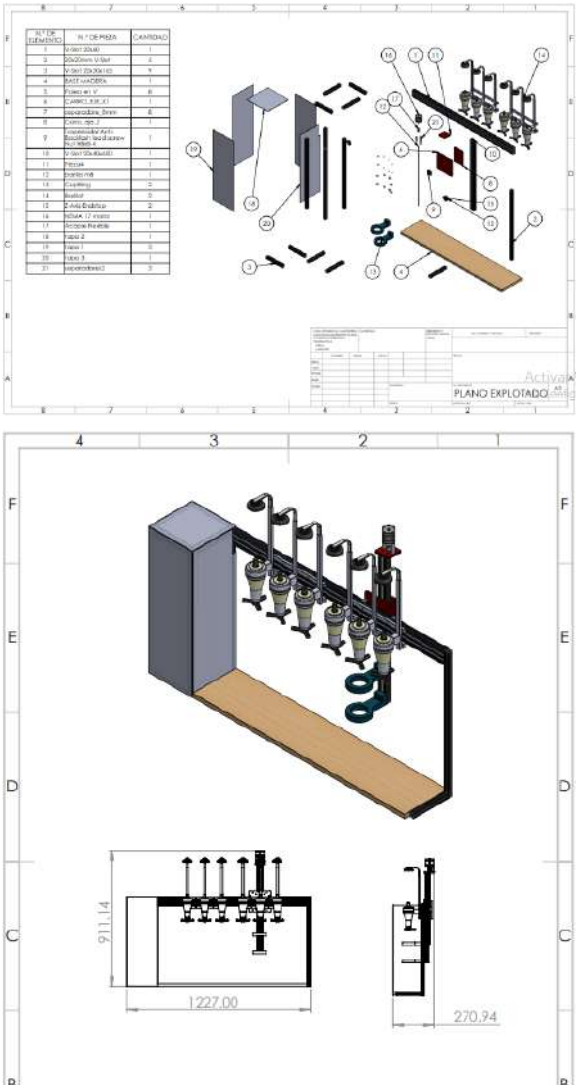


Figura. 3. Planos de las diferentes partes del Barbot

Una vez realizado el FEA y comprobado el movimiento adecuado de la maquina mediante el CAD SolidoWorks se pasa a la elaboración de los planos de las diferentes partes del equipo (Fig. 3) a fin de que sirvan de referencia en el taller de manufactura para la obtención física de cada una de

las partes. Los componentes seleccionados para la estructura mecánica de la máquina automática dispensadora de bebidas tienen como propósito hacer un diseño ligero, fácilmente manejable y accesible al usuario. En la tabla 1, se muestra los componentes seleccionados con sus respectivas dimensiones, la longitud indica la cantidad de material que se utiliza para la construcción.

Tabla N°1. Componentes seleccionados

COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA	
DESCRIPCIÓN	**LONGITUD**
V-Slot 20x40mm	60cm
V - Slot 20x60mm	100cm
V-Slot 20x20mm	200cm
Perfil angular 3/4"	400cm
Melamine 4x42cm	121cm
MDF 50x40cm	180cm

Perfiles de Aluminio V – Slot

Presentan una ranura en forma de V que les permite actuar como guía lineal para deslizadores de ruedas V, complementándose perfectamente al punto que en la actualidad se han convertido en la mejor opción para estructuras mecánicas de máquinas CNC, impresoras 3D, robots cartesianos, etc.

Hierro angular

Este perfil estructural se usa para construir el módulo que contiene el sistema electrónico del equipo protegiéndole de los ruidos del entorno además el modulo permite contener la lógica de mando para la activación del equipo. Facilita la manufactura y es de bajo costo.

Melamine

Se elige un material que realce la estética del equipo a bajo coste, el melamine se emplea como plataforma base para el posicionamiento de la máquina, el cual brinda estabilidad durante el movimiento de la máquina.

MDF

Este material es de bajo coste, de fácil manufactura y es aislante por lo que se usa como cubierta del módulo de electrónica y los carros de desplazamiento en los ejes Y y Z.

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA

Aquí se describe los componentes fundamentales que permiten programar al dispensador automático de bebidas para que se desplace con el fin de obtener diferentes mezclas de bebidas (fig. 4).

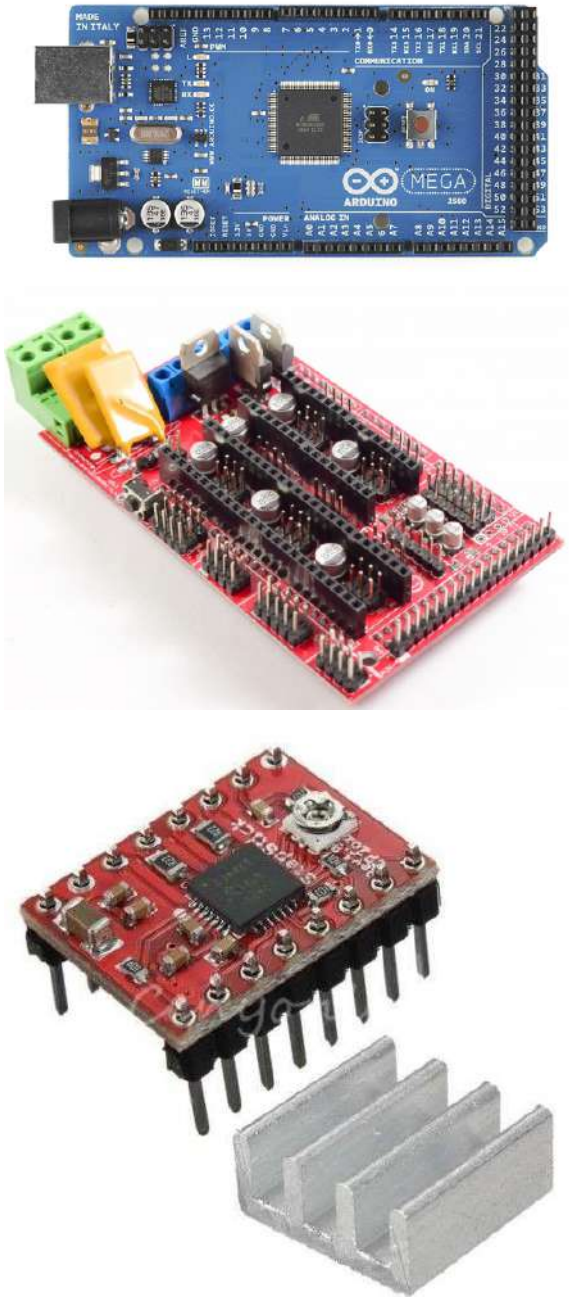


Figura. 4. Principales componentes electrónicos del Barbot.

Arduino MEGA

La tarjeta electrónica Arduino Mega es un hardware de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560 que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales [6]. Esta tarjeta se programa en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring y se utiliza en el desarrollo de objetos interactivos autónomos, también se comunica con una PC a través del puerto serial (USB) utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación.

Específicamente, el Arduino Mega tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas análogas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. Además, por construcción permite trabajar con una PC simplemente conéctalo mediante un cable USB o con una fuente de alimentación externa (9 hasta 12VDC). El uso de un microcontrolador ATMega8U2 (a diferencia de las primeras versiones de Arduinos Mega) le permite mayores velocidades de transmisión por su puerto USB y no requiere drivers para Linux o MAC (archivo inf es necesario para Windows) y es reconocido por el PC tal como si fuera un teclado, mouse, joystick, etc. [7].

Shield RAMPS 1.4

Es un controlador estándar y de gran aceptación en el mercado que permite controlar eficientemente motores paso a paso trabajando de forma integrada con el Arduino Mega [8], aprovechando su poder de procesamiento. Su diseño modular permite insertar Drivers PaP (A4988 o DRV8825). Adicionalmente se pueden añadir más Shields siempre y cuando RAMPS se coloque encima de los demás Shields.

Driver PaP Pololu A4988

Permite suministrar la corriente necesaria para el correcto funcionamiento de los motores del dispensador automático. Utiliza el driver Allegro A4988 para motores paso a paso bipolares y tiene limitación de corriente ajustable, protección contra sobre corriente y cinco resoluciones diferentes de microstepping. Funciona desde 8V a 35V y puede suministrar 1A por bobina sin usar ventilación forzada o un disipador.

El driver requiere para su activación dos pines, uno para la dirección de giro y otro para producir un paso de giro. El pin Enable debe estar conectado a Tierra (GND) para que el motor funcione. El microstepping se configura con los pines MS1, MS2 y MS3 de acuerdo a la tabla del fabricante. También Se utilizó un vúmetro cuyo componente principal es un transistor TIP31C y finalmente utilizamos un amplificador estéreo.

ACTUADORES Y DISPOSITIVOS DE ENTRADA

En esta sección se describen los elementos actuadores del dispensador automático de bebidas. Es decir los dispositivos que generan la fuerza y torque para que el dispensador se pueda mover hacia las localizaciones deseadas.



Figura. 4. Motor paso a paso NEMA del Barbot

Motor NEMA 17

Es un motor paso a paso que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de los impulsos eléctricos provenientes de su control (fig. 5). El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas digitales. Este tipo de motor presenta alta precisión y repetitividad de posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan los robots, drones, radiocontrol, impresoras digitales, automatización, fotocomponedoras, etc.

El motor paso a paso NEMA 17 usado en el proyecto, es bipolar y tiene un ángulo de paso de 1.8° (200 pasos por vuelta) y cada bobinado es de 1.2 A a 4 V, capaz de cargar con 3.2 kg/cm. Es altamente robusto y fiable.

Adicionalmente se utilizan pulsadores como elementos de mando para accionar el trabajo del dispensador una vez programados las diferentes combinaciones de bebidas. Cada programa de mezcla de bebidas, presenta una entrada física proveniente de un pulsador que permite ejecutar línea a línea el código del programa y con ello da inicio al movimiento de la maquina dispensadora a fin de obtener la mezcla deseada.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE COMPONENTES

El Barbot, está constituido por: dos motores nema 17, un microcontrolador Arduino Mega, un shield motor v1 driver L293D, seis pulsadores y una fuente de alimentación. Las que están distribuidos según la Fig. 5.

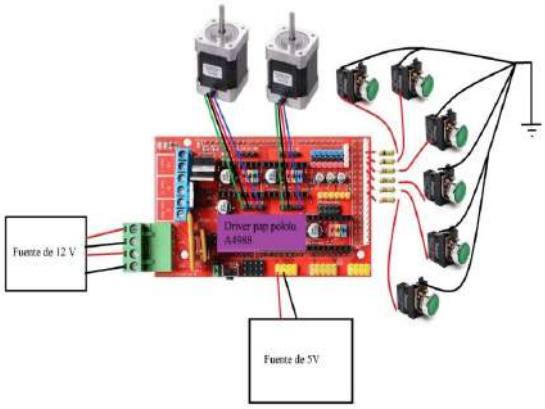
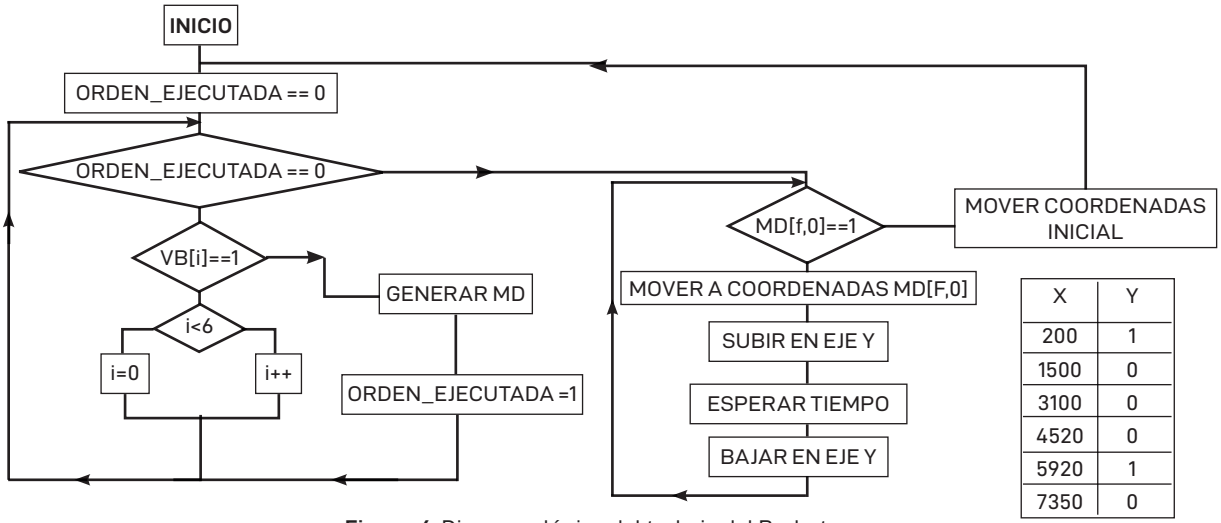


Figura. 5. Diagrama de conexiones de entradas y salidas del Barbot.

LÓGICA DE TRABAJO DEL DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE BEBIDAS

En la fig. 6 se muestra el diagrama de flujo de la lógica de trabajo del proyecto desarrollado. La que considera una alerta de seguridad ante fallos inesperados.

La lógica de trabajo es la siguiente: se activa el equipo (inicio en el diagrama de bloques), si no se ha pulsado ningún pulsador de mando (de los 6 pulsadores ubicados en el panel de mando del equipo) entonces se compara con la orden ejecutada (==0), si es una respuesta afirmativa, se continua con el flujo, comparando de nuevo si es que algún pulsador fue activado. Si se ha pulsado entonces la comparación es positiva (==1) creando la matriz dupla del pulsador activado (esta matriz dupla fue previamente programada en la tarjeta Arduino Mega), lo que genera una orden ejecutada (==1) y generando la comparación nuevamente con la orden ejecutada (==0), y siendo esta negativa, pasa al sistema de ejecución del movimiento (lado derecho del diagrama), en donde analiza la matriz dupla que se generó por la activación del pulsador, lo cual se activa con la generación de los números binarios 0 y 1, cuando se analiza que la posición tiene el valor de 1, se activa el movimiento hacia esa posición. Para finalmente activarse el movimiento en el eje transversal y poder activar el sistema mecánico que vierte la bebida. Una vez terminado esto, regresa a su posición inicial.



X	Y
200	1
1500	0
3100	0
4520	0
5920	1
7350	0

Figura. 6. Diagrama lógico del trabajo del Barbot.



Figura. 7. Diversos elementos para la construcción del Barbot.



Figura. 8. Implementación del Barbot.



Figura. 9. Barbot configurado y calibrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se presenta el diseño e implementación de la dispensadora automática de bebidas "Barbot" y las primeras pruebas exitosas de su funcionamiento. Es decir se presenta como resultado a la dispensadora automática como tal. Barbot tiene la capacidad de generar 6 mezclas de bebidas diferentes, cada mezcla tiene asociada un programa, cada programa recibe una señal de entrada de uno de los seis pulsadores ubicados en el panel frontal del equipo. Todos los programas una vez generados (a través del software estándar del Arduino) fueron embebidos en el Arduino Mega.

Una vez realizada el diseño y simulación del correcto funcionamiento del Barbot se pasa a la elaboración de los planos de las diferentes partes para su fabricación o construcción en taller, otras piezas de mayor complejidad de manufactura simplemente se adquieren en establecimientos especializados (fig. 7). Posteriormente se pasa a la implementación de cada pieza física acoplándolas entre ellas adecuadamente a fin de evitar juegos, huelgas y ruidos mecánicos que hacen ineficiente el movimiento del equipo (fig. 8)

Se han realizado diferentes pruebas para calibrar la electrónica con los números de pasos que va a generar el motor, de esta forma se ajusta la distancia desde el cero mecánico hasta la posición de cada una de las bebidas, hasta obtener el resultado deseado (fig. 9).

Las primeras pruebas demostraban un lento movimiento de la herramienta porta vaso, la que se solucionó configurando mejor la corriente que entregaba a los drivers de potencia hacia los motores paso a paso, lo que también minimizo el ruido generado por estos últimos al momento de trabajar.

Se tuvo que estabilizar mejor a la herramienta de porta vaso a fin de que pueda sujetar al vaso sin deformarse dado que se consideró vasos de vidrio incluido el peso mismo de los líquidos a contener, esas deformaciones generaban inexactitudes de alcance a la hora de desplazarse a posiciones previamente programadas. Se reforzó el porta vasos con material más robusto y anti vibratorio.

El "Barbot" es de tecnología abierta tanto en hardware como en software lo que permite una continua mejora en ella para alcanzar mejores prestaciones y funcionalidades. Por ejemplo aumentando el número de mezclas de bebidas que se pueden obtener sin necesidad de modificar la morfología del Barbot. También se puede trabajar para interconectarlo a internet de las cosas o "nube" a fin de que sea accionado o controlado mediante un aplicativo web usando una PC, tablet o celular.

Se considera un resultado importante obtener la metodología clara y precisa para las fases de creación de la maquina: diseño, simulación y fabricación del equipo. Esta metodología, junto con el diagrama de funcionamiento de la maquina hace que el sistema opere adecuadamente y sea altamente replicable.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se diseñó, construyó y automatizó una máquina dispensadora de bebidas mediante el uso del hardware y software de tecnología Arduino, el que permitió procesar y almacenar información necesaria para generar los comandos de movimiento de los dos motores paso a paso que desplazan la herramienta porta vasos sobre los ejes Y y Z, logrando con ellos obtener finalmente las mezclas de bebidas deseadas. Actualmente se pueden obtener 6 mezclas diferentes.

Se usó la tecnología de programación Arduino, porque es muy versátil, flexible, económico y de acceso libre, estas características permiten realizar en un entorno académico diferentes e interesantes prototipos que validan lógicas de trabajo propuestas por los desarrolladores o profesionales en formación.

El trabajo presentado aquí ha tenido también como propósito incentivar y promover la innovación tecnológica en un entorno de formación profesional universitaria. La meta no solo fue obtener un producto tecnológico, sino uno de los primeros dispensadores de tragos automatizado en el Perú. Finalmente, el proyecto está abierto a nuevas mejoras y optimizaciones.

REFERENCIAS

1. M. Groover. Fundamentos de Manufactura Moderna. McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V. México D.F., 2007.
2. H. Bawa, "Procesos de Manufactura", Mc Graw Hill, 2007.
3. Boston Consulting Group. "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries", 2015.
4. Dolgui, A., Ivanov, D., Ivanova, M., Solokov, B., Werner, F. A dynamic model and an algorithm for shortterm supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. International Journal of Production Research, 54 (2), 386-402 2016.
5. E. Fiestas S. and S. Prado G., "Motion control of a cartesian robot using a dual- core ARM cortex-A9 system-on-chip FPGA," 2017 Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR), Curitiba, 2017.
6. E. Fiestas S. and S. Prado G., "Efficient implementation of a Cartesian Farmbot robot for agricultural applications in the region La Libertad-Peru". Congreso internacional IEEE-ANDESCON Cali-Colombia, 22-24 de agosto 2018.
7. Manuel Ruiz. "Manual de Programación de Arduino". 2016
8. https://github.com/sidlauskaslukas/barbot.

PuebloCont. Vol. 30(1): 75-84, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30108

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Diseño y construcción de un cortador electroneumático para ladrillos de arcilla

Design and construction of an electropneumatic cutter for clay bricks

Ricardo Prado[1]
Alarcón Stámiz[2]
Castillo Jordan[2]
Tumbajulca Milder[2]
Velasquez Miki[2]
Yupanqui Bryan[2]

Recibido: 13 de mayo de 2019
Aceptado: 25 de mayo de 2019

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño, simulación y construcción de una maquina electroneumática de corte para ladrillos de arcilla, que permite obtener diferentes dimensiones de barras de arcilla según programación y con ello aumentar la productividad y minimizar los desperdicios de materia prima para la elaboración de ladrillos.

El ladrillo de arcilla es un producto altamente consumible en el sector construcción tanto para viviendas unifamiliares como multifamiliares; además de construcciones para usos industriales e empresariales. La demanda de este tipo de ladrillo va en aumento cada año lo que exige una mejora continua en el proceso de obtención del producto por parte de los fabricantes a fin de satisfacer eficientemente el mercado.

Una de las fases fundamentales en la fabricación del ladrillo es el cortado de la materia prima humedecida de arcilla la que llega hacia la cortadora como una barra continua rectangular. Actualmente en casi todas las fábricas de ladrillo de la zona norte del Perú, el corte se realiza de forma manual por operarios capacitados específicamente para tal fin. Es importante que los operarios tengan la experiencia necesaria a fin de realizar el corte tal que permita tener ladrillos con las dimensiones estándares que exige las normas para una construcción segura y

1 Investigador principal de la Línea de Investigación de Automatización y Robótica del VIN-UPAO, Docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo (UCV)

2 Estudiante de pre-grado de la Escuela de Mecánica-Eléctrica IX ciclo, UCV, sistemas de control automático.

robusta. Por lo que si la demanda del mercado supera la capacidad de producción de los operarios capacitados podría generarse cuellos de botella o producción con calidad irregular según la experiencia y capacitación de los operarios de turno.

Una alternativa de solución para lo descrito previamente, es el corte de ladrillos a partir de una máquina cortadora automática. Actualmente en el mercado existe una diversidad de máquinas cortadoras de ladrillos de accionamiento manual, cuya estructura mecánica ayuda a la precisión de corte del operario; sin embargo no soluciona los cuellos de botella que se pueden presentar por aumento de demanda de producción y asegurar una calidad homogénea. Adicionalmente se debe considerar que una vez realizado el corte se requiere coger y dejar las partes cortadas en determinadas bandejas lo que aumenta las responsabilidades y tiempo de ejecución de los operarios. Por lo que una solución adecuada al problema de falta de recurso humano especializado para el corte de la materia prima humedecida para obtener ladrillos de arcilla sería disponer de una maquina automatizada totalmente en la fase de corte y así dejar a los operarios la acción más simple y concreta de coger y dejar en las bandejas específicas. En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un cortador electroneumático para ladrillos de arcilla altamente versátil, eficiente, flexible, fácil instalación, estable en su funcionamiento y en especial con posibilidades de ser modificado y por lo tanto mejorado o complementado tanto en hardware como en software. Primero, se definen los criterios de diseño y las propiedades que intervendrían en la máquina. Segundo, se valida el diseño mediante simulación. Y tercero, se construye la máquina cortadora de ladrillos de acuerdo a los planos elaborados, y finalmente se muestra el funcionamiento de la máquina.

Palabras clave: máquina cortadora de arcilla, ladrillo, automatización.

ABSTRACT

This paper presents the design, simulation and construction of an electropneumatic cutting machine for clay bricks, which allows different sizes of clay bars to be obtained according to programming and thereby increase productivity and minimize the waste of raw material for the production of bricks.

Clay brick is a highly consumable product in the construction sector for both single-family and multi-family homes as well as constructions for industrial and business uses. The demand for this type of brick is increasing every year which demands a continuous improvement in the process of obtaining it by the manufacturers in order to efficiently satisfy the market.

One of the fundamental phases in the manufacture of the brick is the cutting of the raw material moistened with clay that reaches the cutter as a rectangular continuous bar. Currently, in almost all brick factories in the north of Peru, the cutting is done manually by operators trained specifically for this purpose. It is important that the operators have the necessary experience in order to make the cut that allows to have bricks with the standard dimensions required by the standards for a safe and robust construction. So if market demand exceeds the production capacity of trained operators could generate bottlenecks or production with irregular quality according to the experience and training of shift workers.

An alternative solution for the previously described is the brick cutting from an automatic cutting machine. Currently in the market there is a diversity of manually operated brick cutting machines, whose mechanical structure helps the cutting precision of the operator, however it does not solve the bottlenecks that may occur due to increased production demand and ensure a quality homogeneous Additionally, it must be considered that once the cut is made it is necessary to pick up and leave the cut parts in certain trays, which increases the responsibilities and execution time of the operators. So an adequate solution to the problem of lack of specialized human resources for cutting the raw material wetted to obtain clay bricks would be to have an automated machine fully in the cutting phase and thus leave the operators the simplest action and concrete to catch and leave in the specific trays.

This paper presents the design and construction of an electropneumatic cutter for clay bricks highly versatile, efficient, flexible, easy to install, stable in its operation and especially with possibilities of being modified and therefore improved or complemented in both hardware and in software. First define the design criteria and the properties that would intervene in the machine. Second, the design is validated by simulation, third, the brick cutting machine is built according to the elaborated plans and finally the operation of the machine is shown.

Key words: clay cutting machine, brick, Automation.

INTRODUCCIÓN

La demanda de ladrillo ha mantenido en los últimos años un aumento continuo, esto confirma el último dato estadístico que indica un crecimiento del 7%, con respecto al año pasado [1] y ello debido principalmente a la autoconstrucción realizado por las familias.

El ladrillo de arcilla es uno de los más consumidos en el sector construcción, y una fase importante en el proceso de su fabricación es el corte de la barra continua de arcilla húmeda a fin de obtener las dimensiones correctas del producto final [2]. Actualmente, en casi todas las fábricas de ladrillo de la zona norte del Perú, el corte se realiza de forma manual por operarios capacitados específicamente para tal fin. Es importante que los operarios tengan la experiencia necesaria a fin de realizar el corte tal que permita tener ladrillos con las dimensiones estándares que exige las normas para una construcción segura y robusta. Por lo que si la demanda del mercado supera la capacidad de producción de los operarios capacitados podría generarse cuellos de botella o producción con calidad irregular según la experiencia y capacitación de los operarios de turno

Una alternativa de solución para lo descrito previamente, es el corte de ladrillos a partir de una máquina cortadora automática. Actualmente en el mercado existe una diversidad de máquinas cortadoras de ladrillos de accionamiento manual, cuya estructura mecánica ayuda a la precisión de corte del operario [3], sin embargo no soluciona los cuellos de botella que se pueden presentar por aumento de demanda de producción y asegurar una calidad homogénea. Adicionalmente se debe considerar que una vez realizado el corte se requiere coger y dejar las partes cortadas en determinadas bandejas lo que aumenta las responsabilidades y tiempo de ejecución de los operarios. Por lo que una solución adecuada al problema de falta de recurso humano especializado para el corte de la materia prima humedecida para obtener ladrillos de arcilla sería disponer de una maquina automatizada totalmente en la fase de corte y así dejar a los operarios la acción más simple y concreta de coger y dejar en las bandejas específicas.

Con el fin de solucionar este problema el presente trabajo desarrolla una máquina de corte electroneumatica, altamente reprogramable, versátil y flexible, gobernado por un *controlador lógico programable* (PLC), que asegura el automatismo del corte.

MATERIAL Y MÉTODO

La máquina automática de corte de ladrillo de arcilla se implementa por etapas bien diferenciadas pero que al integrarlas permiten obtener un producto eficiente y reprogramable.

2.1 DISEÑO MECÁNICO

Requerimientos de diseño. Aquí se considera las funciones principales de producción de la máquina cortadora que son descritas en la tabla 1.

CONSIDERACIONES GENERALES	
Medidas del producto cortado- salida	Largo 25cm, ancho 12cm, altura 5 cm
Producción	Máximo 80 ladrillos por minuto y mínimo 600 ladrillos por minuto

Tabla 1. Consideraciones generales de la máquina cortadora de arcilla húmeda.

En la figura 1 se muestra el diagrama lógico de implementación del prototipo desarrollado en este trabajo. La estructura mecánica de la máquina debe ser resistente dado que soportará el peso de todos los actuadores (eléctricos y electroneumáticos), sensores, componentes electrónicos, sistema de transporte por fajas, y la materia prima en forma rectangular y continua a la que hay que cortar cada cierta distancia (fig. 2). Después de un estudio de estructuras y sus componentes de acoples desde un enfoque técnico y económico (factibilidad de adquisición en nuestro entorno y a bajo coste) se optó por: tubos galvanizados, ángulos de aleta, rodamientos, perfiles tipo T y cuyas dimensiones se obtuvieron después de un diseño y simulación de la misma mediante Solidoworks (fig. 3).

Soporte móvil.

El proceso requiere que la velocidad de la estructura móvil esté sincronizada con la velocidad de salida de la masa de ladrillo extruida, de tal manera que se cumpla la siguiente ecuación:

$$V_{L/E}=V_L-V_E=0 \qquad (1)$$

Lo que significa que la velocidad de la masa extruida de ladrillo con respecto a la de la estructura móvil debe ser igual a 0. En otro caso, el corte sobre la masa de arcilla generaría ladrillos irregulares que no cumplen los estándares de calidad. A fin de cumplir con la Ec 1. la máquina tiene un soporte móvil de ángulos rectangulares, la que de manera transversal sostiene una cantidad determinada de polines que giran alrededor de su propio eje; dicho elemento se relaciona con el rodillo por medio de un cojinete de 1.5'. Los rodillos permiten este movimiento gracias a la rotación alrededor de su eje (fig. 4).

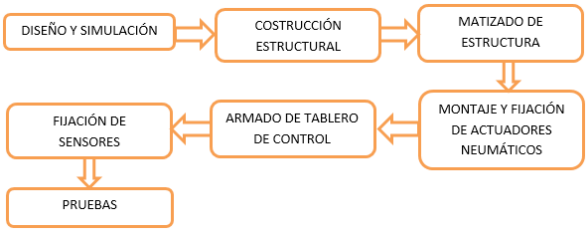


Figura. 1. Diagrama lógico fundamental de la implementación de la máquina de corte de arcilla.



Figura. 2. Estructura soporte de la máquina de cortar de arcilla húmeda para fabricación de ladrillo.

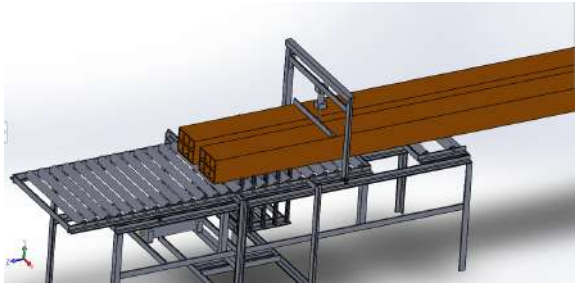


Figura. 3. Diseño en CAD del equipo desarrollado en este trabajo.

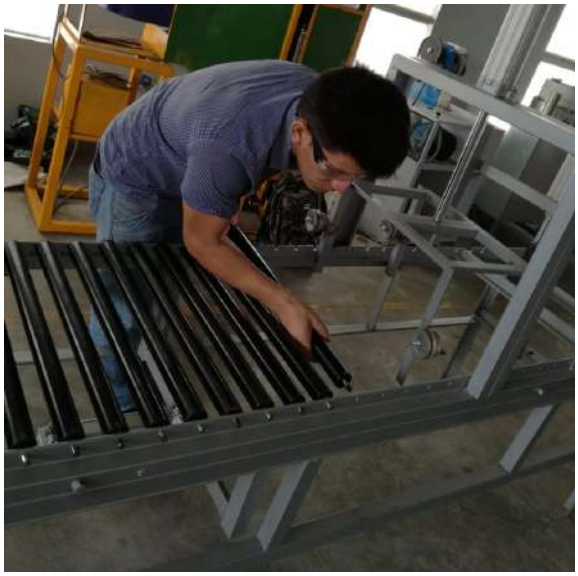


Figura. 4. Sistema de polines que permite transportar la masa de arcilla húmeda.



Figura. 5. Sistema de electroneumática del equipo desarrollado en el proyecto.

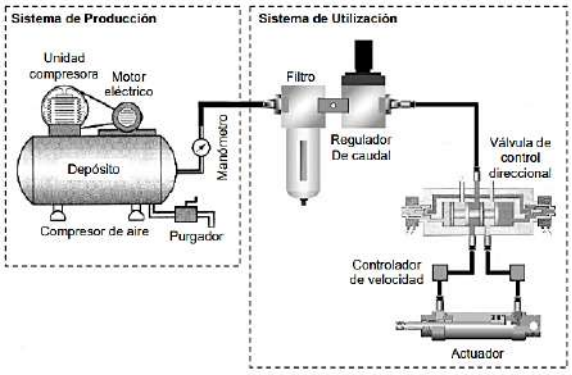


Figura. 6. Sistema electroneumatico usado en el proyecto (Festo)

Estructura fija.

Soporta o sirve de base a la estructura móvil y está compuesta por 27 polines y una estructura metálica de 180 cm con ángulos en forma de "L", mediante cuatro cojinetes que le permiten el deslizamiento en el eje X (fig. 5). El diseño de la estructura fija y la estructura móvil hacen posible sincronizar sus movimientos a fin de cumplir con la Ec. 1.

Estructura para cilindro de sujeción.

Sujeta de forma estable la masa de arcilla húmeda y para ello usa una sección de perfil metálico de 20cm de altitud cuyo movimiento se realiza mediante un actuador neumático que lo sostiene.

Estructura para función de corte. Realiza el corte propiamente dicho tiene una estructura de perfiles de 65.44 cm x 45cm, que sujeta a unos hilos metálicos sometidos a tensión que son los que atraviesan la masa extruida. Esta estructura de deslizará en el eje Y, verticalmente mediante un actuador neumático.

Montaje y fijación de actuadores neumáticos

Los actuadores neumáticos usan aire comprimido para generar fuerza y torque y en este proyecto permiten el movimiento de la basa móvil y la estructura para el corte [4]. Aquí se usa cilindros de doble efecto (fig. 4, usan aire comprimido para desplazar hacia dentro o hacia fuera el eje del cilindro).

Adicionalmente se trabaja en la presentación de la maquina a fin de lograr una adecuada estética de la misma. Realizando actividades como: esmerilado en uniones, lijado de superficies, masillado de holguras presentadas en la superficie debido a la soldadura (uniones) y pintado de toda la estructura mecánica.

2.2. SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO

El sistema neumático básico se compone de dos partes principales (fig. 6): Sistema de producción y distribución de aire y sistema de consumo de aire o utilización [5].

Los principales componentes neumáticos usados en este proyecto son:

Compresora.

Alimenta de aire comprimido al sistema neumático. Tiene un émbolo de 1 etapa, 2 HP de potencia y 50 L de almacenamiento de aire. Este equipo aspira el aire a presión atmosférica y lo comprime a la presión deseada en un solo ciclo.

Válvula de control direccional.

Permite la distribución del aire comprimido generado en el compresor hacia las diferentes partes del sistema a accionar. Los hay de diferentes tipos pero todas tienen la misma función de permitir o no, el paso del aire comprimido hacia las diferentes conexiones previamente instaladas.

En el proyecto se usan tres electroválvulas (válvulas accionadas eléctricamente a través de unas bobinas acopladas a ellas), con bobinas de 220 V AC cuya alimentación estará gobernada por un controlador lógico programable (PLC). Las electroválvulas Son del tipo biestable (tienen dos bobinas uno para cada cambio de estado).

Actuador neumático (cilindro).

En un sistema neumático es el actuador propiamente dicho (fig. 7). Transforma la energía neumática en energía mecánica. Aquí se usan cilindros de doble efecto (el desplazamiento de avance y retroceso del eje del cilindro se hace mediante el ingreso de aire comprimido).

La selección de los cilindros se basa en los siguientes criterios:

- Cilindro de sujeción: doble efecto AST modelo DNC de 100 mm de carrera. Sujeta la sección de perfil metálico para que haga contacto con la masa extruida y permitir tener la misma velocidad que la estructura móvil.
- Cilindro de corte: doble efecto AST modelo DNC de 300 mm de carrera. Desplaza verticalmente la estructura armada que sujeta los hilos para el corte transversal de la masa de arcilla húmeda.
- Cilindro de desplazamiento:cCilindro XCPC modelo DNC de 200 mm de carrera. Desplaza y retorna la estructura que sostiene los polines.

Válvula reguladora de caudal (estranguladora).

Permite regular el caudal de aire comprimido y con ello poder modificar la velocidad de avance o retorno del eje del cilindro de doble efecto usado en el proyecto. Aquí se usaron seis estranguladoras, dos por cada cilindro de doble efecto.

La calibración y configuración del sistema neumático se realiza siguiendo los manuales técnicos y realizando prueba y error hasta alcanzar el trabajo deseado.

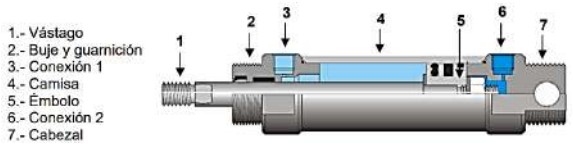


Figura. 7. Cilindro de doble efecto (Festo).

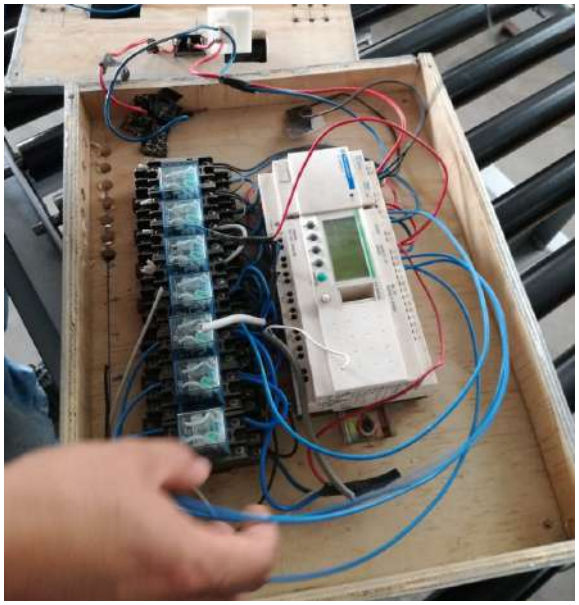


Figura. 8. PLC (caja blanca) y relés usados en el proyecto.

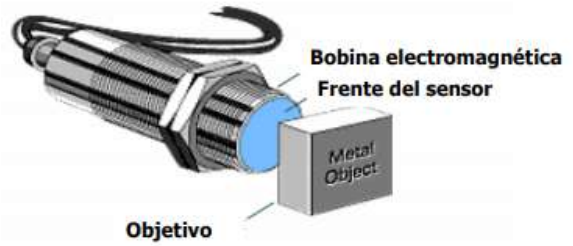


Figura. 8. Sensor inductivo usado en el proyecto (Festo).

2.3 SISTEMA ELECTRÓNICO

Aquí se usa un PLC (controlador lógico programable) para el control del trabajo de la maquina cortadora (fig. 8). El PLC es un controlador (puede verse como una computadora industrial) robusto y estable diseñado y construido para soportar los ambientes agresivos que generalmente se dan en entornos industriales [6]. Tiene diferentes módulos de entradas y salidas tanto para señal analógica como digital. La programación estándar es a base de códigos gráficos lo que facilita la programación por el personal de planta.

Aquí el PLC se usa básicamente para recibir la orden del panel de mando y permitir que la corriente llegue a las bobinas de electroválvula (las que a su vez permitirán o bloquearán el flujo del aire comprimido hacia los cilindros) siguiendo una lógica de trabajo previamente programada por el operario.

Con el fin de proteger las bobinas de electroválvulas, se usa 6 relés encapsulados (uno por cada bobina de electroválvula), los que se conectan a las salidas del PLC. La conexión se realizará por medio de porta relés y por cable vulcanizado de 2x16.

Por otro lado, como entradas al PLC están los pulsadores de inicio de trabajo y sensores inductivos de detección de objetos y que permiten en nuestro proyecto tener información del recorrido de la parte móvil de la maquina así como de los ejes de los cilindros de doble efecto (desplazamiento de avance o retroceso).

Hay cuatro entradas analógicas entre pulsadores y sensores inductivos pertenecientes a la lógica de mando que se conectan al PLC, las que luego de ser leídas se convierten en señales binarias o digitales y enviadas al CPU para ser procesadas por el programa de aplicación y finalmente guardadas en la memoria.

Las entradas analógicas son: pulsador de inicio Start; sensor inductivo A; manda una señal cuando detecta al elemento metálico unido a uno de los polines; sensor inductivo B; manda una señal de posición del perfil de sujeción y sensor inductivo C; manda una señal de posición del cilindro de desplazamiento.

Estas 4 entradas al PLC una vez procesadas por el programa de aplicación activaran seis salidas del PLC conectados a las bobinas de electroválvulas, según una lógica previamente diseñada, los que permitirán el movimiento deseado y sincronizado de la maquina cortadora de arcilla.

Relés encapsulados.

Un relé se define como un dispositivo eléctrico (también los hay electrónicos) que permite el paso o no de la corriente eléctrica (ver fig. 8). También pueden usarse como protección [7]. Aquí se usan seis relés una por cada bobina de electroválvula con ello se logra un trabajo más seguro y estable dado que el relé permite incidir una pequeña y estable corriente a la bobina de electroválvula.

Sensor Inductivo.

Son sensores de proximidad que generan campo magnético para detectar la presencia de objetos ferrosos (hierro, níquel, cobalto...) cuando un objeto absorbe el campo magnético generado por el sensor lo modifica, esta modificación es cuantificada por la electrónica del sensor y envía la señal correspondiente al PLC [8]. En este trabajo se usa para detectar la presencia de solo objetos metálicos y permite medir el movimiento rotacional de los polines mediante pulsos. El sensor envía al PLC los pulsos y este lo traduce en distancia física. El correcto cortado de la masa continua de arcilla humeada depende en gran medida (lo otro es la velocidad de movimiento de la estructura móvil) de la detección y precisión de este sensor, puesto que su señal indicara al PLC que debe activar al cilindro de corte para que mueva verticalmente la estructura que realizara el corte. En caso de falla, los ladrillos se fabricarían con dimensiones incorrectas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del trabajo se presenta el prototipo implementado con un funcionamiento básico que permite alcanzar la meta del proyecto que es una maquina cortadora electroneumática para ladrillos de arcilla altamente versátil, operativo, eficiente, flexible y fácil instalación.

Una vez realizada el diseño y simulación del correcto funcionamiento de la maquina se pasa a la elaboración de los planos (fig. 9) de las diferentes partes para su fabricación o construcción en taller, otras piezas de mayor complejidad de manufactura simplemente se adquieren en establecimientos especializados (fig. 10). Posteriormente se pasa a la implementación de cada pieza física acoplándolas entre ellas adecuadamente a fin de evitar juegos, huelgas y ruidos mecánicos que hacen ineficiente el movimiento del equipo (fig. 8).

El calibrado y configuración se realiza en base a los manuales técnicos y prueba-error hasta lograr el resultado deseado. Los autores presentaran el equipo en una próxima feria tecnológica así como diversos videos de su trabajo en campo.

El equipo desarrollado aquí permite hacerle continuas mejoras tanto en hardware como software por lo que se presenta como una fuente importante de trabajos de innovación tecnológica e investigación aplicada.

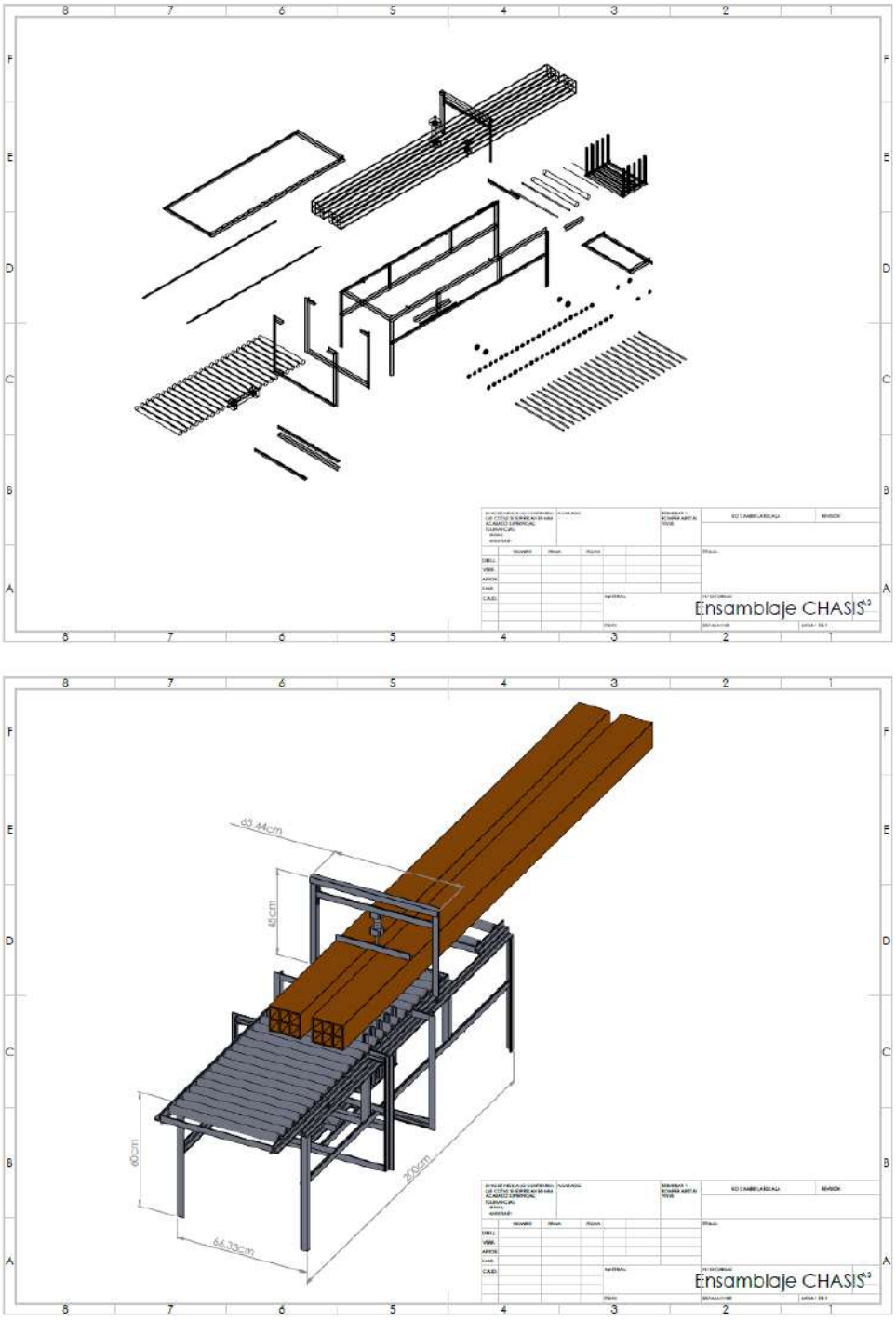


Figura. 9. Simulación y generación de los planos de las diferentes partes de la maquina desarrollada en el proyecto.



Figura. 9. Diversos materiales para la construcción del prototipo del proyecto.



Figura. 10. Manufactura e implementación del prototipo del proyecto.



Figura. 11. Prototipo terminado.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se diseñó y construyó una máquina cortadora de arcilla húmeda para fabricación de ladrillos mediante el uso de electroneumática, sensores inductivos y PLC.

El trabajo presentado aquí ha tenido también como propósito incentivar y promover la innovación tecnológica en un entorno de formación profesional universitaria. La meta no solo fue obtener un producto tecnológico, sino uno de las primeras máquinas cortadoras de arcilla húmeda para ladrillos dispensadores de tragos automatizado en el Perú. Finalmente, el proyecto está abierto a nuevas mejoras y optimizaciones.

El cortador electroneumático desarrollado en este trabajo se basó en criterios reales exigidos en el entorno industrial del ladrillo y aunque en general en las ladrilleras existen diversas maquinas cortadoras manuales, casi en ninguna de ellas tienen accionamiento automático. Por lo que el proyecto presentado aquí tiene un perfil de innovación tecnológica a nivel local.

REFERENCIAS

1. http://www.peruconstruye.net/wpcontent/uploads/2015/08/MATERIALES-DE-OBRAS-CRECIMIENTO-DEMANDA-DE-LABRILLOS-.pdf
2. Aguirre, Dionisia. Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junín. Lima: Tesis de Maestría PUCP. 2004.
3. M. Casado. Procesos de Producción Más Limpia en Ladrilleras de Arequipa y Cusco. 2005.
4. R., Sarce. Pinball doble neumático. https://renatosarce.files.wordpress.com/2011/11/cap4-valvulas-neumaticas.pdf 2004.
5. Festo didactic. Neumática nivel básico. 2015.
6. http://www.microautomacion.com/capacitacion/anual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf
7. http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf
8. https://www.zettlex.com/wp-content/uploads/Zettlex_C%C3%B3mo-funcionan-los-sensores-inductivos_rev2.0_ES-1.pdf

PuebloCont. Vol. 30(1): 85-91, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30109

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Construcción de una máquina trituradora de plástico

Implementation of a plastic shredding machine

Ricardo Prado[1]
Angaspilco Saez[2]
Jauregi Rojas[3]
Rodriguez Hurtado[4]
Sosa Macuyama[5]
Yepez Ventura[6]

Recibido: 20 de abril de 2019
Aceptado: 04 de mayo de 2019

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un prototipo de máquina trituradora de plástico PET (tereftalato de polietileno), como una alternativa de solución tecnológica al gran problema de la contaminación ambiental por el excesivo consumo de materiales poco degradables como es el plástico.

Este proyecto se enmarca en una solución de innovación tecnológica local dado que en la región La Libertad-Perú a pesar del alto consumo de materiales plásticos no existe una estrategia formal de reciclaje o eliminación de este tipo de desechos ni tampoco desarrollos tecnológicos para ese fin. Por lo que la propuesta que se implementa en este trabajo tiene un aporte de innovación tecnológica para el reciclaje de plásticos y así contribuir en la transformación o eliminación de residuos plásticos.

Por otro lado, los plásticos tipo PET son fácilmente triturables a dimensiones minúsculas para posteriormente ser utilizados en diferentes procesos que determinan productos útiles al hombre o con menos efectos negativos al medio ambiente. Y en ese sentido, el trabajo presentado aquí desarrolla un prototipo de máquina trituradora cuyas partes y componentes son de fácil construcción o adquiribles en el entorno local.

1 Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego y de la Universidad César Vallejo.
2 Estudiante de la Universidad César Vallejo.
3 Estudiante de la Universidad César Vallejo. milton8jr@gmail.com
4 Estudiante de la Universidad César Vallejo. Jorgesm.28.10.97@gmail.com
5 Estudiante de la Universidad César Vallejo. leas_escorpio_912@hotmail.com
6 Estudiante de la Universidad César Vallejo. ventura.2@gmail.com

La máquina trituradora de plástico desarrollado aquí se compone de tres partes fundamentales: (1) Sistema eléctrico con lógica de mando y arranque directo de un motor trifásico, (2) estructura mecánica o cuerpo del equipo, que permite sostener o soportar a las diferentes partes de la máquina, (3) sistema de trituración, que convierte el plástico reciclado en pequeñas virutas, las que son luego almacenadas en un deposito que es parte de la maquina desarrollada.

Los conocimientos adquiridos en el curso de electromagnetismo, de la carrera Ingeniería Mecánica-eléctrica permiten realizar el diseño y construcción de una máquina trituradora de residuos plásticos que garantice su funcionamiento adecuado, facilidad de operación, seguridad laboral y una adecuada selección de los diferentes elementos y materiales requeridos para la implementación del equipo.

Palabras clave: plástico, máquina trituradora, trifásico, sistema eléctrico.

ABSTRACT

This paper presents the design and implementation of a prototype of PET plastic crushing machine (polyethylene terephthalate), as an alternative technological solution to the great problem of environmental pollution due to the excessive consumption of materials that are not degradable, such as plastic.

This project is part of a local technological innovation solution given that in the La Libertad-Peru region, despite the high consumption of plastic materials, there is no formal recycling or disposal strategy for this type of waste, nor technological developments for that purpose. So the proposal that is implemented in this work has a contribution of technological innovation for the recycling of plastics and thus contribute to the transformation or elimination of plastic wasteIn a few words, turning trash into something useful, This article shows the results obtained from a research carried out on the impact of PET, as well as the prototype and design of a PET-type plastic crushing machine.

On the other hand, PET-type plastics are easily crushable to tiny dimensions to be subsequently used in different processes that determine products useful to man or with less negative effects on the environment. And in that sense, the work presented here develops a prototype crusher machine whose parts and components are easily constructed or acquirable in the local environment.

The plastic crushing machine developed here consists of 3 main parts: (1) Electric system with control logic and direct starting of a three-phase motor. (2) mechanical structure or body of the equipment, which allows to support or support the different parts of the machine. (3) crushing system, which converts the recycled plastic into small chips, which are then stored in a deposit that is part of the machine developed.

The knowledge acquired in the course of electromagnetism, from the Mechanical-Electrical Engineer career, allows the design and construction of a plastic waste crusher that guarantees its proper functioning, ease of operation, job security and an adequate selection of the different elements and materials required for the implementation of the equipment.

Keywords: plastic, crushing machine, three-phase, electrical system.

INTRODUCCIÓN

El plástico tereftalato de polietileno (PET) fue creado en la década de los 40 en busca de una fibra que reemplace al algodón, pero fue hasta los años 70 cuando se desarrollaron envases de PET, y por su fácil manejo y maleabilidad permitió una producción en masa de los diversos productos basados en PET. Con el tiempo esta supuesta ventaja se convirtió en un verdadero problema ambiental puesto que a un plástico en promedio le toma entre 200 a 1000 años para degradarse [1]. Al estar compuestos por derivados de petróleo y otros químicos, este material demora años en desaparecer del planeta, y mientras eso sucede pueden generar graves daños ecológicos, por ejemplo cada año, más de un millón de aves y animales marinos mueren debido a que digieren plástico desechado. En Perú, en el 2014, cerca de 320 mil residuos de plástico fueron recogidos de 66 playas del litoral, y según el Ministerio del Ambiente (MINAM), el 46% de los residuos que hay en las playas peruanas son PET [2]. La convicción de que hay que actuar para reducir la contaminación del plástico es cada vez mayor en el mundo y en particular en nuestra sociedad. Sin embargo, no todo es negativo en los materiales PET pues presentan propiedades térmicas, mecánicas, resistencia química, buena capacidad de formar fibras, baja permeabilidad de O2 y CO2, bajo coste y tiene una excelente reciclabilidad [3].

Es por ello que aquí se presenta una propuesta para ayudar al medioambiente en la reducción de desechos plásticos y consiste en el desarrollo e implementación de una novedosa máquina trituradora de plástico que presenta tres partes fundamentales: (1) Sistema eléctrico con lógica de mando y arranque directo de un motor trifásico, (2) estructura mecánica o cuerpo del equipo, que permite sostener o soportar a las diferentes partes de la máquina, (3) sistema de trituración, que convierte el plástico reciclado en pequeñas virutas, las que son luego almacenadas en un deposito que es parte de la maquina desarrollada.

MATERIAL Y MÉTODO

Como ya se ha descrito previamente la meta del proyecto es un prototipo de máquina trituradora de material de plástico tipo PET. El prototipo se implementa por etapas bien diferenciadas pero que al integrarlas permiten obtener un producto eficiente y robusto.

2.1 ESTRUCTURA MECÁNICA-ELÉCTRICA

El elemento fundamental de la máquina trituradora es el motor que debe generar la fuerza y torque necesario para que permita un trabajo estable y robusto en la trituración sobre cuerpos en rotación, proporcionando la fuerza necesaria en las cuchillas trituradoras como los objetos PET a triturar. Aquí se utiliza para tal fin un motor trifásico en configuración estrella [4].

Elemento cortador o triturador

Después de realizar un análisis sobre que material es el más indicado para triturar material PET de objetos altamente consumibles en nuestro entorno regional (por ejemplo, tapas y botellas de plástico, pomos, etc.), se determina que las cuchillas. (Fig. 1) que cortaran o trituraran los objetos PET serán de acero inoxidable tipo A304 que presenta las propiedades de alta tenacidad y resistencia al desgaste.

La herramienta trituradora formada por cuchillas se simula en solidworks. (Fig. 2) considerando las dimensiones reales así como el material a utilizar previamente mencionado, obteniéndose su peso aproximado, que es un dato importante para el dimensionamiento del Motor trifásico a seleccionar. Cada cuchilla pesa de 0.81Kg y la herramienta presenta 14 cuchillas por lo que su peso aproximado total es de 12.11 kg. Se realiza el análisis de fuerzas que actuaran sobre la herramienta y el eje que la contiene a través del simulador obteniéndose una distribución de fuerzas como se expresa en la fig. 3.

En el eje irán ensambladas las cuchillas y acopladas a 2 rodajes para permitir el movimiento giratorio.

Otra pieza importante de la máquina trituradora de PET es un filtro para que solo deje pasar hojuelas o virutas trituradas de aproximadamente ½". Las hojuelas que no logren pasar seguirán arrastradas por la herramienta trituradora hasta lograr pasar por el filtro. (Fig. 4). El filtro se coloca debajo del sistema de cuchillas. Se colocara una mesa soporte para los cortadores, filtro, motor, engranes. Adicionalmente se pondrá una tolva que servirá como seguridad para el sistema de cuchillas.

Para transmitir la potencia y el movimiento circular a las cuchillas se usa un sistema de dos engranajes con 30 dentados cada uno,

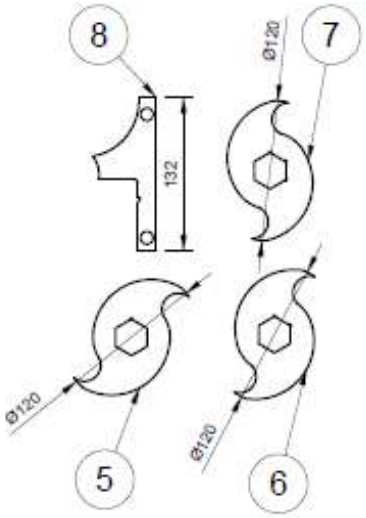


Figura 1. Dimensiones de las cuchillas a usar para triturar plásticos PET.

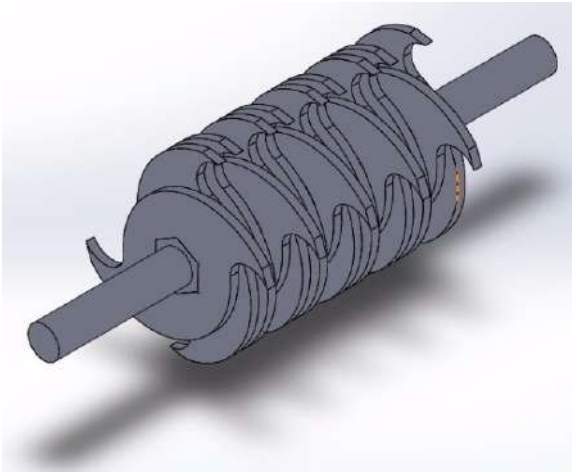


Figura 2. Simulación mediante Solidoworks de la herramienta a usar por el prototipo para triturar PET.



Figura 5. Vista real hacia el interior de la tolva que contiene a la herramienta para triturar PET.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2.03e+011	N/m^2
Poisson's Ratio	0.285	N/A
Shear Modulus	7.8e+010	N/m^2
Mass Density	7860	kg/m^3
Tensile Strength		N/m^2
Compressive Strength		N/m^2
Yield Strength		N/m^2
Thermal Expansion Coefficient	1.1e-005	/K
Thermal Conductivity		W/(m·K)
Specific Heat		J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

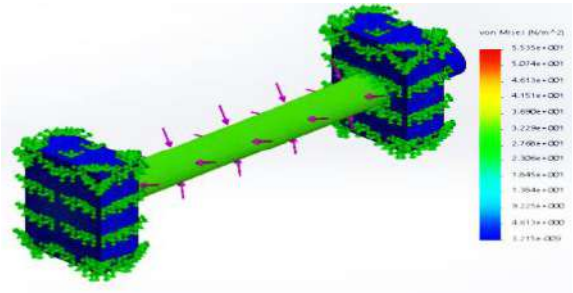


Figura 3. Fuerzas aplicadas al eje que contendrá a la herramienta trituradora de material PET.

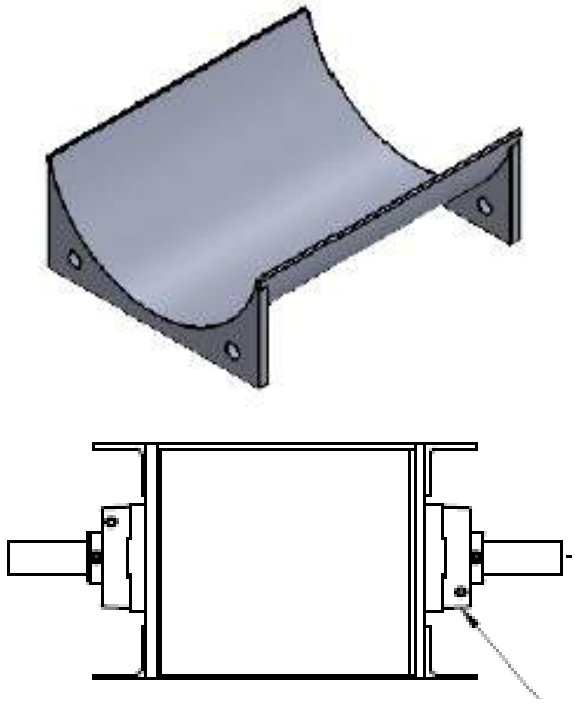


Figura 4. Filtro y caja que contiene al filtro y la herramienta de triturar.

conectados al eje que contiene a la herramienta de trituración, con ello se obtiene una adecuada relación fuerza-velocidad según la relación de transmisión de los engranajes. Los engranajes están conectados uno en sentido horario y el otro en sentido anti horario logrando con ello el movimiento de extracción de la herramienta trituradora hacia el material PET hasta que este se reduzca a un tamaño que pueda pasar el filtro. El material de los engranajes también es de acero sisa A2 con un peso total de 0.13 kg. (Fig. 5).

El motor seleccionado es uno trifásico de 0.75hp, por lo que con un arranque directo es posible trabajar adecuadamente, 1680 RPM y motoreductor 116 RPM.

Cada cuchilla está diseñada de manera que al momento de introducir una botella sea atrapada por las cuchillas salientes, evitando tiempo muerto o que no sea necesario introducir peso en esa botella para que sea atrapada por el sistema, Las cuchillas contarán con suficiente filo para que inmediatamente empiece la trituración.

2.2 ARRANQUE Y LÓGICA DE MANDO

El motoreductor trifásico [5] tiene un arranque directo que consta de:

Contactor:

Es un elemento electromecánico que permite o no el paso de corriente hacia el motor trifásico. Es accionado por una bobina de mando que a su vez puede ser energizada de forma manual o automática [6]. Si el motor trifásico tiene cambio de giro entonces debe haber dos conjuntos de contactores tripolares uno para cada giro y son excluyentes entre sí. Es decir cuando un conjunto de contactores funciona el otro debe estar inhabilitado y viceversa, de lo contrario pueden generar un corto en el receptor o motor. (Fig. 6).

Pulsador.

Elemento eléctrico accionado manualmente por el operario y que en un arranque de motor actúa generalmente en la lógica de mando como elemento de inicio del arranque o de paro del motor. Pueden ser normalmente abierto, cuando se pulsa sobre el se cierra (deja pasar corriente); normalmente cerrado, cuando e pulsa sobre el se abre (no deja pasar corriente); o tener ambos estados, normalmente abierto y normalmente cerrado.

Interruptor magnetotérmico.

Es un dispositivo eléctrico de seguridad que interrumpe el paso de corriente en los siguientes dos casos: (1) cuando hay un cortocircuito en el sistema eléctrico que puede afectar al motor (actúa la parte magnética); (2) cuando hay una temperatura elevada en el motor producto de una sobre intensidad entonces el interruptor evalúa el tiempo de permanencia de esta sobre intensidad si persiste entonces interrumpe la alimentación eléctrica [7]. No necesitan ser configurados o calibrados dado que el proyecto trabaja con niveles estándares o comerciales de voltaje e intensidad por lo tanto los interruptores de seguridad ya vienen desde fabrica calibrados y configurados para esos valores. (Fig. 7).

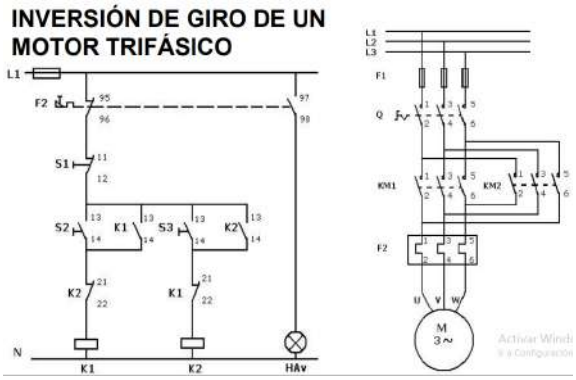


Figura 6. Lógica de inversión de giro del motor trifásico utilizada e implementada en el proyecto.



Figura 7. Caja eléctrica de mando de la máquina trituradora de PET



Figura 8. Lógica de implementación de la máquina trituradora de PET desarrollada en el proyecto.

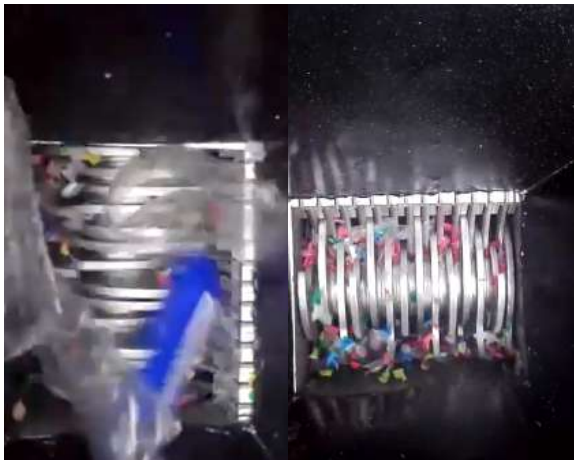


Figura 9. Ingreso de plástico PET y trituración del mismo.



Figura 11. Máquina trituradora de PET desarrollado en este trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fig.8 se muestra la secuencia de trabajo usada para construir e implementar el prototipo desarrollado en el proyecto. Se han realizado las pruebas correspondientes de arranque del motor y cambio de giro logrando la meta deseada en cuanto a resultados de trituración de material PET manteniendo un trabajo continuo y estable. Para las pruebas se han usado tapas de bebidas gaseosas así como diversos envases comerciales de plástico reduciéndoles a niveles que pueden pasar por el filtro y quedar almacenados en el depósito de desechos.

El equipo presenta un panel frontal eléctrico para la lógica de mando en una posición segura para el operario. El accionamiento es manual (recuérdese que este es un trabajo desarrollado para el curso de electromagnetismo III ciclo y tiene como meta implementar una aplicación práctica donde determinados fenómenos físicos se explican con la teoría desarrollada en el curso).

Una vez realizada el diseño y simulación del correcto funcionamiento de la máquina trituradora se pasa a la elaboración de los planos de las diferentes partes para su fabricación o construcción en taller, otras piezas de mayor complejidad de manufactura simplemente se adquieren en establecimientos especializados. Posteriormente se pasa a la implementación de cada pieza física acoplándolas entre ellas adecuadamente a fin de evitar juegos, huelgas y ruidos mecánicos que hacen ineficiente el movimiento del equipo. (Fig. 9). Se han realizado diferentes pruebas para calibrar la velocidad y torque del motoreductor hasta llegar al comportamiento deseado. En la fig. 10 se muestra diferentes enfoques del equipo desarrollado.

Trabajo futuros implica la automatización del arranque y paro del motor, por ejemplo cuando se llegue a un nivel adecuado de llenado del depósito de material PET a triturar un mejor control de velocidad-fuerza del motoreductor. La máquina será continuamente trabajada según los conocimientos adquiridos en los diferentes cursos por desarrollar.

Se considera un resultado importante obtener la metodología clara y precisa para las fases de creación de la maquina: diseño, simulación y fabricación del equipo. Esta metodología, junto con el diagrama de funcionamiento de la maquina hace que el sistema opere adecuadamente y sea altamente replicable.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se diseñó, construyó y automatizo una máquina trituradora de plásticos PET mediante el uso de un simulador, elementos mecánicos-eléctricos, motoreductores trifásicos y lógica de mando en un contexto de explicar su funcionamiento mediante los conocimientos teóricos adquiridos en el curso de electromagnetismo III ciclo.

El prototipo desarrollado en el trabajo descrito es de actual aplicación dado que se presenta como una innovación tecnológica local para resolver o apoyar en el reciclado de desperdicios y así apoyar en la conservación del medio ambiente.

El trabajo presentado aquí ha tenido también como propósito incentivar y promover la innovación tecnológica en un entorno de formación profesional universitaria. La meta no solo fue obtener un producto tecnológico, sino uno de las primeras máquinas trituradora desarrolladas en el ámbito local. Finalmente, el proyecto está abierto a nuevas mejoras y optimizaciones.

REFERENCIAS

1. Doulache, N., Khemici, M. W., Gourari, A., & Bendaoud, M. (2010, July). DSC study of polyethylene terephtalate's physical ageing. In Solid Dielectrics (ICSD), 2010 10th IEEE International Conference on (pp. 1-4).
2. http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1021/Mario_Tesis_maestria_2014.pdf?sequence=1. 2014.
3. Márquez, P. Negocios inclusivos: Iniciativas de mercado con los pobres de Iberoamérica. 2010.
4. http://prof.usb.ve/jaller/Guia_Maq_pdf/cat_motores_ind.pdf. 2015.
5. https://www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/571801_leseprobe_es.pdf. 2013.
6. http://www.frt.utn.edu.ar/tecnoweb/imagenes/file/Apuntes%20del%20Dpto%20Electrica/PR%C3%81CTICAS%20DE%20AUTOMATISMOS%20EL%C3%89CTRICOS.pdf. 2015.
7. https://library.e.abb.com/public/7c6874a53fa81fd58325722800341ab5/7922340-IV%20Instrucciones%20interruptores%20magnetotermicos%20y%20diferenciales1.pdf.



"Ritual"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 93-99, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30110

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Sistema de alarma doméstica a escala controlado por un aplicativo móvil

Scale domestic alarm system controlled by a mobile application

Claudia Mélany Padilla Alayo[1]
Piero Zoe Acevedo Celis[1]
Diego Alberto Dionicio Guzmán[1]
Jorge Alva Alarcon[2]

Recibido: 05 de abril de 2019
Aceptado: 15 de abril de 2019

RESUMEN

Este proyecto presenta el diseño e implementación de una alarma doméstica a escala. Para ello se hizo uso de la tarjeta electrónica de desarrollo Wemos D1 mini, el entorno de desarrollo Arduino IDE y la plataforma para aplicaciones IoT, Blynk. El objetivo del funcionamiento es poder brindar seguridad, detectando movimientos no habituales en el hogar, enviando alertas al teléfono inteligente enlazado y, a su vez, controlando este sistema desde un aplicativo móvil; sin importar la distancia a la que el usuario se encuentre.

Palabras claves: sistema de alarma, tarjeta electrónica de desarrollo, aplicativo móvil, IoT.

ABSTRACT

The project presents the design and implementation of a domestic scale alarm. We used the Wemos D1 mini development electronic card, the Arduino IDE development environment and the platform for IoT applications, Blynk. The objective of the operation is to provide security, detecting unusual movements at home, sending alerts to the linked smartphone and controlling the system from a mobile application; no matter how far away the user is.

Key words: alarm system, electronic development card, mobile application, IoT.

1 Estudiante de sétimo ciclo de Ingeniería Electrónica - Universidad Privada Antenor Orrego.

2 Maestro en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, docente contratado – Universidad Privada Antenor Orrego.

INTRODUCCIÓN

La inseguridad ciudadana se ha presentado como factor crítico en la ciudad de Trujillo y tiene como modalidad el robo dentro de las viviendas. De acuerdo con el reporte de las estadísticas de seguridad ciudadana del INEI, 2017 (teniendo como total de viviendas aproximadamente 251272 en Trujillo) mostró que el porcentaje de viviendas que fueron robadas fue el 19.9% de estas durante dicho año. Debido a la cifra de inseguridad en la ciudad, surgió la idea del diseño de un sistema de alarma doméstico haciendo uso de Internet de las cosas.

Se trabajó con el fundamento teórico de Internet de las cosas (IoT). Este concepto hace referencia a la interconexión digital de objetos con Internet, potenciando objetos que antiguamente se conectaban mediante circuitos cerrados y no podían monitorearse ni tener control sobre ellos, ya que solo se basaban en el funcionamiento que estos presentaban. "El Internet de las cosas puede verse como una red gigantesca formada por subredes de dispositivos y ordenadores conectados a través de una serie de tecnologías" (Suwimon Vongsingthong, 2014. Pág. 360).

En IoT los objetos se valen de sistemas embebidos; en otras palabras, de un hardware especializado que permite no solo la conectividad a Internet, sino programar eventos específicos en función a las tareas que se les sean asignadas remotamente. Debido a la capacidad de enlazar dispositivos embebidos con capacidades limitadas de CPU, memoria y energía demuestra que IoT puede aplicarse en distintas áreas. "Estos sistemas podrían encargarse de recolectar información en diferentes entornos: desde ecosistemas naturales hasta edificios y fábricas" (Mehmet Ersue. 2015. Pág. 3).

El concepto de IoT tiene como fundamento la programación, dada mediante diferentes lenguajes y entornos, siendo uno de los más usados el entorno Arduino IDE basado en el lenguaje C, el que ha sido de uso en el presente proyecto.

El desarrollo de sistemas de alarmas ha ido creciendo a lo largo de los años, creándose distintos prototipos y funcionamientos: desde un dispositivo creado por Augustus Russell Pope, que funcionaba a pilas y reaccionaba al cerrar un circuito eléctrico produciendo vibraciones; hasta el empleo de tecnología de vigilancia de vídeo en alta definición y detectores electrónicos. La funcionalidad agregada del proyecto comparada con diversos modelos ya existentes es el desarrollo del aplicativo móvil para poder controlar el sistema desde cualquier lugar donde el propietario se encuentre.

El principal objetivo es que, al hacer uso de placas y entornos de desarrollo, se hace posible dar seguridad mediante el diseño, simulación e implementación de un sistema de alarma a escala que brinde seguridad a larga distancia.

CONTENIDO

DIAGRAMA DE BLOQUES

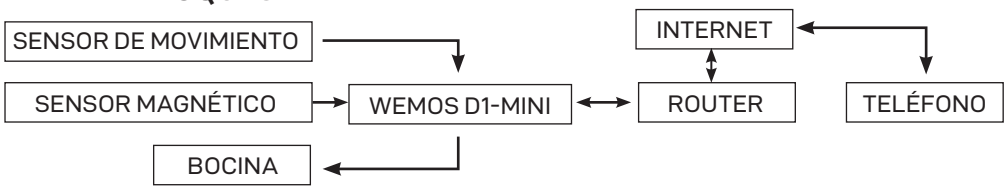


Figura 1 – Diagrama de bloques del proyecto.

El sistema de alarma se encuentra a la espera de recibir una señal, ya sea de movimiento, detectada por un sensor infrarrojo pasivo PIR (figura 6); o a la espera de la señal dada por la separación entre el imán y el sensor magnético (figura 5) que inicialmente se encontraba en un estado diferente. Una vez detectada dicha señal, será leída por la placa de desarrollo la cual se encuentra conectada a Internet mediante un router. De esta manera podrá enviar la información al aplicativo creado en el teléfono inteligente que también se encuentra conectado a Internet, especificando qué sensor ha detectado la señal, mostrará notificaciones (figura 10) en el teléfono y enviará mensajes al correo electrónico enlazado (figura 11 y 12). Así mismo, activará una bocina conectada al sistema, la cual será controlada mediante la aplicación.

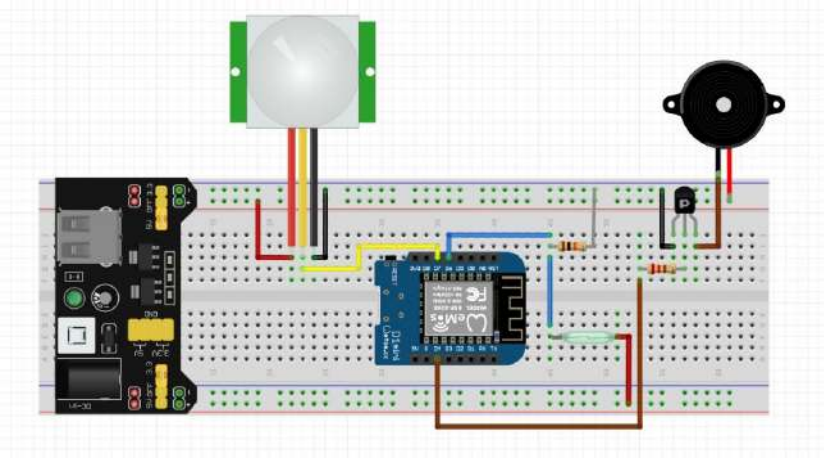


Figura 2 – Diagrama del circuito.

CIRCUITO

El siguiente esquema (figura 2) muestra la simulación del circuito creado en el software de desarrollo Fritzing que permite documentar prototipos basados en Arduino y crear esquemas de circuitos para su posterior implementación.

La placa de desarrollo usada es Wemos D1 – Mini (figura 3) placa basada en ESP8266, el cual es un chip integrado con conexión WiFi y compatible con el protocolo TCP/IP, cuyo objetivo principal de dar acceso a cualquier microcontrolador a una red.

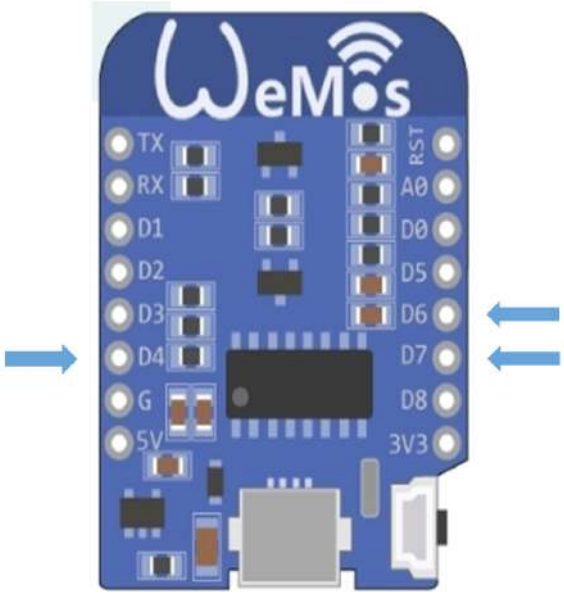


Figura 3 – Pines de la placa Wemos D1 – Mini ESP8266 con la señalización de los pines usados.

Para hacer posible la comunicación entre la placa Wemos D1 – Mini y el aplicativo móvil creado, es necesario incluir la programación de dicha conexión (figura 4) junto al código principal del funcionamiento del sistema; lo que se lleva a cabo en el entorno Arduino IDE.

```
constchar* ssid = "your_wifi_name";
constchar* password = "your_wifi_password";

void setup(void)
{
// Start Serial
Serial.begin(115200);
// Connect to WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
Serial.print(".");
  }
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
// Print the IP address
Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Figura 4 – Código utilizado en la conexión entre Wemos D1 – Mini y la red Wi-Fi Recuperado de Internet of Things with ESP8266, Marco Schwartz. http://www.i-element.org/PDF/E09.pdf

La placa Wemos D1-mini cuenta con 11 pines digitales GPIO que pueden ser programados como entradas y salidas por donde se envía y recibe información. Los pines usados fueron 3: GPIO4, GPIO6, GPIO7. El pin GPIO6 fue usado para la conexión del sensor magnético (figura 5) ubicado en la puerta principal (figura 14) del prototipo de la casa a escala. El funcionamiento consiste en que inicialmente el sensor se encuentra junto a un pequeño imán; al existir esta unión se genera un voltaje producido por la corriente circulada a través del sensor y la fuerza del campo magnético transversal a esta corriente, que puede ser interpretado como "1" lógico o +5 voltios. Este voltaje es leído desde el pin establecido en la placa de desarrollo determinando el estado de puerta cerrada. Sin embargo, al separarse dicho imán, la señal de salida es interrumpida y cambiará de estado "1" a "0" lógico, interpretándose como puerta abierta.

El siguiente pin GPIO7 es usado para la conexión del sensor pasivo infrarrojo PIR (figura 6). Estos son capaces de detectar el calor generado por un cuerpo humano en movimiento. Los sensores PIR detectan la radiación infrarroja emitida por un objeto. Posee 3 pines de conexión +5v, OUT (3,3v) y GND (figura 7) y dos resistencias variables de calibración (figura 8) (Ch1 y RL2).

- **Ch1:** Con esta resistencia se puede establecer el tiempo que se va a mantener activa la salida del sensor. Una de las principales limitaciones es que el tiempo mínimo que se puede establecer es 3s. Si se cambia la resistencia por otra de 100K, se puede bajar el tiempo mínimo a aproximadamente 0,5 s.
- **RL2:** Esta resistencia variable permite establecer la distancia de detección que puede variar entre 3-7m.

El sensor PIR ubicado dentro de la casa a escala (figura 15) detecta movimiento no habitual dentro de un punto estratégico de la casa ya sea como patio, tragaluz o alguna zona expuesta. Y de la misma manera que el sensor magnético enviará una señal que será leída por la placa de desarrollo. El sensor se encuentra en un estado de "0" lógico cuando no detecta movimiento; no obstante, cuando detecte actividad será interpretado como un "1" lógico, el cual será procesado para dar una alerta de movimiento dentro de la casa.



Figura 5 – Sensor magnético. Recuperado de http://www.magnetismswitch.com/proximity-switch/glass-sensor-tube-magnetic-reed-switch.html



Figura 6 – Sensor PIR. Recuperado de https://www.makerelectronico.com/producto/sensor-movimiento-pir-hc-sr501/

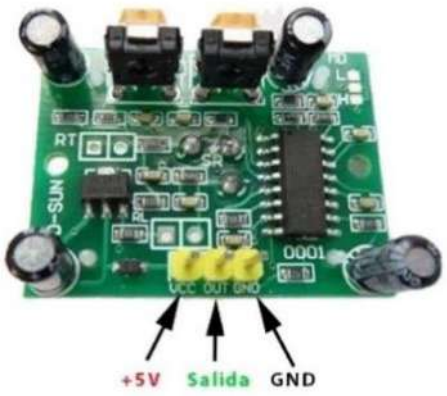


Figura 7 – Conexiones del sensor PIR. Recuperado de https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/sensor-pir-para-la-deteccion-de-presencia

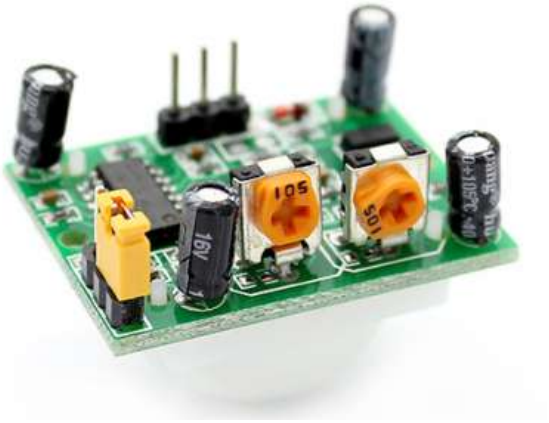


Figura 8 – Circuitería interna del sensor PIR. Recuperado de https://www.makerelectronico.com/producto/sensor-movimiento-pir-hc-sr501/



Figura 9 – Interfaz del aplicativo móvil.



Figura 10 – Notificación del aplicativo móvil.

APLICATIVO MÓVIL

El aplicativo fue desarrollado utilizando la plataforma Blynk -una plataforma de Internet de las cosas para Android y iOS de control de sistemas desarrollados con Arduino y Raspberry Pi -que puede controlar hardware en forma remota, monitorear sensores, guardar datos y visualizarlos. Esta consiste de tres partes principales que conforman el sistema:

- Blynk App permitirá crear las interfaces de control.
- Servidor Blynk Server es responsable de las comunicaciones entre el teléfono y el hardware. Puede hacerse uso del servidor online de Blynk o instalar un propio servidor Blynk local. Este servidor es una aplicación de código abierto.
- Librerías Blynk disponibles para diferentes plataformas de desarrollo que permitirán la comunicación entre el servidor y recursos del hardware. Por ejemplo, cada vez que se presione un botón de la aplicación se generará un mensaje, el cual viajará por la nube Blynk y encontrará su camino hacia el hardware o viceversa.

Con esta herramienta de trabajo se pudo diseñar una interfaz gráfica para el proyecto colocando controles y símbolos de señalización.

Al ver la imagen de la interfaz (figura 9) se pueden observar diferentes botones, los cuales cumplen funciones específicas. Se muestran dos indicadores LED, el LED de la derecha se activará al color verde durante 5 segundos cada vez que se detecte movimiento por cualquiera de los dos sensores. El LED de la izquierda servirá de indicador del estado en que se encuentre la bocina. La bocina sonará cada vez que detecte movimiento el sensor PIR, cada vez que haya cambio de estado en el sensor magnético o cada vez que esta sea activada o desactivada. Por consecuente, activará al LED. El botón 'V0' tiene como función activar y desactivar la bocina del sistema, ya que el usuario debe decidir en qué momento desea apagar la bocina una vez activada; o si desea, prenderla él mismo. El ícono de un teléfono móvil pequeño es usado para las notificaciones enviadas al teléfono inteligente (figura 10), las que informarán de cualquier evento captado por el sistema. Por último, se muestra el ícono de un mensaje, el cual se usará junto a la notificación de detección de algún evento para enviar un correo electrónico a la cuenta personal del usuario alertando de la misma forma un movimiento no habitual (figuras 10 y 11).

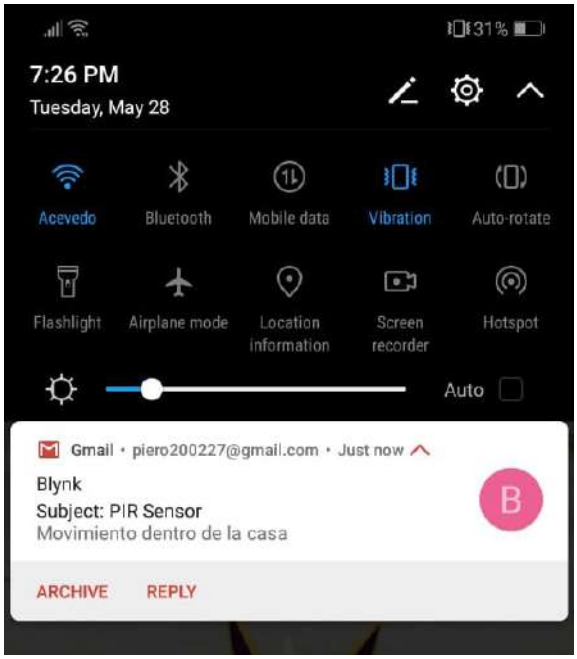


Figura 11 – Notificación del correo electrónico.



Figura 12 – Correos electrónicos enviados al usuario.

MAQUETA

La maqueta (figura 13, 14 y 15) se desarrolló con el fin de probar la funcionalidad del prototipo a pequeña escala. Se puso un sensor de movimiento en la zona que hace referencia al jardín y se puso un sensor magnético en la zona que corresponde a la puerta de ingreso.



Figura 13 – Maqueta vista desde lado superior.



Figura 14 – Ubicación del sensor magnético en la puerta principal.



Figura 15 – Ubicación del sensor PIR.

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar e implementar el sistema de alarma doméstico con conexión vía Internet mediante un dispositivo móvil.
- Con las debidas pruebas realizadas, no se determinó ningún problema de red o calibración de los sensores del sistema.
- El presente sistema es útil para validar un prototipo de sistema de alarma a mayor escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vongsingthong, S.; Smanchat, S. 2014. *Internet of Things: A review of applications & technologies.* Suranaree Journal of Science and Technology. 1. 360.

2. Ersue, M.; Romascanu, D.; Schoenwaelder, J.; Sehgal, A. 2014. *Management of Networks with Constrained Devices: Use Cases.* IETF Internet Draft.

3. Marco Schwartz. 2016. *Internet of things with ESP8266.* Packt Publishing Ltd.

4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Victimización del Perú 2010-2017. Capítulo 3.* Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1519/cap03.pdf.

5. Pablo Cuartero (Marzo, 2017). Componentes Electrónicos. Recuperado de: https://componenteselectronicossite.wordpress.com/2017/03/31/hc-sr501/



"Dios del viento"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 101-108, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30111

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Implementación de una red celular GSM mediante software OPENBTS

Implementation of a GSM cellular network using OPENBTS software

Jhonson Hailer Araujo Garcia[1]
Cynthia Judith Pomatanta Rodríguez[1]
Frank Erick Ñanez Ruiz[1]
Jorge Luis Alva Alarcón[2]

Recibido: 01 de abril de 2019
Aceptado: 24 de abril de 2019

RESUMEN

El presente trabajo empleó herramientas de hardware y software de licencia libre para el establecimiento de una estación base celular (BTS) a baja escala. Partiendo de conceptos técnicos que facilitan la instalación del sistema Operativo Ubuntu (dstribución Linux), el software libre OpenBTS y empleando el hardware USRP N200 (Universal Software Radio Peripheral) permitieron desplegar una red análoga al estándar de telefonía móvil (GSM) tal como se establece en el Perú. Usando los teléfonos móviles como extensiones SIP (Session Initiation Protocol), desde el sistema Asterisk (software con funcionalidades de gestión telefónica), logrando ejecutar llamadas entre los terminales, mensajes de texto (SMS), llamadas desde un terminal OpenBTS hacia otra terminal móvil, entre otros servicios.

Palabras clave: estación base celular, OpenBTS, USRP, Asterisk, GSM.

1 Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones y Redes – Universidad Privada Antenor Orrego

2 Maestro en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, docente contratado – Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The present work used free software hardware and software tools for the establishment of a small-scale cellular base station (BTS). Based on technical concepts that facilitate the installation of the Ubuntu Operating System (Linux distribution), the OpenBTS free software and using the USRP N200 (Universal Software Radio Peripheral) hardware allowed to deploy a network analogous to the mobile telephony (GSM) standard as established in Peru. Using mobile phones as SIP extensions (Session Initiation Protocol), from the Asterisk system (software with telephone management functionalities), managing to execute calls between terminals, text messages (SMS), calls from an OpenBTS terminal to another mobile terminal, among other services.

Keywords: cellular base station, OpenBTS, USRP, Asterisk, GSM.

INTRODUCCIÓN

Con la evolución de las comunicaciones móviles según OSIPTEL, se estima que Lima y La Libertad son los departamentos que poseen más líneas de telefonía móvil: 10,343,713 y 1,560,336 respectivamente; mientras que los departamentos de Tumbes y Madre de Dios presentan el menor número de líneas 187,999 y 160,289 respectivamente. Desde principios de los años 90, se abrió paso el concepto de radio definido por software (SDR) con lo que se ha introducido dentro de los sistemas de radiocomunicaciones convencionales. El uso de las plataformas SDR permite reducir los componentes hardware debido a la implantación de las funciones de radio definido por software para el procesado digital de las señales.

Los sistemas de comunicación en la telefonía celular han ido evolucionando con el pasar de los años, tales como mensajes de texto y llamadas, así los usuarios pueden mantenerse comunicados entre sí. Por tal motivo se implementó una estación base celular GSM como respaldo para las comunicaciones. Según Navarro (2015) afirma "El estándar más conocido de sistema de segunda generación es GSM. Las características principales del sistema GSM eran la buena calidad del servicio, terminales y servicios baratos, roaming internacional, eficiencia espectral, compatibilidad RDSI, etc. El servicio comercial del sistema GSM llegó en 1992 como pruebas en la Expo92 en Sevilla y de forma definitiva en 1993. El servicio de voz ha sido el principal elemento para impulsar este mercado, convertido en un mercado de masas con un índice de penetración del 98.7% de la población mundial. Además, GSM tiene más capacidades aparte de la voz" (p.26).

El estándar GSM está basado en transceptores de radiofrecuencia de bajo costo y software de código abierto, que permiten su despliegue e implementación en comunidades de difícil acceso y pocos habitantes. Conjugando las tecnologías SDR con herramientas de software libre con base en OpenBTS, es posible configurar e implementar rápidamente una estación base de telefonía celular que permite a los usuarios realizar llamadas de voz y enviar mensajes de texto SMS entre los elementos de la red, ahora es posible implementar este tipo de redes móviles con un costo considerablemente reducido.

Actualmente en el mercado se encuentran un gran número de plataformas SDR a un precio accesible, lo que las convierte en una clara opción para un proyecto de investigación. Además, buena parte de las aplicaciones utilizan software libre, por lo que existe una red de desarrolladores especializados que constantemente revisan el código en busca de posibles mejoras. Es posible implantar nuestra solución a un precio económico y a la vez disponer de soporte para la resolución de problemas que puedan ir surgiendo.

La novedad que trae este proyecto es utilizar OpenBTS con un sistema embebido integrado en una plataforma SDR que permite evaluar los distintos procedimientos observados en una red GSM. La posibilidad de estudiar el efecto que tiene la configuración de ciertos parámetros en la calidad del enlace, va a permitir considerar las oportunidades que ofrece el estándar GSM.

CONTENIDO

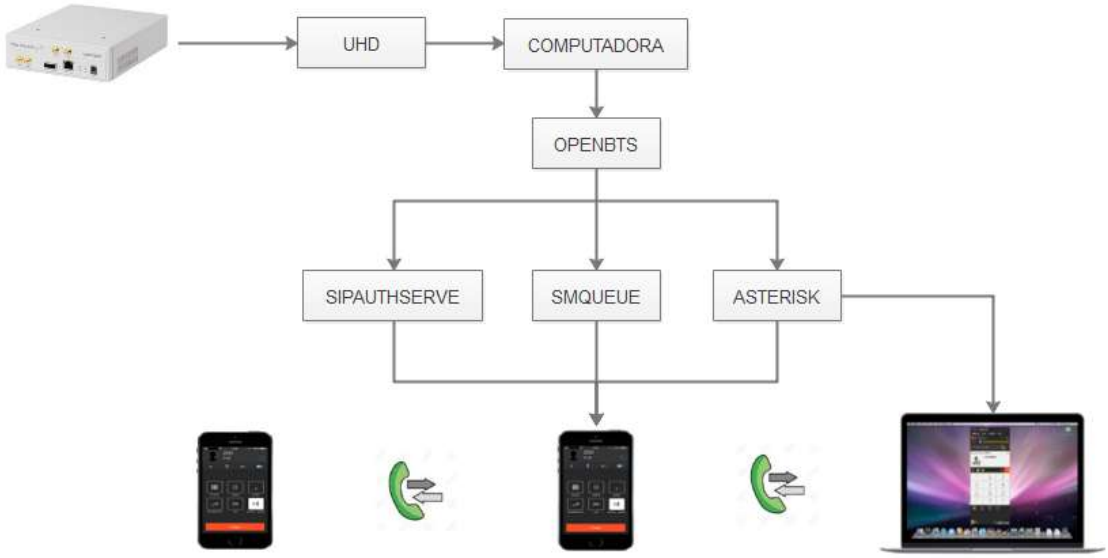


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema desarrollado

Este sistema se inicia teniendo el hardware USRP N200, posteriormente se instala el driver de la UHD en la computadora con el sistema operativo libre Ubuntu 16.04. La instalación se hace una única vez en el sistema, luego procedemos instalar el OpenBTS, este también se instala una única vez, luego solo se inicializa sus servicios. Al inicializar OpenBTS también lo hacen los sistemas de Sipauthserve, Smqueue y Asterisk. Estos servicios sí se tienen que inicializar cada vez que la computadora se reinicie o cuando los queramos utilizar. Con estos servicios inicializados se puede proceder a registrar teléfonos celulares a la red y así establecer llamadas y mensajería.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL HARDWARE

Tabla 1. Especificaciones técnicas USRP
Fuente: Ettus

DATOS TÉCNICOS - USRP	
Ancho de banda de RF con muestras de 8 bits	50 MHz
Ancho de banda de RF con muestras de 16 bits	25 MHz
Conectividad	Gigabit Ethernet
Procesamiento a bordo	FPGA
FPGA	Xilinx® Spartan® 3A-DSP XC3SD1800
ADCs	14 bits 100 MS / s
DACs	16 bits 400 MS / s
referencia de reloj	de 5 o 10 MHz
Referencia de frecuencia	TCXO (~ 2.5ppm)
GPS interno bloqueado de referencia oscilador	NO
Rango de frecuencia	DC - 6 GHz con placa hija adecuada
S.O Soportado	Linux, Mac OS X & Windows
potencia requerida	6 VDC , 3A
E/S Digital de alta velocidad	32 bits
entrada analógica	4 canales
salida analógica	4 canales
sincronización	
entrada PPS	3-5Vcc
tipo de conector	SMA
Puerto de expansión	MIMO

Tabla 2. Especificaciones técnicas Antena VERT900
Fuente: Ettus

ANTENA VERT900	
FRECUENCIA DOBLE BANDA	(824 - 960 MHz, 1710-1990 MHz)
DIRECCIÓN	OMNIDIRECCIONAL
GANANCIA	3DBI
COMPATIBILIDAD	CELULAR, PCS E ISM BANDA

Tabla 3. Especificaciones técnicas tarjeta RFX900
Fuente: Ettus

RFX900	
rango de frecuencia	750 a 1050 MHZ
potencia de transmisión	200 mW (23dBm)
ancho de banda en RX/TX	30MHz
salto de frecuencia	200 us
mediada analógica incorporada rango de AGG	70dB
potencia de transmisión	ajustable
uso	celular, radio búsqueda, radio doble vía u banda ISM

Tabla 4. Especificaciones técnicas de la computadora
Fuente: propia

COMPUTADORA	
procesador	Core I3
memoria RAM	4Gb
Disco duro	80GB
puerto ethernet	gigabit
puertos USB	2

En la tabla número N. 1 se muestran las especificaciones técnicas de la USRP, el cual es el hardware que se adapta a nuestra red. Ya que tiene una excelente velocidad de transmisión de hasta 50ms/s lo llamaremos el cuerpo de nuestra red. En la tabla N. 2 se visualizan las características y especificaciones de la antena a usar, la cual es una Vert900. Esta antena nos da un espectro de radiación omnidireccional con doble banda, la primera de 824 a 960 MHz y la segunda de 1710 a 1990 MHz. Como podemos observar estas frecuencias se adecuan con nuestra USRP. En tal sentido a esta antena la denominaremos como las extremidades de nuestra red. Seguido, en la tabla N.3 visualizamos las especificaciones técnicas de la tarjeta RFX 900. Esta tarjeta trabaja con un rango de frecuencia de 750 a 1050 MHz, con una potencia de transmisión de 200Mw (23dBi) y se puede usar para telefonía celular, radio búsqueda, motores y banda ISM. Vemos que las frecuencias se ajustan a nuestra red, ya que trabajaremos con una frecuencia de 900MHz por lo cual nuestro hardware cumple con todos los requerimientos deseados. A esta tarjeta la denominaremos como el corazón de nuestra red, ya que es capaz de emitir la señal. Y, por último, en la tabla N.4 tenemos nuestro último requerimiento, son los datos técnicos de nuestra computadora, la cual será usada como servidor. Esta computadora tiene como mínimo un procesador Core I3, una memoria RAM de 4Gb, un disco duro de 80 GB, puerto gigabit ethernet, y puertos USB.

```
openbts@TELECO:~/Documentos$ cd OpenBTS/
openbts@TELECO:~/Documentos/OpenBTS$ cd openbts_systemd_scripts/
openbts@TELECO:~/Documentos/OpenBTS/openbts_systemd_scripts$ sudo su
root@TELECO:/home/openbts/Documentos/OpenBTS/openbts_systemd_scripts# ./openbts-
start.sh
chmod: no se puede acceder a '/var/lib/asterisk/sqlite3dir/sqlite3*': No existe
el archivo o el directorio
Asterisk PID: 3575
Sipauthserve PID: 3579
Smqueue PID: 3584
OpenBTS PID: 3579
root@TELECO:/home/openbts/Documentos/OpenBTS/openbts_systemd_scripts#
```

Figura 2. Verificación de inicialización de servicios

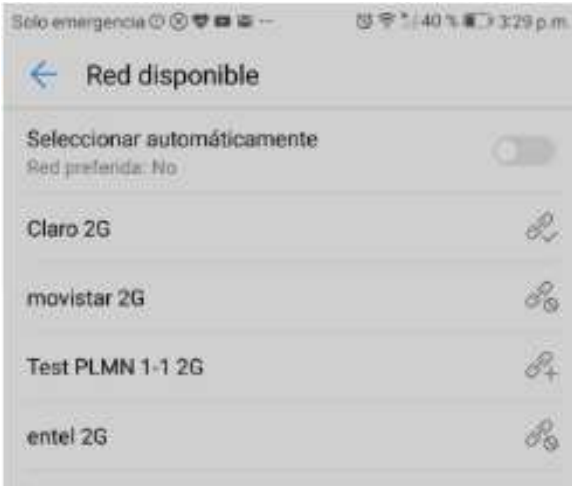


Figura 3. Buscando Red 2G



Figura 4. Registrando a la red creada 2G

En la figura 2 se puede observar la inicialización de los servicios Asterisk, Sipauthserve, Smqueue y OpenBTS dentro del sistema operativo Ubuntu. Luego, en la figura 3, se observa la nueva red creada "Test PLMN 1-1 2G" y en la figura 4 se observa cómo el teléfono móvil se ha registrado en dicha red.

En la figura 5 se observan mensajes de texto que se enviaron utilizando la plataforma desarrollada. También se realizaron pruebas de llamadas telefónicas como las que se observan en la figura 6.

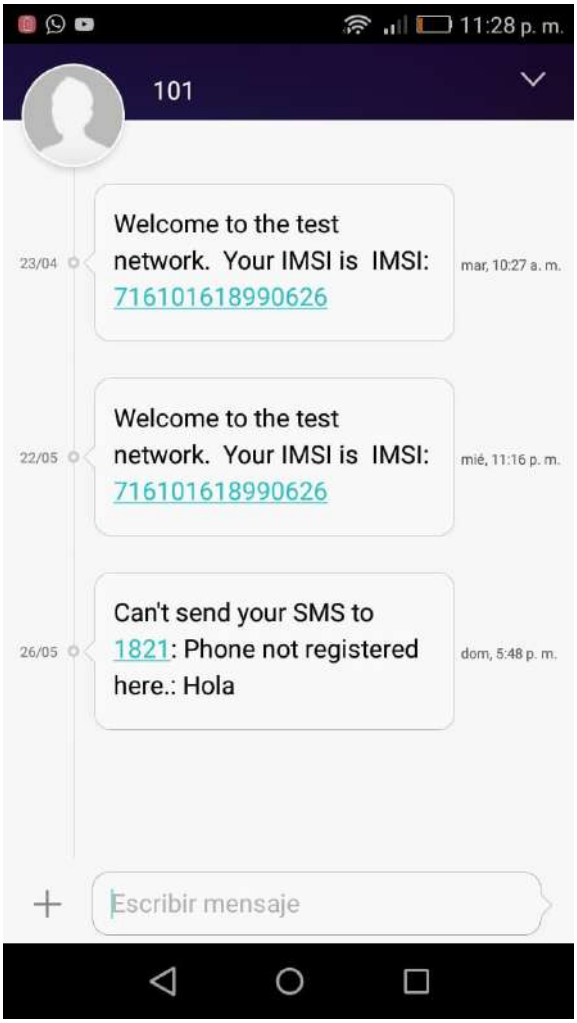


Figura 5. Mensaje ECOG



Figura 6. Prueba de llamadas de los teléfonos registrados

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SOFTWARE

Tabla N.5. Detalles de software utilizado
Fuente: GitHub

SOFTWARE	
openbts 5.0	servidor GSM
sipauthserve	gestor de protocolo SIP
smsqueue	gestor de mensajería
Asterisk	Central telefónica

Esta parte de software actúa como el cerebro de toda nuestra red empezando con la descripción de la tabla N.5. *OpenBTS* es el servidor que, tras la inicialización de los servicios (figura 2), que junto con *OpenBTS* son los encargados de emitir la señal 2G al aire libre. En este punto se tiene que la señal se emite "tal cual" sin considerar su calidad, para compensar esto se realiza una serie de configuraciones como la ganancia y potencia. Luego, pasa a actuar el servicio *Sipauthserve*, este servicio se encarga de gestionar las solicitudes de registro de los nuevos usuarios que desean conectarse a nuestra red, previa a la configuración de *OpenBTS*. Al mismo tiempo que Sipauthserve gestiona las solicitudes, el servicio Smqueue se encarga de notificar al nuevo usuario cuando este se vincule a nuestra red (figura 5), o de almacenarlos hasta cuando el usuario se vuelva a conectar y también cuando los usuarios hagan intercambio de mensajería.

En la configuración del CLI de *OpenBTS* se debe establecer permisos y configuraciones de la red desde el permiso de exponer la red (figura 3), para que cualquier usuario que intente registrarse a nuestra red lo haga con éxito (figura 4), además de configurar la calidad de la red para que esta tenga menos latencia al establecer una comunicación o mensajería de texto.

La latencia de la comunicación depende de la potencia, ya que si es muy alta tendremos mucho retardo y si es muy baja tendremos interrupciones y ruido excesivo. Para esto es recomendable tener la potencia RSSI como nivel aceptable de -47dB y potencia total de -51dB para tener el menor retardo, aunque también depende mucho de las antenas. Tenemos que recordar que la tarjeta RFX900 nos da al mismo tiempo RX y TX, por lo cual necesitaríamos dos antenas VERT900 para tener una excelente calidad.

Existe un servicio denominado "llamada de ECO", que sirve para identificar el tiempo que demora en retornar nuestra voz luego de emitir un mensaje. Al inicio de las pruebas teníamos un retraso de 1 segundo, esto quiere decir que cuando nosotros decíamos "hola" a través del ECO (#2600), este "hola" se replicaba en un tiempo de 1 segundo, lo cual para las comunicaciones es mucho tiempo. Para ello se realizaron las configuraciones respectivas de ganancia y potencia a nuestra única celda para poder mejorar este tiempo. Después de la configuración se logró obtener un retraso de 0.20 ms.

La llamada entre usuarios (figura 6) tuvo el mismo resultado, de más tiempo a menos tiempo de respuesta, en el cual logramos establecer

una comunicación con un retardo de 0.20 ms (considerando que la distancia de separación entre terminales no fue mayor a 12 metros). Un aumento en la distancia de separación de los terminales disminuiría la calidad de la señal debido a la pérdida de potencia de la misma y el aumento relativo de las interferencias.

Por último, utilizado el gestor de mensajería de texto Smqueue se logró hacer un chat entre usuarios registrados en la red. Se obtuvo un correcto funcionamiento de este servicio. Cabe resaltar que este gestor Smqueue también nos da la facilidad de enviar mensajes de texto, a través de la línea de comandos, a cualquier usuario registrado siempre y cuando tengamos el código de destino IMSI.

```
[general]
bindaddr=0.0.0.0
bindport=5060
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=gsm
language=es

[IMSI716101303032038]
callerid=940273863
canreinvite=no
type=friend
context=sip-users
allow=gsm
host=dynamic

[IMSI716101618990626]
callerid=940273803
canreinvite=no
type=friend
context=sip-users
allow=gsm
host=dynamic
```

Figura 7. Configuración de Asterisk – Fichero "sip.conf"

Asterisk es un servidor de telefonía sobre IP (VoIP), su configuración general se realiza modificando el fichero sip-config (figura 7). En este fichero de configuración indicamos los parámetros, códec de comunicación y las extensiones que se desea crear. Para este caso se crearon 4 extensiones, de las cuales la extensión 2001 y 2002 se crearon con fines de pruebas en la red GSM.

Otro fichero de configuración para el software Asterisk es el fichero "extensions.conf", en este fichero podemos configurar lo siguiente: el número que usaremos para las llamadas y tiempo que puede durar mientras marcamos a una extensión

```
 GNU nano 2.5.3          Archivo: extensions.conf

[general]

[sip-users]
exten = 940273863,1,Dial(SIP/IMSI716101303032038)
exten = 940273803,1,Dial(SIP/IMSI716101618990626)

exten=210,1,dial(sip/2010,10)
exten=210,n,voicemail(2010@default)
exten=210,n,hangup

exten=211,1,dial(sip/2011,10)
exten=211,n,voicemail(2011@default)
exten=211,n,hangup

exten=_2..,1,Dial(SIP/${EXTEN}@siptrunkA,10)
exten=_2..,n,voicemail(2010@default)
exten=_2..,n,hangup

exten=_9..,1,Dial(SIP/${EXTEN}@siptrunkA,10)
exten=_9..,n,voicemail(2010@default)
exten=_9..,n,hangup
```

Figura 8. Configuración de Asterisk – fichero "extensions.conf"

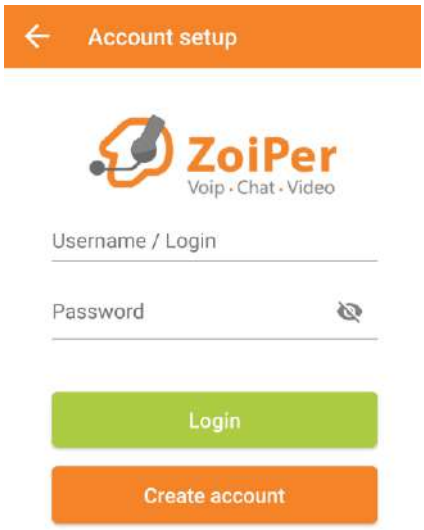


Figura 9. Aplicación Zoiper para utilizar VoIP

hasta que se desconecte automáticamente. Aquí también es donde establecemos todos los parámetros que queramos indicarle a nuestro servidor VoIP desde un número normal de registro hasta un IVR (respuesta de voz interactiva).

Zoiper es la aplicación que permite que los equipos móviles y las computadoras puedan conectarse al servidor Asterisk. Primero se debe entrar en la red, luego para ingresar mediante este aplicativo se debe registrar con el número que se asignó en el fichero "sip.conf". También es donde se define una contraseña para poderlo usar con Zoiper u cualquier otro aplicativo de VoIP. Finalmente, es necesario conocer la IP del servidor a utilizar.

MATERIALES

- Computador con sistema operativo Ubuntu 16.04 instalado.
- USRP N200 de ETTUS.
- Antenas VERT900.
- Switch Gb.
- Teléfonos celulares.
- Tarjeta RFX900.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

- **Se logró implementar la Red GSM.**

  La implementación se realizó en una laptop cuyo puerto de red no era Mb, para ello requirió de un switch Gb con el fin que esta laptop tenga comunicación con la USRP.

  Además, se logró implementar el servicio de mensajería donde la prueba de mensajería demoraba 1s, luego se modificaron los parámetros de configuración y así el tiempo de disminuyo a 0.20 ms.

  Finalmente, se logró implementar el servicio de llamadas. Inicialmente las pruebas mostraron cierto retardo haciendo que la llamada no fuera entendible. Se modificaron los parámetros de configuración y se consiguió una comunicación con un retardo de 0.20 ms (considerando que la separación de los celulares no era mayor a 12m)

CONCLUSIONES

Queda demostrado mediante la práctica y experimentación realizada en el proyecto, que es posible implementar una red de telefonía móvil usando componentes de software libre y hardware de bajo costo, usando la tecnología conocida como GSM que logra integrar las tecnologías modernas usadas en las redes de telecomunicaciones.

Este proyecto es un gran aporte para la Universidad Privada Antenor Orrego, ya que se puede ampliar de forma práctica todos los conocimientos impartidos de las diferentes materias de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería de Telecomunicaciones y Redes, de esta manera se promueve una manera didáctica de emplear todos los conocimientos teóricos e incentivar las investigaciones.

El trabajo propuesto sirve como base para considerar investigaciones con equipos más potentes y con capacidades de utilizar tecnologías más modernas como UMTS y LTE, además de trabajar con otros servicios multimedia sobre este tipo de redes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Navarro, J. (2015). Prototipo de estación base GSM usando OpenBTS. (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones). Universidad de Granada, Granada.

2. Canet, C. (2016). Evaluación y oportunidades de una estación base GSM definida por software. (Proyecto de fin de carrera de Ingeniería Superior de Telecomunicaciones). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

3. ARSYS INTERNET. (20 de 07 de 2007). Muy Linux. Obtenido de Muy Linux Web Site: www.muylinux.com

4. Asociación Aditel. (15 de octubre de 2004). Ubuntu. Obtenido de Ubuntu Web Site: www.ubuntu-es.org

PuebloCont. Vol. 30(1):109-116, 2019
http://doi.org/30.22497/PuebloCont.301.30112

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Cerradura electrónica controlada por WiFi para un prototipo de caja fuerte

Electronic lock controlled by WiFi for a prototype of a strongbox

Carlos Alberto Barrionuevo Infante[1]
Gianmartin Francisco De La Cruz Mariños[1]
Pablo Cesar Pantigoso Ferreyra[1]
Jorge Luis Alva Alarcón[2]

Recibido: 11 de marzo de 2019
Aceptado: 22 de marzo de 2019

RESUMEN

Este proyecto presenta el prototipo de un sistema de cerradura electrónica para una caja fuerte que es accionado por un teclado físico y por un aplicativo móvil conectado a la red. Se trabajó con un microcontrolador (circuito integrado programable) y un módulo Wemos-ESP8266 (tarjeta electrónica de desarrollo orientada al Internet de las Cosas). El principal funcionamiento de este proyecto es el mismo que el de una caja fuerte convencional, con la diferencia que este cuenta con una aplicación en el celular para desbloquearlo de manera remota. Este prototipo cuenta con un teclado matricial para ingresar la contraseña, una pantalla LCD para visualizar los mensajes y un servomotor (motor especial utilizado en un sistema de control) para accionar el seguro de la puerta.

Palabras claves: caja fuerte, microcontrolador, WiFi.

ABSTRACT

This project presents the prototype of an electronic lock system for a strongbox that is powered by a physical keyboard and by a mobile application connected to the network. We worked with a microcontroller (programmable integrated circuit) and a Wemos-ESP8266 module (electronic development card oriented to the Internet of Things). The main operation of this project is the same as that of a conventional strongbox, with the difference that it has a mobile application to unlock it remotely. This prototype has a matrix keyboard to enter the password, an LCD screen to display the messages and a servo motor (special motor used in a control system) to activate the door lock.

Key words: strongbox, microcontroller, WIFI.

1 Estudiante de sétimo ciclo de Ingeniería Electrónica - Universidad Privada Antenor Orrego

2 Maestro en Ingeniería Eléctrica, docente contratado - Universidad Privada Antenor Orrego

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que la tasa de criminalidad en el Perú crece constantemente cada año, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) el 26,0% de la población de 15 a más años de edad del área urbana a nivel nacional son víctimas de algún hecho delictivo. Para las personas es un alivio mantener sus pertenencias (bienes de gran valor monetario o de valor sentimental) en un lugar seguro y de acceso restringido a quienes no tengan autorización.

Así, en este proyecto se propone el desarrollo de un prototipo de sistema de acceso a una caja fuerte controlado tanto de forma manual como de forma remota con el fin de mejorar la seguridad de las cajas fuertes convencionales.

Este proyecto está basado en un sistema embebido, cuyo propósito es tener todos los componentes en una sola placa con una función específica. La ventaja de los sistemas embebidos es que tienen un bajo consumo de corriente (son de baja potencia), además son seguros y con poca probabilidad de fallos por ruidos electromagnéticos externos (ya sea Gaussiano, intermodulación, entre otros).

Para realizar el prototipo se tomaron varias muestras del funcionamiento de cajas fuertes implementadas con microcontroladores para posteriormente realizar mejoras y optimizaciones.

Además, se realizó la programación necesaria y para comprobar el correcto funcionamiento de cada línea de código se recurrieron a varios programas de simulación con el propósito de revisar línea por línea el código desarrollado. También se probó el circuito en una protoboard (placa de inserción para realizar circuitos).

CONTENIDO

DIAGRAMA DE BLOQUES

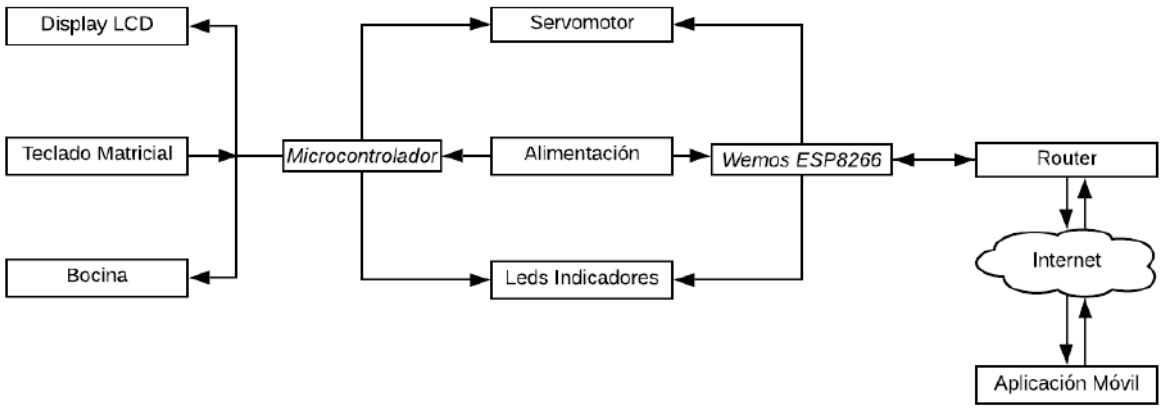


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema desarrollado.

La figura 1 muestra el diagrama de bloques del proyecto, en donde se presentan dos tipos de apertura.

1. **Acceso por teclado.** El primer tipo de acceso utiliza las teclas de un teclado matricial, las cuales al ser presionadas son detectadas por un microcontrolador y mostradas en display LCD como caracteres "asteriscos". Si la contraseña ingresada es distinta a la guardada en la memoria del microcontrolador, se mostrará *"contraseña incorrecta"*; en cambio, si es igual se mostrará *"contraseña correcta"*. Esta última mostrará seguidamente el mensaje *"cerradura abierta"* y a su vez activa un LED como indicador. Posteriormente el circuito mandará una señal que active el servomotor haciendo que gire 180° y abriendo la caja.

2. **Acceso por red.** El segundo tipo de acceso se realiza utilizando un módulo Wemos-ESP8266. Este módulo permite la interconexión entre la caja y un aplicativo móvil que está conectado a Internet. Esta aplicación (figura 3) consta de un botón que al pulsarlo abrirá o cerrará el seguro de la caja (una pulsación para abrir y otra para cerrar), ambas opciones permiten controlar el servomotor. También se adicionó una bocina que al presionar los botones del teclado matricial emite un sonido junto con unos leds indicadores que parpadean para indicar que una tecla fue presionada.

PROGRAMACIÓN

Una vez realizado el diagrama de bloques se optó por realizar la programación en lenguaje *C* dada la particularidad de ser más fácil de entender. Además, *C* al ser un lenguaje de nivel intermedio permite la interconexión de un lenguaje de alto nivel con uno de nivel inferior como el ensamblador (se puede manejar bits, bytes y las memorias de registro), que son necesarios para el uso de módulos y la memoria EEPROM del microcontrolador a usar.

Después de escoger el lenguaje de programación, se diseñó un diagrama de flujo (figura 2) para tener representado gráficamente el proceso que seguirá el microcontrolador y la acción que realizará este en distintos casos.

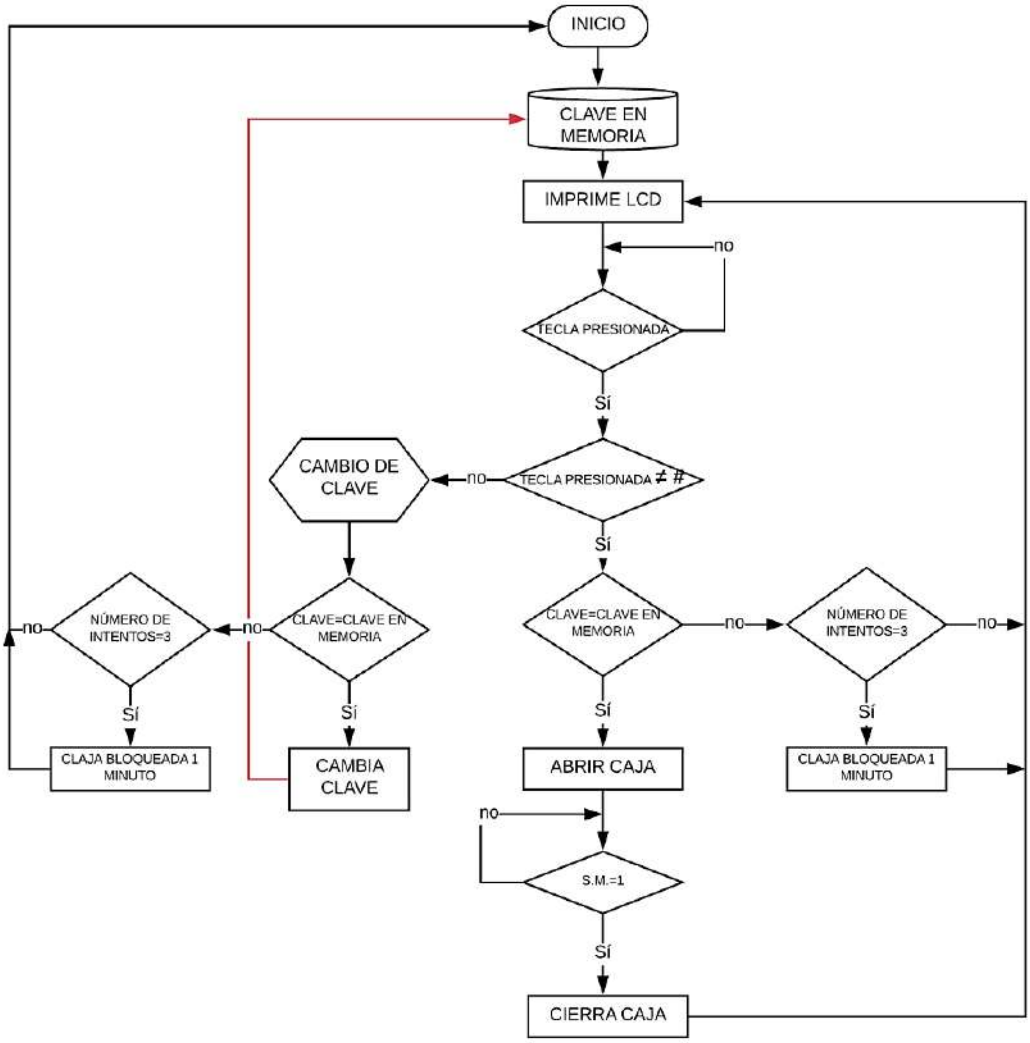


Figura 2. Diagrama de flujo.

Es necesario incluir en la programación y especificar el valor de cristal de cuarzo que se utilizará como reloj en el microcontrolador; se incluye las librerías para la comunicación I2C (para transferir bits entre 2 dispositivos digitales) de la pantalla LCD para mostrar los mensajes que el microcontrolador envía, se incluye la librería del teclado matricial a utilizar (en este caso se usó un teclado de cuatro filas y tres columnas). Por último, se declara la dirección de memoria EEPROM (los pines de salida-entrada) y se guarda en la memoria una contraseña que será la clave por defecto de la caja fuerte.

Seguidamente el microcontrolador estará siempre leyendo el teclado, esperando a que una tecla sea pulsada. Si la tecla es distinta al símbolo "#" el microcontrolador tomará este dato como una clave ingresada y este se almacenará de manera vectorial para ser posteriormente comparada con la clave guardada en el banco de memoria; si estas dos claves coinciden se envía una señal que activará el servomotor y a la vez enviará un mensaje que será visualizado en la pantalla LCD; seguidamente el microcontrolador esperará una señal que será enviada por el sensor magnético a uno de los pines de este, para que el servomotor vuelva a su posición de cerrado. Si la clave llegase a ser errónea, el microcontrolador detectará esto como intento fallido, si el número de intentos es igual a tres el sistema se bloqueará por un minuto y no permitirá el ingreso de ninguna clave durante este tiempo (esto para evitar un ataque por fuerza bruta).

En caso de que la tecla presionada sea tal que corresponda al símbolo "*", el microcontrolador pedirá que se ingrese la clave actual para poder cambiar la contraseña. Se comparan las claves, si fuese correcto se pedirá ingresar la nueva clave a almacenar en la memoria EEPROM y se reiniciará el sistema con la clave nueva guardada, si llegase a ser la clave incorrecta el microcontrolador volverá a descartar la apertura de la caja.

Para la comunicación inalámbrica se utilizó la tecnología WiFi (red inalámbrica), ya que esta pude conectarse a grandes distancias y así se puede manejar de manera remota la caja fuerte, para esto se utilizó un módulo digital electrónico de la familia ESP-8266 y el IDE de Arduino para su programación.

El proceso de abrir la caja fuerte remotamente comienza con leer el estado de una variable almacenada en un pequeño espacio en el servidor web BLYNK (plataforma para conectar dispositivos a Internet). Esta variable puede cambiar de estado desde una aplicación móvil (Figura 3). Dependiendo del estado de esta variable el microcontrolador realizará una acción de abrir o cerrar la caja fuerte y, dependiendo del estado, se encenderá o apagará el mismo indicador LED para visualizar si este está abierto o cerrado.



Figura 3. Aplicación móvil.

CIRCUITO

Para entender mejor el circuito de la figura 4 se dividirá en bloques. La primera parte del circuito (figura 5) está conformado por un regulador de voltaje que provee un voltaje constante de cinco voltios para alimentar el circuito conformado por el microcontrolador y el módulo Wemos-ESP8266. A este circuito de regulación se agregó un diodo led para verificar el correcto funcionamiento de la regulación.

En la figura 6 se observa un microcontrolador PIC16f886 al que irán conectados: un oscilador (en este caso un cristal de cuarzo al que irán acoplados dos capacitores de 22 pf) para conseguir una frecuencia de oscilación de 4MHz; un sensor magnético que sirve para detectar la apertura de la caja, cuando está abierta el sensor mandará un 0 lógico al microcontrolador y, al momento de cerrarse, un 1 lógico. Esta señal será la que el microcontrolador interpretará para mandar la orden de cerrado al servomotor.

En el siguiente esquema se observa una bocina que emitirá sonidos al pulsar los botones del teclado matricial.

El siguiente bloque está relacionado con el servomotor (figura 7), empezando con el módulo Wemos-ESP8266. Este mandará una señal a través de su pin JP2.6 hacia la base del transistor, el que luego hará que se active el servomotor. Se agregó un diodo para evitar el paso de corriente desde el microcontrolador.

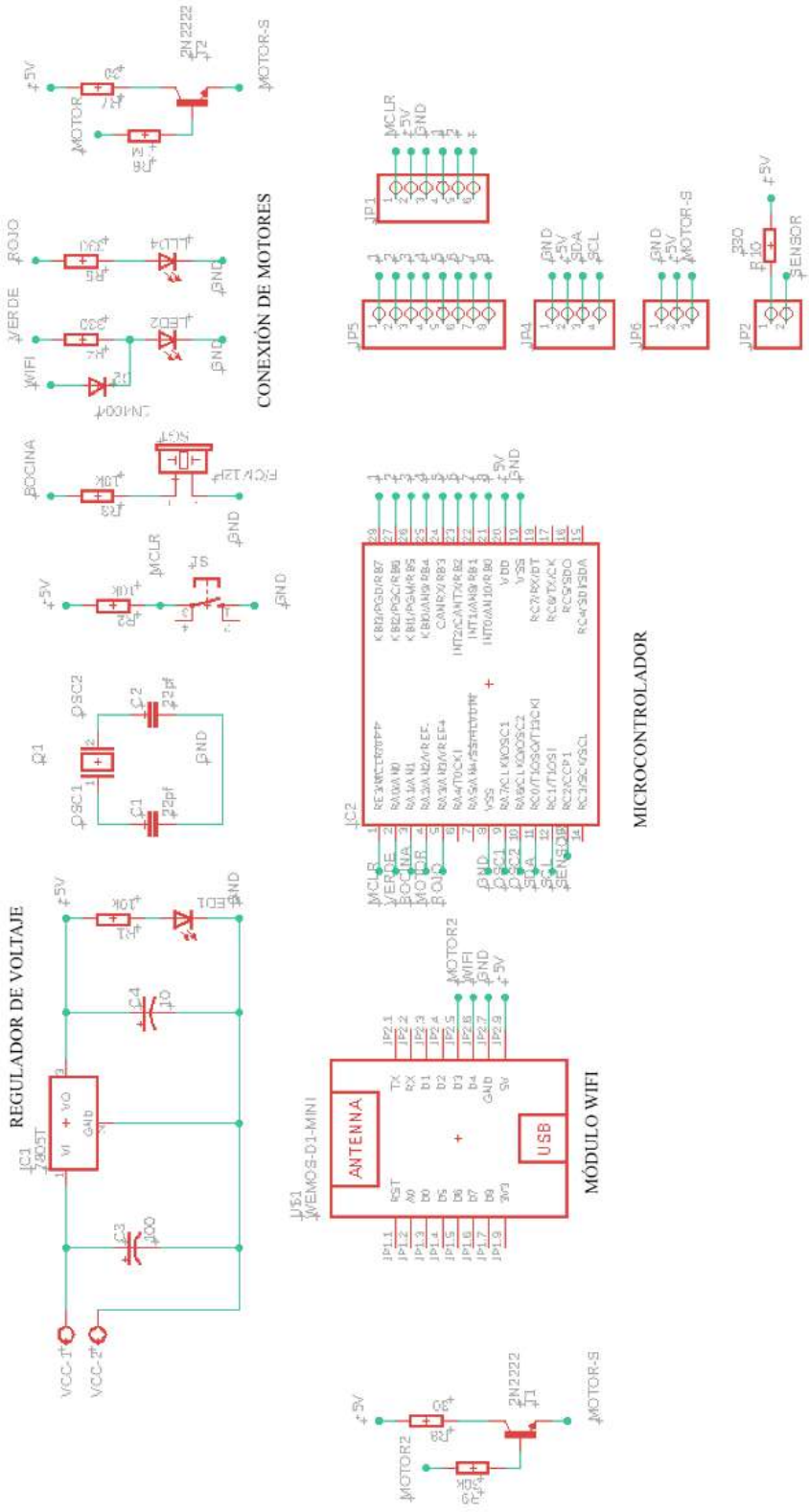


Figura 4. Esquemático general del circuito.

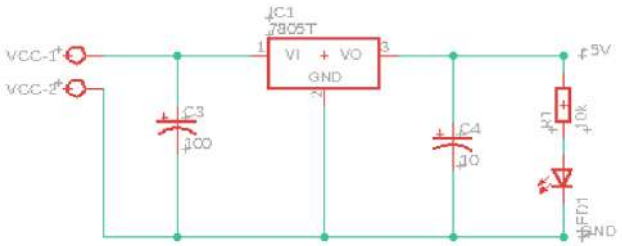


Figura 5. Esquemático: regulador de voltaje.

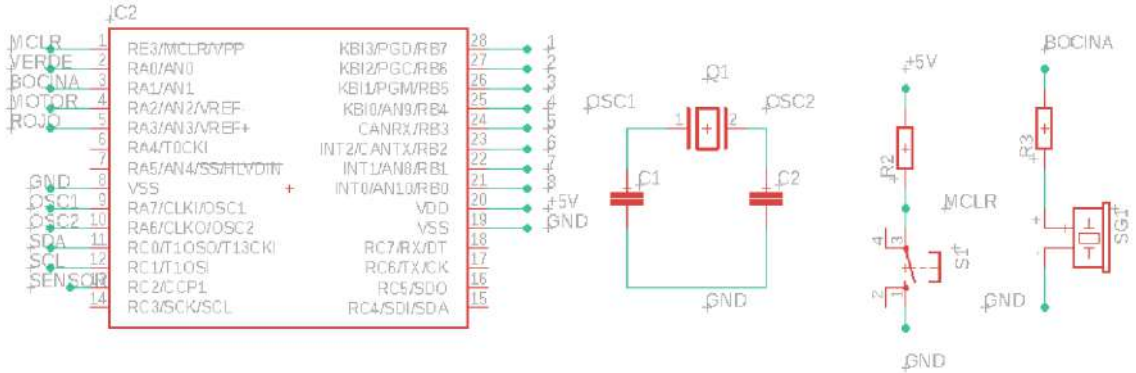


Figura 6. Esquemático: oscilador, sensor magnético y bocina.

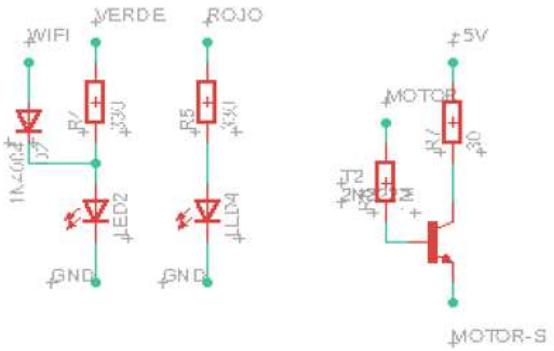


Figura 7. Esquemático: leds indicadores y servomotor.

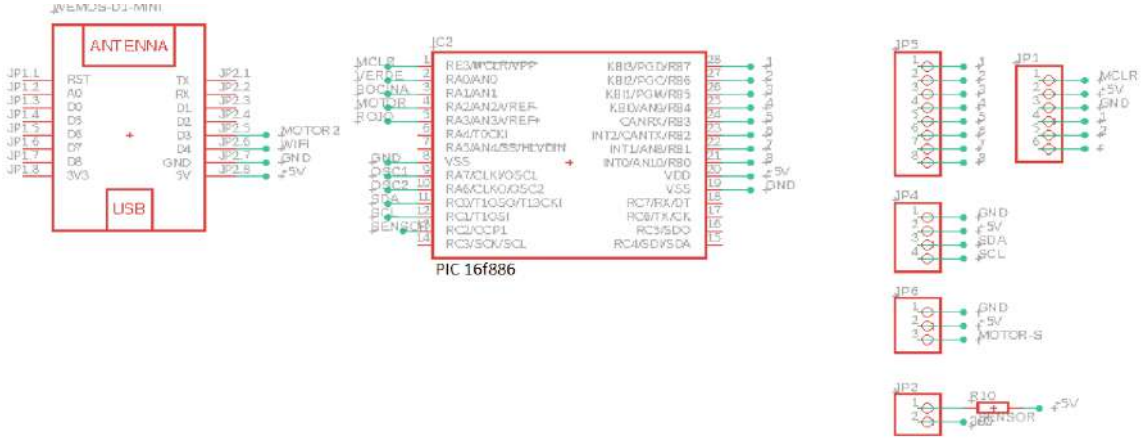


Figura 6. Esquemático: oscilador, sensor magnético y bocina.

Por último, el esquema del microcontrolador y el módulo WemosESP8266 (figura 8) se muestran los pines que van conectados con los componentes de los esquemas anteriores.

DISEÑO DEL PCB E IMPLEMENTACIÓN FINAL

Luego de concluir la programación para el microcontrolador, fue necesario el uso de un software de simulación con la finalidad de revisar paso a paso la programación y evitar futuros errores de compilación. Posteriormente se realizaron pruebas en un protoboard. Además, fue necesario usar el software Eagle para enrutar los componentes (figura 9) y diseñar la placa de circuito impreso finalizado, con la finalidad de tener una implementación sólida y adecuada. Teniendo el PCB terminado se sueldan todos los componentes a esta placa conectando finalmente los periféricos a la PCB.

Luego fue necesario el uso de una caja pequeña de MDF para realizar el prototipo de la caja fuerte, en la parte frontal (tapa) se hizo orificios para poder colocar la pantalla LCD, el teclado matricial tipo membrana, los leds indicadores y un pequeño jalador para poder abrir y cerrar la puerta de la caja fuerte (Figura 10). En la parte posterior hicimos otro agujero para colocar la fuente de alimentación para todos los componentes. Después se pintó toda la parte exterior de la caja, se fijó todos los componentes en lugares previstos con anterioridad.

En la figura 10 y 11 se puede observar cómo quedó la maqueta en la parte exterior e interior respectivamente después de haber concluido con la implementación final del prototipo.

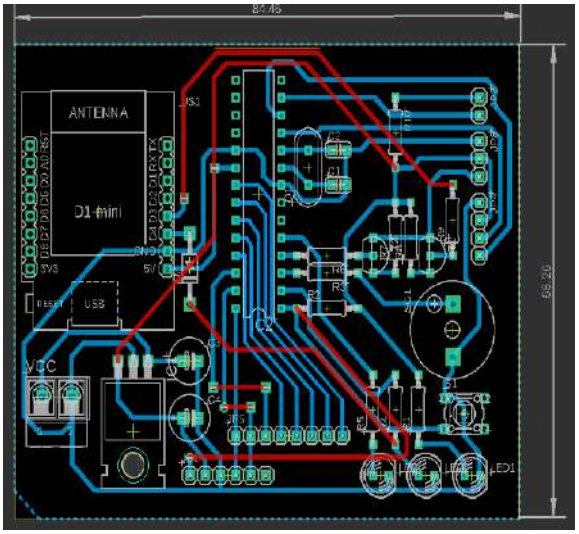


Figura 9. Diseño de la PCB.



Figura 10. Vista frontal de la caja fuerte.

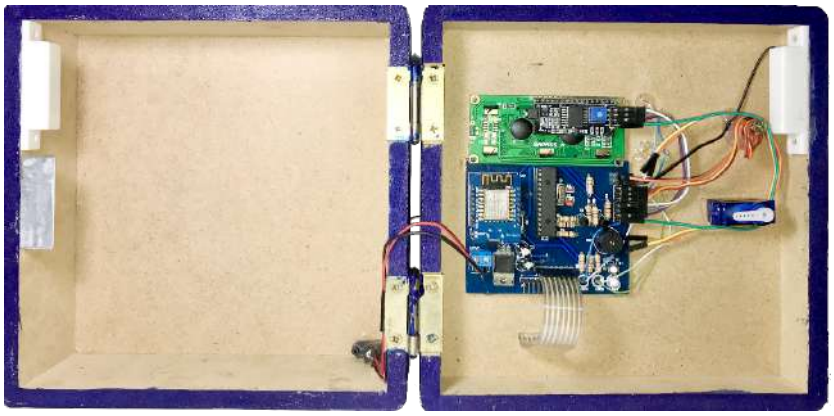


Figura 11. Vista de la parte interior de la caja fuerte.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una cerradura electrónica para un prototipo de caja fuerte, integrando nuevas tecnologías para controlar la apertura y el cerrado. Estas son de manera manual (teclado matricial) y remota (aplicación móvil conectada a Internet).

- Este prototipo nos aporta conocimientos para el desarrollo de la conexión de este sistema a Internet; así mismo el conocer el mundo del Internet de las Cosas (IoT), ya que actualmente se vive un impacto tecnológico a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valdés Pérez, F., Pallás Areny, R. (2007). Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. España: Marcombo S.A. Editor.

2. Instituto Nacional de Estadística e Informática en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas (2019), recuperado en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-de-estadisticas-de-seguridad-ciudadana-mayo2019.pdf

PuebloCont. Vol. 30(1): 117-130, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30113

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Influencia de la geometría hidrodinámica en la disipación de energía de vertederos laberinto y vertedero rectangular con igual caudal de descarga

Influence of hydrodynamic geometry in the dissipation of energy from landfill labyrinth and rectangular weir with equal discharge flow and slope

Arturo Roldan Armando Reyes[1]
Ricardo Narváez Aranda[2]
Fernando Rodríguez Avalos[3]

Recibido: 04 de mayo de 2019
Aceptado: 12 de mayo de 2019

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la geometría hidrodinámica de cuatro vertederos laberinto y un vertedero rectangular, con igual caudal de descarga y pendiente, en la disipación de energía. El estudio fue experimental con modelos a escala; los ensayos se realizaron en el Canal de Pendiente Variable de la Universidad Privada Antenor Orrego, distrito de Trujillo, provincia of Trujillo, región La Libertad. El aforamiento del canal se calibró mediante mediciones volumétricas de los caudales y el análisis del comportamiento del flujo, a través de los ensayos con prototipos fabricados de acero de 5 mm de espesor; los vertederos laberinto triangular y trapezoidal se ensayaron con caudales de 9.104, 13.201 y 19.141 L/s, con pendientes de 0 y 1%. Los vertederos rectangulares y circulares se ensayaron con caudales de 9.104 y 13.201 L/s, con pendiente de 0%. El porcentaje de disipación de energía para el vertedero laberinto tipo triangular fue 11.33 y 13.67%; para el laberinto trapezoidal, 11.00 y 12.33%; para el tipo rectangular y circular, 8 y 7%, respectivamente, con pendiente de 0%; el vertedero rectangular convencional sin contracciones laterales no disipó energía. La geometría hidrodinámica de los vertederos tipo laberinto influye en la disipación de energía.

Palabras claves: Geometría hidrodinámica, vertedero laberinto, disipación de energía.

1 Ingeniero Civil - Universidad Privada Antenor Orrego

2 Maestro en Ingeniería de Recursos Hídricos - Universidad Privada Antenor Orrego

3 Ingeniero Químico. Master of Science. Doctor en Educación. Profesor Principal de la Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the influence of hydrodynamic geometry of four labyrinth landfills and a rectangular weir, with equal discharge and slope, on energy dissipation. The study was experimental with scale models; the tests were carried out in the Variable Slope Channel of the Antenor Orrego Private University, district of Trujillo, province of Trujillo, region La Libertad (Peru). The channeling was calibrated by means of flow volumetric measurements and flow behavior analysis, through tests with prototypes made of 5 mm thick steel; the triangular and trapezoidal labyrinth landfills were tested with flow rate of 9,014, 13,201 and 19,141 L /s, with slopes of 0 and 1%. Rectangular and circular landfills were tested with flow rates of 9,104 and 13,201 L/s, with 0% slope. The energy dissipation percentage for the triangular type labyrinth landfills was 11.33 and 13.67%; for the trapezoidal labyrinth, 11.00 and 12.33%; for the rectangular and circular type, 8 and 7%, respectively, with 0% slope; the conventional rectangular landfills without lateral contractions did not dissipate energy. The hydrodynamic geometry of labyrinth type landfills influences the dissipation of energy.

Key words: Hydrodynamic geometry, labyrinth landfill, energy dissipation

INTRODUCCIÓN

Los vertederos permiten la descarga del caudal cuando la presa está a su nivel máximo normal, a este fenómeno se le conoce como tránsito de ondas de avenida de presas. Actualmente, debido a los cambios climáticos, muchas presas en funcionamiento están sujetas a una constante modificación en la mecánica del flujo inicial, como el aumento del volumen de descarga y almacenamiento, en donde se destaca que uno de los problemas más notables es la sedimentación, por lo que es necesario modificar los mecanismos de control de la presa para mantener el volumen de almacenamiento, sin modificar otros elementos de gran escala; por lo cual, se genera la necesidad de aumentar la longitud efectiva de descarga en los vertederos de los embalses (Alegret y Pardo, 2005).

La disipación de energía es importante, porque permite que la entrega del flujo al cauce sea en condiciones normales y tranquilas, lo cual se logra con la disminución de velocidad y evitar la socavación de estructuras hidráulicas y las erosiones aguas abajo del cauce. La disipación de la energía cinética puede lograrse mediante el incremento de la rugosidad del impacto y por generación de resalto hidráulico (Martínez, 2011).

Rodríguez (2015) presentó una metodología para el diseño hidráulico de vertederos de laberinto, considerando que la evaluación del estado físico de las presas es una tarea permanente, reportándose de manera recurrente el funcionamiento de los vertedores, disminuidos en su capacidad de desfogue. El autor considera que la particularidad de este tipo de estructuras hidráulicas reside en la forma del vertedor, que vista en planta se asemeja a un "zig-zag", en su geometría espacial que incrementa la longitud del vertedor y aumenta la capacidad de descarga, lo que le permite adaptarse a un espacio disponible determinado; concluyen en que los vertedores laberinto son estructuras hidráulicas de alta capacidad de descarga, con la ventaja adicional que para su implementación requiere de menor espacio para el diseño de las obras de excedencias; además, considera que las actividades de diseño requieren prototipos para el estudio en detalle del comportamiento hidráulico de las descargas.

Érises (2013) investigó sobre la influencia de aproximaciones hidrodinámicas en los ápices de vertederos en laberinto y coeficientes de descarga, mediante un modelo experimental a escala; verificó el funcionamiento de estos vertederos de acuerdo con distintas configuraciones de aproximaciones hidrodinámicas en los ápices, para lo cual, se desarrolló un modelo hidráulico para el cálculo empírico de los coeficientes de descarga según la ecuación de Tullis. El estudio hidráulico evidenció la conveniencia de tener una aproximación inclinada

hacia la cara frontal del ápice del vertedero, con una pendiente suave de entrada. La implementación de las aproximaciones hidrodinámicas a los vertederos laberinto aumentaron su coeficiente de descarga y, de esta forma, se mejoró significativamente los volúmenes de descarga.

Medina y Sifontes (1992) investigaron el comportamiento hidráulico del aliviadero del proyecto Yacambu, mediante ensayos experimentales en un modelo a escala 1:45, construido en el laboratorio del Departamento de Hidráulica de Edelca en Macagua, con la finalidad de verificar el comportamiento hidráulico de esta estructura, tomando en cuenta que parte de las estructuras de concreto del aliviadero ya habían sido construidas. Los efectos del comportamiento del flujo en una transición convergente, y la determinación de la sección de control son característicos de cada proyecto y complejos de estudiar satisfactoriamente basados exclusivamente en la utilización de expresiones teóricas; por lo tanto, se estima esencial la experimentación sobre un modelo físico para verificar el diseño de un aliviadero tipo abanico.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de la geometría hidrodinámica en la disipación de energía de cuatro vertederos tipo laberinto y un vertedero tipo rectangular con igual caudal de descarga y pendiente.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló considerando los parámetros experimentales en la elaboración de ensayos y la manipulación de los prototipos, con el fin lograr el objetivo propuesto. Para establecer la disipación de energía en el flujo, se aplicó la metodología de tipo de Resalto Hidráulico, generado por cada uno de los prototipos, con variación en el caudal y la pendiente longitudinal dentro del canal de pendiente variable, del Laboratorio de Hidráulica y Mecánica de Fluidos de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO).

EQUIPAMIENTO

Los ensayos se realizaron en un canal de pendiente variable modelo H91.8D (Figura 1), de 0.30 m de ancho; 0.50 m de altura, 15 m de longitud. Las pendientes se ajustaron hasta +3.0 y -0,5 grados, con un mecanismo de manivelas accionado por un motor que permitía variar en continúo dicha inclinación. El impulso del caudal se realizó con una electrobomba centrífuga de 4 HP, con válvula mariposa para el control del flujo (Q max/min= 150/48 m3/h); también se usó un manómetro para medir presiones negativas que puedan producir cavitaciones en la bomba.



Figura 1: Canal de pendiente variable
Fuente: Laboratorio de Hidráulica y Mecánica de Fluidos de UPAO (2017)

Criterios para el diseño y fabricación de los prototipos experimentales:

Érises (2013) en su investigación presenta una selección de ecuaciones de diseño desarrolladas por otros autores, a través de las observaciones realizadas a sus respectivos trabajos de investigación. Estas ecuaciones determinan el número y ancho de ciclos, longitud de cresta del vertedero, ángulo de apertura entre las paredes del ciclo, longitud de la pared larga del vertedero y altura de la pared del vertedero tipo laberinto:

- Número de ciclos (n) a utilizar en el vertedero en base al caudal a descargar: Q/Qc = n, Donde Q es el caudal descargado por el vertedero tipo laberinto y Qc es el caudal descargado por un vertedero de cresta recta.
- El ancho de cada ciclo (W) se obtiene de la división entre el ancho del canal de vertedero (Wc) y el número de ciclos (n): W = Wc/n
- La longitud de la cresta (L) está dada por la siguiente ecuación: L = 2b + 4ª, donde (b) es la longitud de la pared del vertedero y (a) es el valor que corresponde a la mitad del ápice.
- El ángulo (α) que se produce entre las paredes del vertedero tipo laberinto, presento una gráfica para diferentes valores sometidos a experimentación para ángulos entre 6 y 90°.
- Se define por ápice al extremo superior o punta de algo. En el caso particular del modelo a

ensayar los ápices corresponden a sus caras frontales perpendiculares al flujo. El cálculo de la longitud del ápice viene dado por un coeficiente expresado entre la longitud de su ciclo (Le) y su propia longitud (a): a/Le > 0.08.

- La longitud de la pared de vertedero (B) resulta de la ecuación B = (L-2(2a))/2, Donde (a) corresponde al valor de la mitad del ápice y (L) es la longitud de la cresta.
- La altura de la pared de vertedero como criterio constructivo es de 8 a 10 cm.
- Se considera una posición normal del vertedero hacia la pared del canal de alivio, al descargar 9% mayor que la observada en una posición invertida.

Con los criterios indicados se fabricó los vertederos con material de acero, formados por una base de 5 mm de espesor y un cuerpo de vertedero, en los que se toma en cuenta la geometría hidrodinámica acondicionadas a medida, para el canal de pendiente variable.

Procedimiento de los ensayos

Cada uno de los vertederos se ubicaron a 5 m del tanque de distribución, para observar el comportamiento del fluido aguas arriba, sobre la cresta del vertedero y aguas abajo. Antes de iniciar los ensayos con los vertederos tipo laberinto, se usó el vertedero tipo rectangular sin contracciones laterales para calibrar los caudales mediante ensayos de aforo volumétricos, con caudales de: 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 m3/h, indicados por el rotámetro. Cada uno de los vertederos tipo laberinto fueron ensayados a pendientes de 0, 1 y 2% con cuatro caudales seleccionados en cada ensayo. Se observó tirantes y velocidades del fluido en 10 puntos cada 10.00 cm del vertedero aguas arriba y aguas abajo; y las velocidades y cargas hidráulicas sobre el vertedero. Para las velocidades se usó un equipo digital adjunto al canal de pendiente variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS PROTOTIPOS

Las características geométricas de los vertederos laberinto consideradas en el ítem 2.1 se presentan en la Tabla 1 y en la Figura 2 se muestra los vertederos construidos.

Tabla 1. Elementos geométricos de los vertederos

Vertedero laberinto	n	P (m)	α (°)	a (m)	Wc (m)	W (m)	L (m)	B (m)
Triangular	2	0.20	22	-	0.30	0.15	0.38	0.19
Trapezoidal	2	0.20	12	0.04	0.30	0.15	0.48	0.16
Rectangular	2	0.20	-	0.08	0.30	0.15	0.62	0.15
Circular	2	0.20	-	0.12	0.30	0.15	0.70	0.11
Vertedero rectangular	-	0.20	-	-	0.30	-	-	-

(-): sin resultados numéricos



Figura 2. Vertedero laberinto circular, triangular, rectangular y trapezoidal

CALIBRACIÓN DE ROTÁMETRO

En la Tabla 2, se muestra los resultados de la calibración del rotámetro para diferentes caudales mediante ensayos volumétricos usando el vertedero tipo rectangular.

Tabla 2. Resultados de la calibración de rotámetro para diferentes caudales reales (Qr)

Q(m3/h)	Q(L/s)	Qr(L/s)
20	5.556	9.104
25	6.944	10.848
30	8.333	13.201
35	9.722	15.801
40	11.111	19.141
45	12.500	21.963
50	13.889	28.581

MEDICIONES PARA DETERMINAR COEFICIENTES DE DESCARGA (CD)

En la Tabla 3, se presenta la carga hidráulica obtenida de los ensayos considerando cuatro caudales: 9.104, 13.201 y 19. 141 L/s para tres pendientes: 0, 1 y 2%, y en la Tabla 4, se presenta los tirantes y velocidades del vertedero laberinto triangular para un caudal de 9.104 L/s con pendiente de 1%; de igual manera se realizó para los demás vertederos con diferentes caudales y pendientes.

Tabla 3. Carga hidráulica (H) de vertedero laberinto

Vertedero laberinto	Caudal Qr (L/s)	Pendiente 0%	Pendiente 1%	Pendiente 2%
triangular	9.104	0.0440	0.0440	0.0440
	13.201	0.0590	0.0590	0.0590
	19.141	0.0730	0.0730	0.0730
	28.581	0.0860	0.0860	0.0860
trapezoidal	9.104	0.0375	0.0375	0.0375
	13.201	0.0510	0.0510	0.0510
	19.141	0.0650	0.0650	0.0650
	28.581	0.0770	0.0770	0.0770
rectangular	9.104	0.0370	0.0370	0.0370
	13.201	0.0515	0.0515	0.0515
	19.141	0.0645	0.0645	0.0645
	28.581	0.0745	0.0745	0.0745
circular	9.104	0.0350	0.0350	0.0350
	13.201	0.0490	0.0490	0.0490
	19.141	0.0620	0.0620	0.0620
	28.581	0.0700	0.0700	0.0700

Tabla 4. Tirantes y velocidades del vertedero laberinto triangular para caudal Q = 9.104 L/s y pendiente s = 1%

Mediciones		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
aguas arriba	Y (cm)	23.20	23.30	23.40	23.60	23.70	23.80	24.00	24.20	24.30	24.40
	V (Hz)	3.26	3.24	3.20	3.20	3.10	3.08	3.07	3.07	3.06	2.77
aguas abajo	Y (cm)	4.80	4.80	4.70	4.80	4.90	4.90	4.80	4.90	4.80	4.80
	V (Hz)	17.20	17.10	17.20	17.30	17.20	17.20	17.20	17.10	17.10	17.20

ANÁLISIS DE LAS ECUACIONES DE LOS VERTEDEROS, COEFICIENTES DE DESCARGA Y CAUDALES

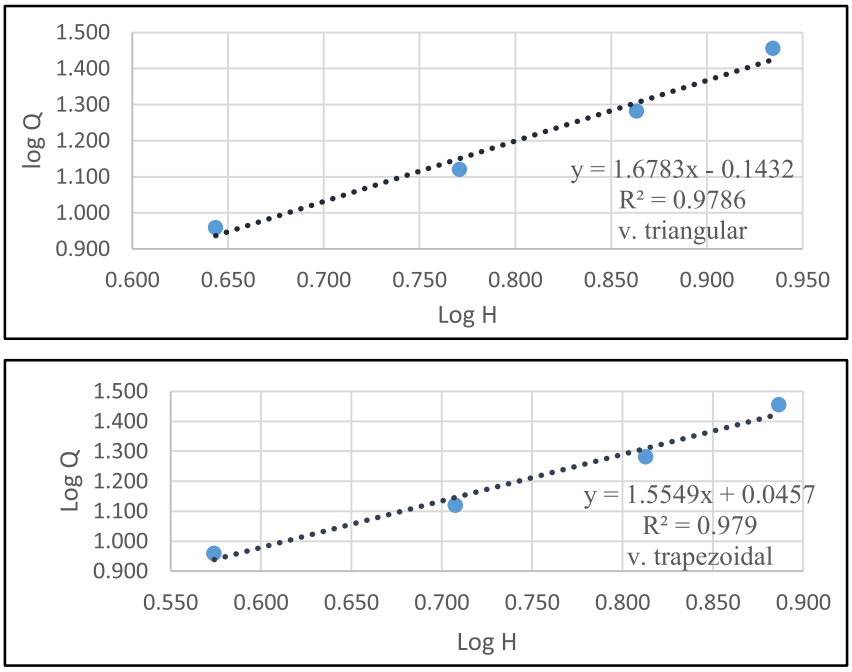
De acuerdo con las fórmulas para vertederos, su ecuación básica experimental es de tipo exponencial, representada por la ecuación (1), en la cual se conoce los valores de la carga hidráulica (H) y es necesario calcular los coeficientes k y n:

Q=kH^n (1)

Con la aplicación de logaritmos a la ecuación (1), se obtienen la ecuación (2), que tiene forma de una ecuación de una recta Y=mX+b. En la Figuras 3, se muestran la gráfica de logQ en función de logH de los vertederos:

logQ=logK+nlogH (2)

Figura 3. Línea de tendencia del logQ con logH de los vertederos triangular y trapezoidal



De las gráficas se obtienen las ecuaciones, según el tipo de vertedero laberinto ensayado:

Triangular : $y = 1.6783x - 0.1432$, de donde n = 1.678 y k = 0.719 (3)

Trapezoidal : $y = 1.5549x + 0.0457$, de donde n = 1.554 y k = 1.111 (4)

Rectangular : $y = 1.5802x + 0.0344$, de donde n = 1.5802 y k = 1.0824 (5)

Circular : $y = 1.5694x + 0.0777$, de donde n = 1.5694 y k = 1.1959 (6)

Con los valores de n y k se obtienen las ecuaciones generadas específicas para cada vertedero tipo laberinto:

Triangular : $Q = 0.7191H^{1.6783}$ (7)

Trapezoidal : $Q = 1.1110H^{1.5549}$ (8)

Rectangular : $Q = 1.0824H^{1.5802}$ (9)

Circular : $Q = 1.1959H^{1.5694}$ (10)

Con las ecuaciones de calibración, se calcula el caudal generado, y se compara con el caudal real, a la vez se calcula el porcentaje de error entre ambos y se grafica la curva de calibración de los vertederos (Figura 4):

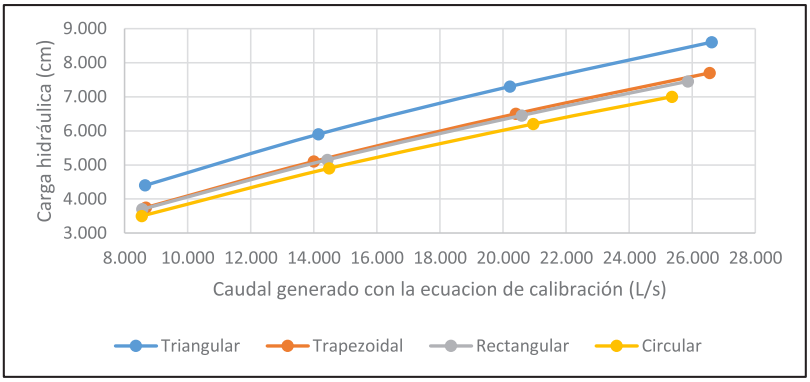


Figura 4. Curvas de calibración para vertederos tipo laberinto

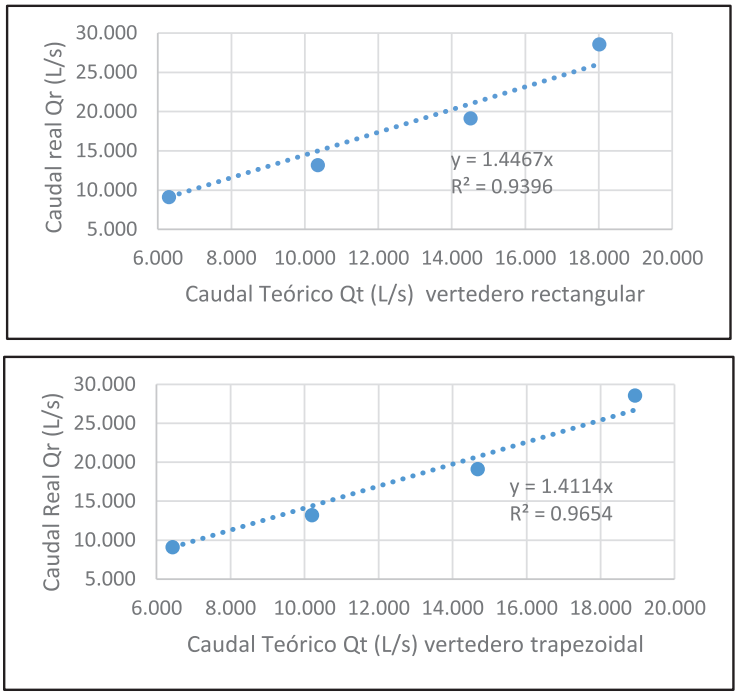
De acuerdo con la fórmula general caudal-teórico, en el análisis se utilizó la ecuación (11) basada en elementos del vertedero, flujo descargado y la carga hidráulica:

$$Qt = \frac{2}{3} Cd\, L\sqrt{2g}\; H^{1.5} \qquad (11)$$

Donde:
Q = caudal de descarga del vertedero en laberinto
Cd = coeficiente de descarga
L = longitud efectiva
g = aceleración de gravedad
H = carga hidráulica.

De esta manera se definió el coeficiente de descarga (Cd) como una constante o valor de corrección calculado en la comparación lineal entre los caudales teóricos Qt (L/s) y los caudales reales Qr(L/s) calibrados (Tabla 5). En la Figura 5, se muestra los gráficos del caudal teórico y caudal real para vertedero laberinto rectangular y trapezoidal:

Figura 5. Caudal teórico y caudal de vertedero laberinto rectangular y trapezoidal



Las gráficas responden a una ecuación lineal de la recta: y=kx, dónde: y = caudal real (L/s), k = coeficiente de descarga (valor de corrección), x = caudal teórico (L/s). Con las ecuaciones de calibración generadas, se calcula el caudal teórico rectificado y, se compara resultados, a la vez, se calcula el porcentaje de error entre ambos (Tabla 5):

Triangular : $Q = 0.7845*L*\sqrt{2g}*H^{1.5}$ (12)

Trapezoidal : $Q = 0.9409*L*\sqrt{2g}*H^{1.5}$ (13)

Rectangular : $Q = 0.9645*L*\sqrt{2g}*H^{1.5}$ (14)

Circular : $Q = 1.0424*L*\sqrt{2g}*H^{1.5}$ (15)

Tabla 5: Caudales teóricos rectificados, caudales reales y porcentajes de error

Vertedero laberinto	Ot (L/s)	Qt (L/s)	Error (%)	Qt recficado (L/s)	Qr (L/s)	Error (%)
triangular	8.176	9.104	10.19	9.622	9.104	5.69
	12.696	13.201	3.83	14.940	13.201	13.18
	17.473	19.141	8.72	20.562	19.141	7.42
	22.342	28.581	21.83	26.292	28.581	8.01
trapezoidal	6.433	9.104	29.34	9.080	9.104	0.27
	10.203	13.201	22.71	14.401	13.201	9.09
	14.681	19.141	23.30	20.720	19.141	8.25
	18.928	28.581	33.77	26.716	28.581	6.53
rectangular	6.305	9.104	30.75	9.121	9.104	0.19
	10.354	13.201	21.57	14.979	13.201	13.47
	14.512	19.141	24.19	20.994	19.141	9.68
	18.014	28.581	36.97	26.061	28.581	8.82
circular	5.801	9.104	36.28	9.070	9.104	0.37
	9.609	13.201	27.21	15.024	13.201	13.81
	13.676	19.141	28.55	21.384	19.141	11.72
	16.407	28.581	42.60	25.654	28.581	10.24

Martínez (2011) presenta la formula mejorada propuesta por Tullis, Amanian y Waldron para el cálculo del coeficiente de descarga (Cd) basado en investigaciones realizadas en el Utah Water Research Laboratory (UWRL). El coeficiente de descarga es función de la carga del vertedero H, el ángulo de abertura α y la altura del vertedero P.

$$Cd = a + b * (\frac{H}{P}) + c * (\frac{H}{P})^2 + d * (\frac{H}{P})^3 + e * (\frac{H}{P})^4 \quad (16)$$

Los valores de a, b , c, d y e, según ángulo de apertura se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. Valores de los coeficientes a, b, c, d y e, según ángulo de apertura

a (°)	a	b	c	d	e
6	0.49	-0.24	-1.20	2.17	-1.03
8	0.49	1.08	-5.27	6.79	-2.83
12	0.49	1.06	-4.43	5.18	-1.97
15	0.49	1.00	-3.57	3.82	-1.38
18	0.49	1.32	-4.13	4.24	-1.50
25	0.49	1.51	-3.83	3.40	-1.05
35	0.49	1.69	-4.05	3.62	-1.10

Fuente: Martínez (2011)

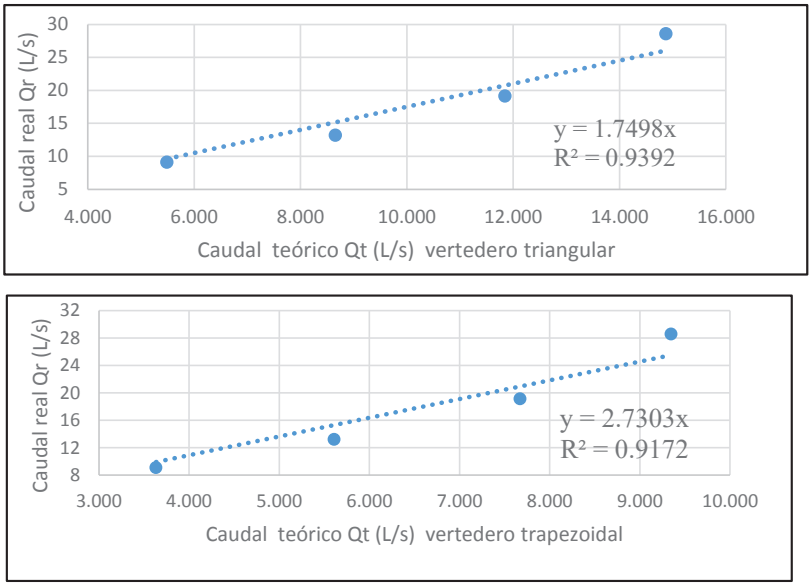
La fórmula del coeficiente de descarga tiene algunas restricciones para vertederos con ángulos menores que 6° o mayores que 35°. Los coeficientes de descarga corregidos por la fórmula general caudal teórico, para generar las ecuaciones calibradas del coeficiente de descarga en función de la relación H/P, se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Relación H/P según el caudal y vertedero ensayado.

Vertedero laberinto	Q (L/s)	H/P (cm
triangular	9.104	0.220
	13.201	0.295
	19.141	0.365
	28.581	0.430
trapezoidal	9.104	0.188
	13.201	0.255
	19.141	0.325
	28.581	0.385

Con los resultados de Cd obtenidos, se calcula los caudales teóricos Qt y se compararon linealmente con los caudales reales Qr, antes calibrados. En la Figura 6, se muestra la gráfica en función del caudal teórico y caudal real, en los vertederos laberinto triangular y trapezoidal, de la cual se obtiene el factor de calibración (k).

Figura 6. Comparación lineal de los caudales teóricos y caudales reales en vertedero laberinto triangular y trapezoidal



Con el factor de calibración (k), se generan las formula calibradas del coeficiente de descarga, con las cuales, se calcula el valor del caudal teórico rectificado, para compararlo con el caudal real y calcular su error.

Fórmula rectificada para vertedero laberinto tipo triangular:

$$Cd = 0.8761 + 2.3989 * \left(\frac{H}{P}\right) - 5.5419 * \left(\frac{H}{P}\right)^2 + 3.5425 * \left(\frac{H}{P}\right)^3 \quad (17)$$

$$Ql = \frac{2}{3} * \left(0.8761 + 2.3989 * \left(\frac{H}{P}\right) - 5.5419 * \left(\frac{H}{P}\right)^2 + 3.5425 * \left(\frac{H}{P}\right)^3\right) * L * \sqrt{2g} * H^{1.5} \quad (18)$$

Fórmula rectificada para vertedero laberinto tipo trapezoidal:

$$Cd = 1.37 + 2.4137 * (\frac{H}{P}) - 9.4752 * (\frac{H}{P})^2 + 7.9440 * (\frac{H}{P})^3 \quad (19)$$

$$Ql = \frac{2}{3} * (1.37 + 2.4137 * (\frac{H}{P}) - 9.4752 * (\frac{H}{P})^2 + 7.9440 * (\frac{H}{P})^3) * L * \sqrt{2g} * H^{1.5} \quad (20)$$

En la Tabla 8, se presenta los coeficientes de descarga rectificados y en la Tabla 9, el porcentaje de error entre los caudales teórico y rectificado en comparación con el caudal real.

Tabla 8. Coeficientes de descarga rectificados según el tipo de vertedero

Vertedero laberinto	Cd teórico	Cd rectificado
triangular	0.6706	1.1734
	0.6815	1.1925
	0.6776	1.1857
	0.6656	1.1646
trapezoidal	0.5647	1.5419
	0.5498	1.5011
	0.5224	1.4264
	0.4938	1.3482

Tabla 9. Caudales rectificados y caudales reales, con error estimado.

Vertedero laberinto	Ot (L/s)	Qt (L/s)	Error (%)	Qt recficado (L/s)	Qr (L/s)	Error (%)
triangular	5.483	9.104	40%	9.594	9.104	5%
	8.652	13.201	34%	15.139	13.201	15%
	11.840	19.141	38%	20.717	19.141	8%
	14.870	28.581	48%	26.020	28.581	9%
trapezoidal	3.633	9.104	60%	9.919	9.104	9%
	5.610	13.201	58%	15.316	13.201	16%
	7.670	19.141	60%	20.940	19.141	9%
	9.347	28.581	67%	25.519	28.581	11%

CALCULO Y ANÁLISIS DEL RESALTO HIDRÁULICO

En el caso del vertedero tipo rectangular sin contracciones laterales, se observó un comportamiento de flujo constante aguas abajo, las velocidades y tirantes no se alteraron en todo el recorrido del agua; por lo tanto, no cumple con los requerimientos descritos para determinar el resalto hidráulico.

Para los vertederos laberinto, se aplicaron las condiciones de Froude y la energía específica (Villón, 2009), para clasificar los flujos con respecto al régimen de velocidad y se determinó el tipo de resalto hidráulico; en caso de no cumplimiento se descartaron, como se indica en la Tabla 10 y en la figura 7 se muestra la vista en planta y frontal de los vertederos laberinto trapezoidal, rectangular, triangular y circular durante los ensayos. A la pendiente del 2%, el resultado fue negativo en todos los casos, no presentándose resalto hidráulico.

Tabla 10. Clasificación del resalto hidráulico en vertederos tipo laberinto

Vertedero laberinto	Q (L/s)	Pendientes 0%				1%				2%	
		Fr1>1	Fr2<1	resultado	Tipo de resalto hidráulico	Fr1>1	Fr2<1	resultado	Tipo de resalto hidráulico	Fr1>1	Fr2<1
triangular	9.104	2.538	0.169	Si	Debil	3.882	0.385	Si	Oscilante	5.282	1.453
	13.201	4.553	0.222	Si	Fijo	4.540	0.464	Si	Fijo	4.202	1.621
	19.141	6.766	0.322	Si	Fijo	6.245	0.601	Si	Fijo	8.837	2.214
	28.581	7.784	2.438	No	-	7.042	3.038	No	-	8.785	2.985
trapezoidal	9.104	2.873	0.198	Si	Oscilante	4.942	0.613	Si	Fijo	11.262	1.922
	13.201	4.556	0.340	Si	Fijo	5.214	0.508	Si	Fijo	8.252	1.738
	19.141	6.512	0.293	Si	Fijo	7.446	0.640	Si	Fijo	10.805	2.021
	28.581	6.582	1.671	No	-	7.720	2.183	No	-	6.091	2.231
rectangular	9.104	3.298	0.369	Si	Oscilante	6.207	1.754	No	-	9.999	3.033
	13.201	6.123	0.916	Si	Fijo	8.318	2.254	No	-	10.396	2.419
	19.141	10.904	2.304	No	-	15.750	2.691	No	-	11.681	2.817
	28.581	14.185	2.526	No	-	13.741	2.665	No	-	14.736	3.197
circular	9.104	3.394	0.275	Si	Oscilante	3.682	1.353	No	-	6.402	1.917
	13.201	4.916	0.726	Si	Fijo	5.922	1.566	No	-	8.806	2.066
	19.141	6.893	1.943	No	-	6.995	2.115	No	-	7.943	2.482
	28.581	10.707	2.792	No	-	7.596	2.932	No	-	6.984	2.895

(-):sin resultados

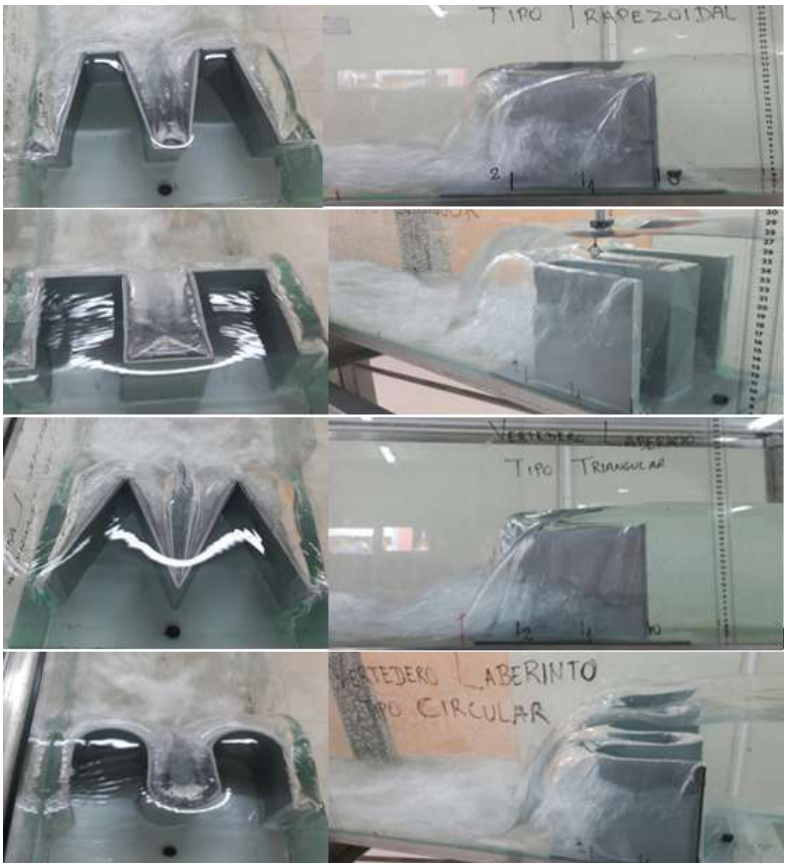


Figura 7. Vista en planta y frontal de los vertederos laberinto trapezoidal, triangular rectangular y circular.

CALCULO Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Se calcularon las energías en los tirantes Y1 y Y2 del resalto hidráulico (Villón, 2009), se compararon ambas energías y se determinó el porcentaje de disipación, obteniendo disipación de energía en todos los vertederos laberinto, en flujos que recorren un canal horizontal (pendiente 0%); cuando el canal se inclina a pendiente de 1%, los vertederos que funcionan como disipadores de energía son los vertederos laberinto triangular y trapezoidal. Para pendientes mayores de 1%, ningún vertedero tipo laberinto generó resalto hidráulico, por lo tanto, no se generó disipación de energía. En la Figuras del 8 a 10 se muestran los perfiles de flujo para caudales 9.104, 13.201 y 19.141 L/s con pendiente de 0 y 1%, observándose el resalto hidráulico y la disipación de energía.

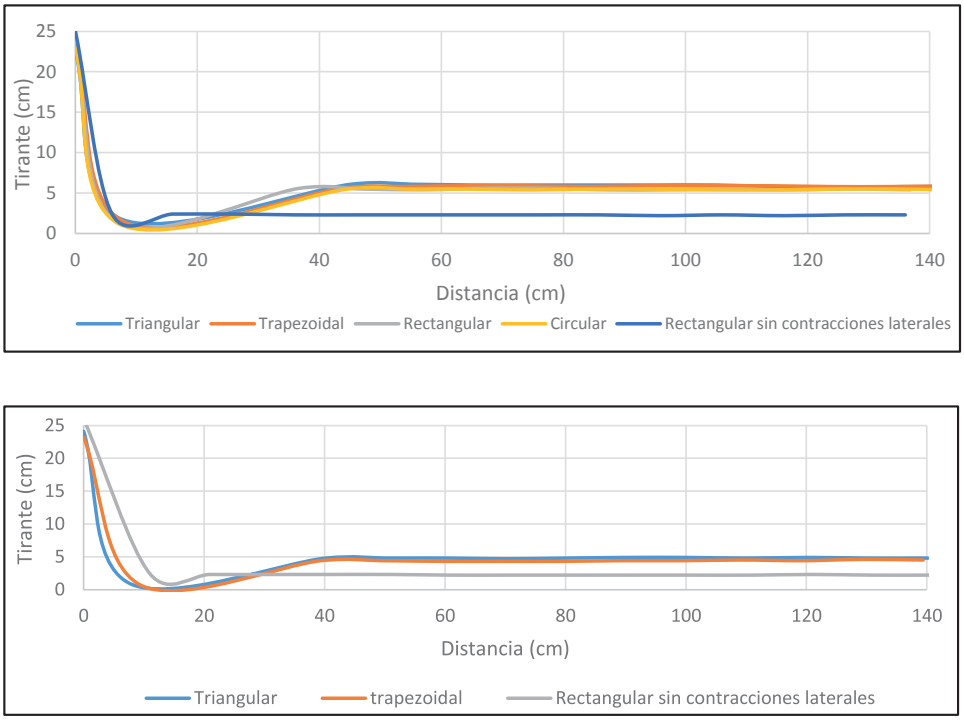
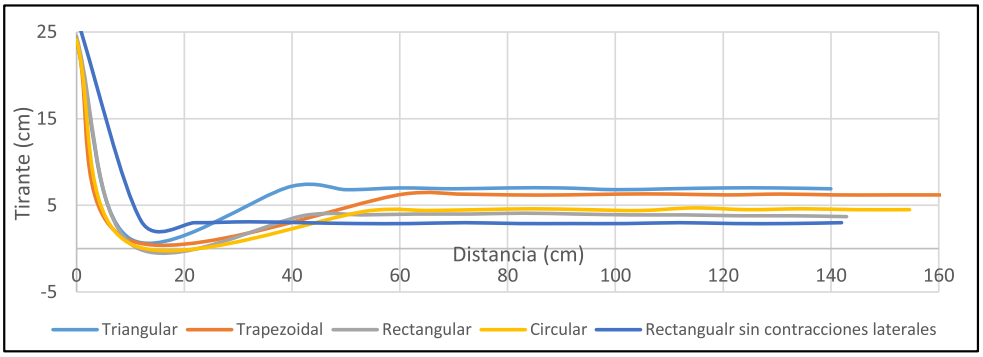


Figura 8. Comportamiento del flujo aguas abajo de los vertederos con pendiente de 0 y 1% para un caudal de 9.104 L/s.



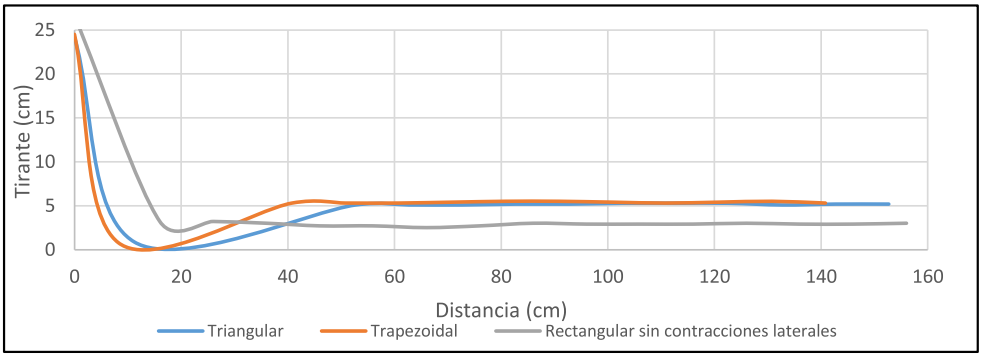
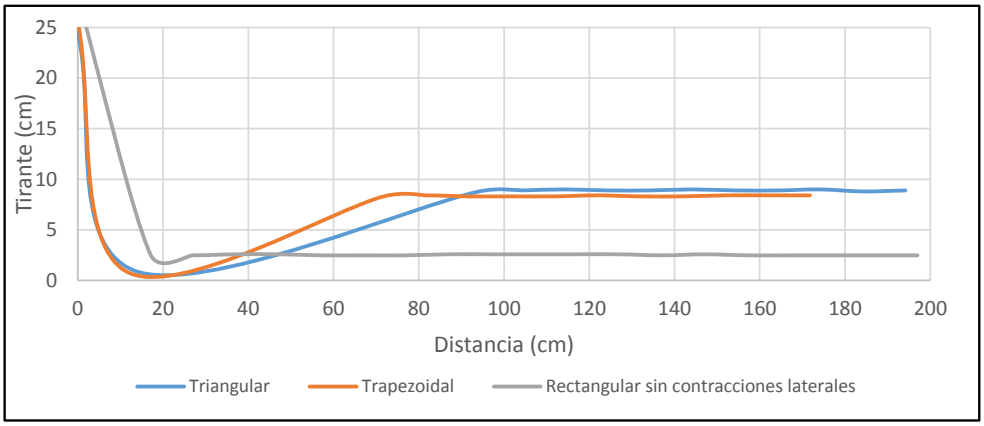


Figura 9. Comportamiento del flujo aguas abajo de los vertederos con pendiente de 0 y 1% para un caudal de 13.201 L/s.



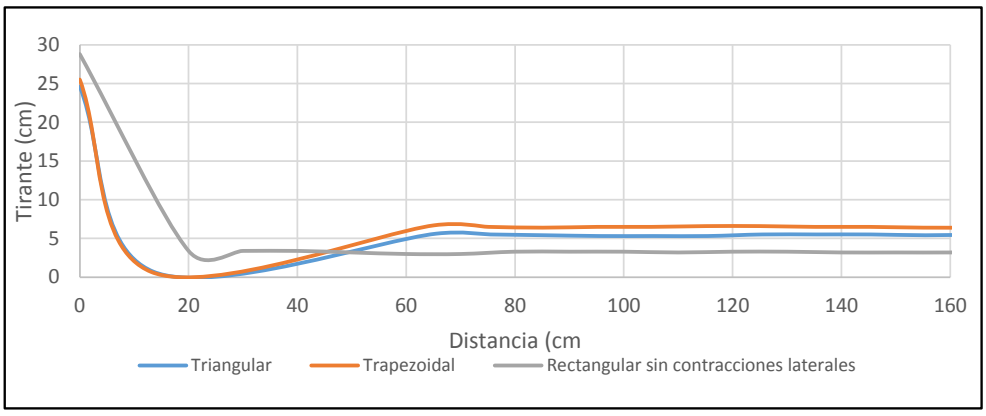


Figura 10. Comportamiento del flujo aguas abajo de los vertederos con pendiente de 0 y 1% para un caudal de 19.141 L/s.

CONCLUSIONES

Se determinó las características geométricas de cuatro prototipos de vertederos laberinto y un vertedero rectangular; en su diseño, se consideró, los criterios del número y ancho de ciclos, longitud de cresta del vertedero, ángulo de apertura entre las paredes del ciclo, longitud de la pared larga del vertedero y la altura de la pared del vertedero tipo laberinto, fabricados de acero de 5 mm de espesor.

De los ensayos se obtuvo:

- La calibración del rotámetro del canal de pendiente variable, mediante el aforamiento con un vertedero tipo rectangular con caudales de 20 a 50 m3/h resultado caudales reales de 9.104 a 28.581 L/s.
- Considerando diferentes caudales y pendientes, se calculó los coeficientes de descarga y se desarrollaron las fórmulas de calibración de caudales sobre la base de las mediciones de los tirantes y velocidades aguas arriba, encima y aguas abajo de cada vertedero.
- Se calculó la disipación de energía, obteniendo para el vertedero laberinto triangular 11.33 y 13.67% en promedio con pendientes de 0 y 1% respectivamente, para vertedero laberinto trapezoidal 11 y 12.33% en promedio con pendientes de 0 y 1% respectivamente; para vertedero laberinto rectangular y circular 8 y 7% en promedio con pendiente 0%. Para vertedero rectangular convencional no disipo energía para pendiente de 0% y 1%; cuando se aplicó pendiente de 2% ningún vertedero disipo energía.

Comparando los resultados se concluye que hay influencia importante de la geometría hidrodinámica de los vertederos laberinto en la disipación de energía, que los vertederos tipo rectangular sin contracciones laterales para caudales y pendientes iguales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegret, E. y Pardo, R. (2005). Diseño hidráulico de aliviaderos para presas pequeñas. Investigación en el Centro de Investigaciones Hidráulicas del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverria.
2. Érises, F. (2013). Estudio de la influencia de aproximaciones hidrodinámicas a los ápices de vertederos en laberinto, en su coeficiente de descarga. (Tesis título) Universidad Austral de Chile.
3. Laboratorio de Hidráulica y Mecánica de Fluidos (2017). Universidad Privada Antenor Orrego. Av. América Sur 3145 Monserrate. Trujillo, Perú.
4. Martínez, R. 2011. Evaluación experimental de los coeficientes de gasto utilizados en fórmulas de vertederos en diferentes condiciones de operación. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. Recuperado de: http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/827
5. Medina, A. y Sifontes, S. (1992). Comportamiento hidráulico del aliviadero del proyecto Yacambù (Tesis de grado). Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela. Recuperado de: http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAE3203.pdf
6. Rodríguez, M. (2015). Metodología para el diseño hidráulico de vertedores de laberinto (Tesis de grado). Universidad Autónoma de México. México. Recuperado de: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/8763/1/tesis.pdf.
7. Villón, M. (2009). Hidráulica de canales. Lima, Perú. Ediciones Villón.

PuebloCont. Vol. 30(1): 131-151, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30114

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Diseño e implementación eficiente de la primera impresora 3D multifuncional desarrollada en la UPAO

Efficient design and implementation of the first multifunctional 3D printer developed in UPAO

Mark Peralta Aleman
Diego Arturo Maravi rojas
Mariano Iparraguirre Otiniano
Sixto Ricardo Prado Gardini

Recibido: 21 de marzo de 2019
Aceptado: 05 de abril de 2019

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño, simulación e implementación de la primera impresora 3D multifuncional desarrollada en la UPAO con capacidad de impresión aditiva y láser, en el marco de una estrategia de desarrollo tecnológico con base científica enfocada en la región La Libertad-Perú. Como uno de los propósitos más importantes de este proyecto es obtener una metodología, protocolo y el *saber como (know-how)* desarrollar este tipo de dispositivos tecnológicos con las mejores prestaciones técnicas del mercado.

Una característica común en la formación de diversas profesiones como Ingenierías, medicina, odontología, arquitectura, artes, etc., es el uso de prototipos y maquetas para facilitar el entendimiento, análisis y síntesis de diversos conocimientos así como el uso de estas como herramientas para validar diferentes trabajos de investigación o innovación tecnológica. En general, los prototipos y maquetas están formados por diversas piezas que los estudiantes fabrican y ensamblan en muchos casos de forma manual o con instrumentos que no les aseguran la exactitud requerida, robustez, estabilidad y elegancia del prototipo final. Lo que puede generar casos donde el diseño y modelamiento matemático de un trabajo académico esta adecuadamente fundamentado sin embargo su validación experimental es pobre debido a las incertidumbres constructivas del producto final del trabajo.

Una propuesta de solución para lo descrito previamente, es la fabricación de piezas a partir de un archivo 3D mediante la sucesiva deposición de capas de material hasta obtener la pieza deseada. En el mercado existen diversos modelos de Impresoras 3D de bajo coste que permiten obtener piezas con geometría simple sin embargo también presentan continuos defectos en su funcionamiento cuando se quiere aumentar la complejidad de la geometría de la pieza a obtener y eso se debe a las limitaciones estructurales mecánicas, la simplicidad de los componentes de accionamiento, de sensorica y de control electrónico de dichos equipos. Intervenir en este tipo de equipos sin tener un adecuado *know-how* de cómo fueron diseñados y construidos puede ser contraproducente puesto que no se garantiza ninguna mejora en el producto, al contrario podría generarse daños irreversibles a los equipos por la falta de conocimiento sobre ellos. En este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de una impresora 3D altamente

versátil, flexible de fácil instalación, que ocupe poco espacio, estable en su funcionamiento y en especial de tecnología abierta, es decir con hardware y software con código libre a fin de que permita a los estudiantes modificar y mejorar sus prestaciones futuras. Primero se definen los criterios de diseño y propiedades técnicas deseadas de la impresora, lo que permite seleccionar a la geometría Core XY como la más indicada para alcanzarlas. Segundo se valida el diseño mediante simulación, tercero se implementa la impresora 3D multifuncional según resultados de la simulación y finalmente se muestran diferentes objetos impresos.

Descriptores: Fabricación aditiva, Impresora 3D, Automatización, CORE-XY.

ABSTRACT

This paper presents the design, simulation and implementation of the first multifunctional 3D printer developed in the UPAO with additive printing and laser capability, within the framework of a science-based technology development strategy focused on the La Libertad-Peru region. One of the most important purposes of this project is to obtain a methodology, protocol and know how to develop this type of technological devices with the best technical performance of the market.

A common feature in the formation of various professions such as engineering, medicine, dentistry, architecture, arts, etc., is the use of prototypes and models to facilitate the understanding, analysis and synthesis of various knowledge as well as the use of these as tools for validate different works of research or technological innovation. In general, the prototypes and models are made up of various pieces that students manufacture and assemble in many cases manually or with instruments that do not assure them the required accuracy, robustness, stability and elegance of the final prototype. This can generate cases where the design and mathematical modeling of an academic work is adequately supported, however, its experimental validation is poor due to the constructive uncertainties of the final product of the work.

In engineering, the prototyping and use of models is inherent to the profession itself and its efficient manufacturing and assembly allows a better understanding and understanding of the diversity of knowledge that is integrated to obtain a specific product, otherwise, that is, the use of deficient prototypes (poorly assembled parts, excess friction, interplay between games, excessive vibrations, etc ...) can affect the motivation of the student and generate distrust in the theoretical knowledge given that the prototype does not work according to what is expected from the theory.

A proposed solution for the previously described, is the manufacture of pieces from a 3D file through the subsequent deposition of layers of material to obtain the desired piece. In the market there are several models of low cost 3D printers that allow to obtain pieces with simple geometry but they also have continuous defects in their operation when you want to increase the complexity of the geometry of the piece to obtain and that is due to structural limitations mechanical, the simplicity of the drive, sensor and electronic control components of such equipment.

This paper presents the development and implementation of a highly versatile, flexible, easy-to-install 3D printer that occupies little space, stable operation and especially open technology, that is, with hardware and software with free code so that Allow students to modify and improve their future benefits. First, the design criteria and desired technical properties of the printer are defined, which allows selecting the Core XY geometry as the most suitable to achieve them. Second, the design is validated by simulation, third, the multifunctional 3D printer is implemented according to the results of the simulation and finally different printed objects are shown.

Keywords: Additive manufacturing, 3D printer, Automation, CORE-XY

INTRODUCCIÓN

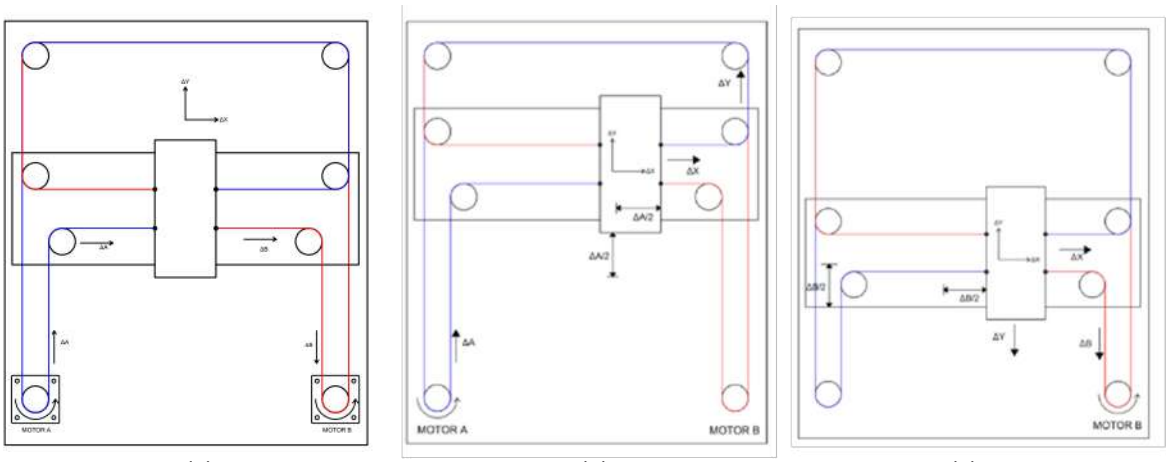
La impresión 3D o manufactura aditiva construye un objeto solido tridimensional a partir de un archivo digital desarrollado por un software de diseño 3D y un proceso (existen diferentes técnicas) de adición de material por capas que tendrán como resultado el objeto físico [1]. Una de las tecnologías más difundidas de impresión 3D es el FDM (Fused Deposition Modelling) dado su fácil acceso a información de diseño y bajo coste de implementación [2]. Actualmente existe un gran número de procesos aditivos y comunidades de impresoras 3D que están en continuo desarrollo debido a que usan estrategias en código abierto, lo que ha permitido la construcción de impresoras 3D del tipo "hobby" que cualquiera puede construir, hasta diseños más avanzados [3].

Las ventajas de la impresión 3D son diversas: fabricación económicamente eficiente; producción rápida; ahorro de material; alta calidad y nuevos perfiles. La geometría de movimiento de una impresora 3D es una de las características más importantes a considerar en el diseño de la maquina, dado que de ella depende propiedades como: la velocidad de impresión, la simplicidad de implementación y la adaptabilidad hacia las diferentes técnicas de adición de material [4]. En esta línea, Una de las geometrías de movimiento que mejor responde a las tres propiedades mencionadas previamente es el Core XY que permite mover una plataforma en los ejes X e Y manteniendo los motores en la estructura fija. El movimiento en el eje Z se hace mediante un sistema de elevación por tornillos de potencia, que permite que la plataforma donde se realiza la impresión se desplace de manera vertical. Por otro lado, el movimiento sobre los ejes se obtiene mediante un sistema de rodamientos de lineales que son desplazados por unos motores acoplados a un sistema de transmisión por bandas de sincronización y poleas [5].

Por otro lado, el trabajo que se presenta aquí esta motivado por fomentar el desarrollo tecnológico mediante una metodología que permita la replicabilidad de los equipos construidos en un contexto de innovación tecnológica enfocada en la región La Libertad-Peru y con ello contribuir a mejorar el desarrollo de prototipos y maquetas de alta calidad (precisión, exactitud, robustez, estabilidad, ensamble, elegancia) y replicabilidad que suelen ser usadas por la comunidad académica para validar o facilitar el entendimiento, análisis y síntesis de diversos conocimientos o propuestas de desarrollo tecnológicos.

MATERIAL Y MÉTODO

Como ya se ha descrito previamente la meta del proyecto es desarrollar la primera impresora 3D multifuncional en la UPAO aplicable a entornos académicos, domésticos y de servicios. El prototipo se implementa por etapas bien diferenciadas pero que al integrarlas permiten obtener un producto eficiente y reprogramable.



(a) (b) (c)

Figura. 1: a) Movimiento Geometría Core XY; b) Motor A en movimiento y motor B parado, c) Motor B en movimiento y motor A parado.

CINEMÁTICA DE LA IMPRESORA 3D CORE XY

En la Fig. 1 se muestra el esquema del recorrido del carro que contiene al extrusor (dispositivo que lleva acoplado el filamento o material de impresión 3D para luego fundirlo y depositarlo en una plataforma -cama caliente- y crear así una impresión 3D) sobre el plano XY de la impresora 3D con geometría Core XY implementado en este trabajo. El movimiento del carro es accionado por dos motores (motor A y motor B) y un sistema de transmisión-transformación de movimiento rotacional-lineal, basada en fajas y poleas. El sistema de transmisión evita que los motores estén acoplados directamente sobre cada eje de movimiento disminuyendo así el peso total de los mismos, y con ello se aumenta la velocidad de trabajo de impresión 3D.

Por otro lado, la geometría Core XY requiere de un movimiento simultáneo de los motores A y B que accionan a los ejes X y Y respectivamente, para generar un desplazamiento del carro sobre cada uno de ellos, según las siguientes ecuaciones [6]:

$$\Delta X=(\Delta A+ \Delta B)/2 \quad (1)$$

$$\Delta Y=(\Delta A- \Delta B)/2 \quad (2)$$

donde ΔX y ΔY, son los desplazamientos del carro sobre los ejes X y Y, cuando el sistema de trasmisión se desplaza linealmente una cantidad ΔA y ΔB debido a un determinado ángulo de giro de los motores A y B respectivamente. Las ecuaciones (1) y (2) se obtienen según el siguiente razonamiento, se considera inicialmente que solo se mueve un determinado ángulo el motor A (motor B parado), el sistema de transmisión convierte el ángulo girado en un ΔA (Fig. 1b) que a su vez mueve el carro una misma distancia tanto sobre el eje X como sobre el eje Y (dado que el sistema de transmisión acopla el movimiento del eje X al del eje Y) y debido a la configuración particular de la geometría Core XY, la distancia desplazada tanto en el eje X como en el eje Y siempre cumple que (Fig1 b):

$$\Delta X=\Delta A/2 \quad (3)$$

$$\Delta Y=\Delta A/2 \quad (4)$$

Sumando la Ec. (1) y la Ec. (2) se obtiene:

$$\Delta A=\Delta X+ \Delta Y \quad (5)$$

La Ec. (5) representa el desplazamiento lineal del sistema de transmisión debido a un giro del motor A. Un razonamiento similar se aplica para determinar el desplazamiento sobre el eje X e Y para un giro del motor B (motor A parado). Aquí se debe considerar que el carro se desplaza en el eje X una distancia ΔB/2 y en el eje Y una distancia -ΔB/2 (el desplazamiento es en sentido contrario a la dirección del eje Y), obteniéndose:

$$\Delta X=\Delta B/2 \quad (6)$$

$$\Delta Y= -\Delta B/2 \quad (7)$$

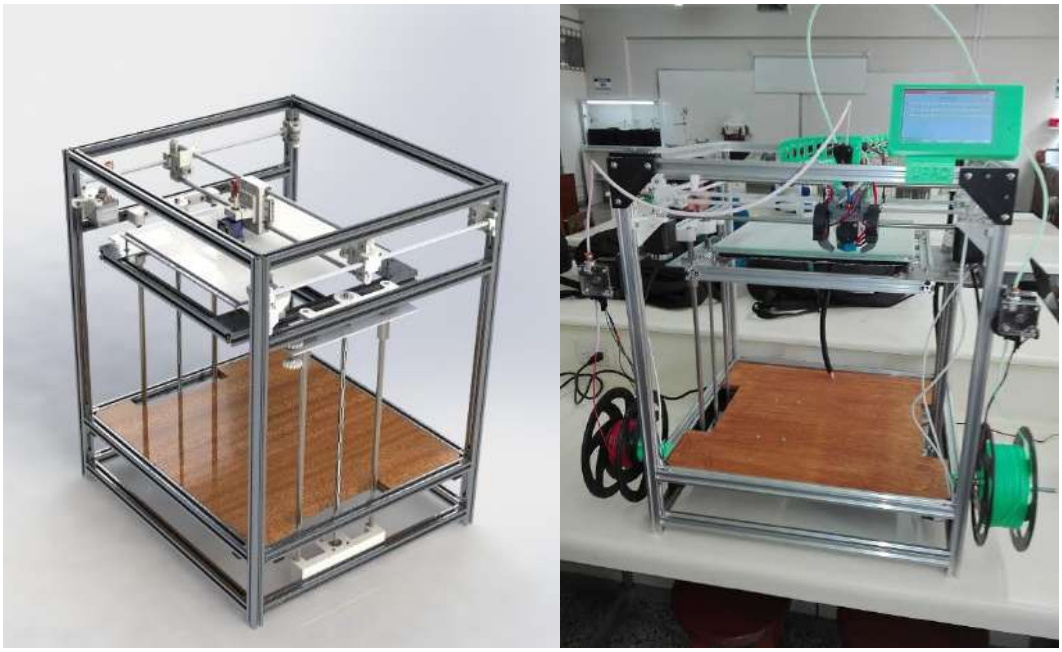


Figura. 2: Impresora 3D construida en este trabajo; modelo CAD e implementación física.

De la Ec. (6) y Ec. (7) se obtiene:

$$\Delta B=\Delta X-\Delta Y \quad (8)$$

Hasta aquí se ha considerado que solo se mueve un motor a la vez, sin embargo si se mueven ambos motores simultáneamente, es decir ΔA+ΔB, y despejando desde la Ec. (5) y la Ec (8), se obtienen la Ec. (1) y la Ec. (2) que representan el desplazamiento lineal del carro que contiene al extrusor que permite fundir el material de impresión a fin de obtener el objeto impreso. Además las Ec. (1) y (2) representan el set point para el sistema de control de la impresora 3D.

ESTRUCTURA MECÁNICA DE LA IMPRESORA 3D

El diseño de la impresora 3D desarrollado aquí (Fig 2), tiene como referencia diferentes diseños de impresoras 3D comerciales, como:

- El sistema de movimiento CoreXY se basa del modelo impresora 3D coreXY S.T.E.V.E. diseñada por CompRevTech [7].
- La estructura, plataforma de impresión y eje Z se basan de la Impresora 3D gran formato de Mundo C.N.C. con Arduino [8].
- El carro de herramientas intercambiables se basa en la impresora 3D Hypercube de Tech2C [9].

Algunos elementos de los diseños de referencia no podían ser adquiridos en el entorno local o nacional por lo que se modifican según necesidad: Se reemplaza la polea loca GT2 de 16 dientes por una polea loca GT2 de 20 dientes; rodamiento embridado F603ZZ por una polea loca GT2 lisa. Los resultados de operatividad demuestran que los remplazos fueron acertados.

Las características de diseño y estructurales de la impresora 3D FDM (modelado por deposición fundida) Core XY propuesta en este trabajo son: Volumen de impresión: 300mmx300mmx300mm (Largo x Ancho x Alto); Estructura con perfil de aluminio V-Slot 2020; Motor de movimiento tipo paso a paso NEMA 17; Cama caliente de 750W 220Vac; Multiherramienta con un Laser grabador de 5.5W; Doble motor para movimiento en el eje Z; Tarjeta de control de 32bits Duetwifi; Sistema con Doble extrusor y un solo hotend: 1 hotend E3D V6 con Nozzle de 0.4mm con calentador de 40W y 2 extrusores Titan del tipo Bowden; Diámetro de filamento de trabajo 1.75mm.

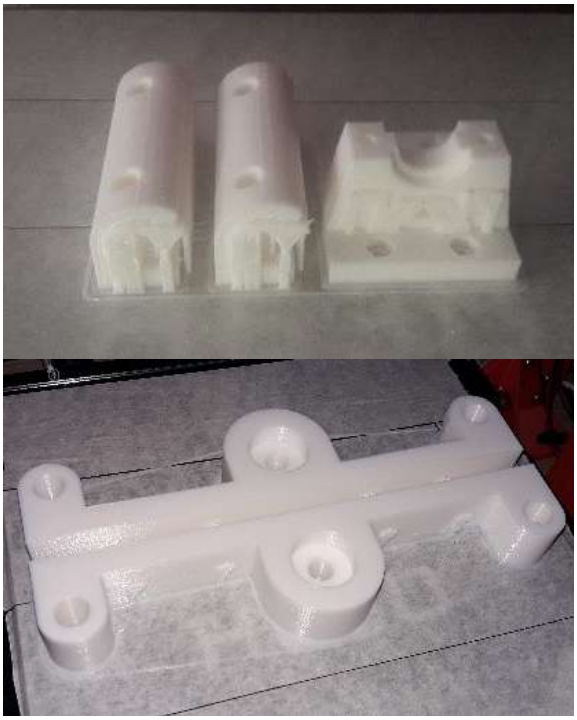


Figura. 3: Piezas impresas en 3D como parte de la Impresora 3D construida en el Proyecto.

Cabe destacar que las piezas que conforman el carro que contiene al extrusor, las piezas soporte de la plataforma de impresión en el eje Z y diversos elementos de sujeción para motores, finales de carrera, el hotend, barras de movimiento, poleas y la cubierta inferior fueron obtenidos mediante impresión 3D, con ello se quiere lograr un alto grado de replicabilidad de nuestro modelo a partir de la impresión 3D de sus partes.

La validación del diseño se hace mediante el CAD SolidWorks aplicando elementos finitos (FEA), en las zonas o partes que se consideró de gran importancia para la estabilidad y correcto resultado del proceso de impresión. El análisis de FEA no se aplicó a las piezas impresas (Fig. 3) debido a que presentan propiedades diferentes a los materiales convencionales a los que los resultados del FEA estándar son bastante acertados. Por ejemplo, en los materiales impresos se debe considerar variables y parámetros como: Orientación de impresión, porcentaje de relleno, tipo de relleno, cantidad de capas, temperatura de impresión, temperatura del ambiente al momento de imprimir, altura de capa, etc. La estructura mecánica de la impresora 3D fue implementada en SolidWorks permitiendo simular sus movimientos y con ello

tener información a priori del comportamiento general del equipo, así como los movimientos de cada pieza. variable importante de evaluación con el FEA fue obtener los valores máximos de deformación de las piezas dado que esta variable afecta la calidad de las piezas impresas al restarle precisión, exactitud y en especial en la adherencia de la pieza 3D a la plataforma –cama caliente-.

La estructura de la impresora se implementa con perfiles de aluminio V-SLOT 2020 por su alta resistencia, baja fricción, fácil montaje, resistente a la oxidación y no se necesitan de herramientas de corte (como taladro) o equipos de soldadura para unir las piezas. La estructura se conforma de 18 perfiles de aluminio V-Slot 2020 (Fig. 4): 4 perfiles de 650mm; 8 perfiles de 450mm; 6 perfiles de 500mm. Los perfiles de aluminio se unen mediante Juntas tipo L para perfil V-Slot utilizándose un total de 42 unidades, estas juntas permiten una fácil modificación de su posición dentro de la estructura. Ahora se describe cada uno de los ejes de la Impresora 3D:

Eje x (Fig. 5). Eje sobre el que se desplaza el carro que contiene al extrusor que a su vez funde al filamento para realizar la impresión 3D. El eje se mueve en un plano cartesiano mediante el uso de poleas y rodamientos lineales y esta formado por (Fig. 6):

- **Dos barras de acero inoxidable de 520mm de largo y 8 mm de diámetro.** Las cuales sirven de guía de movimiento y soportes del carro.
- **Dos piezas iguales impresas en 3D que sujetan por los extremos a las dos barras de acero inoxidable previamente mencionadas (Fig.).** A través de un par de poleas permiten el desplazamiento del carro en los ejes X y Y, además en su estructura interna contienen un par rodamientos lineales LM8UU que permiten el movimiento del eje X sobre el eje Y. Usar estos dos rodamientos minimiza el juego que genera el uso de uno solo y con ello mejora el movimiento del eje X.

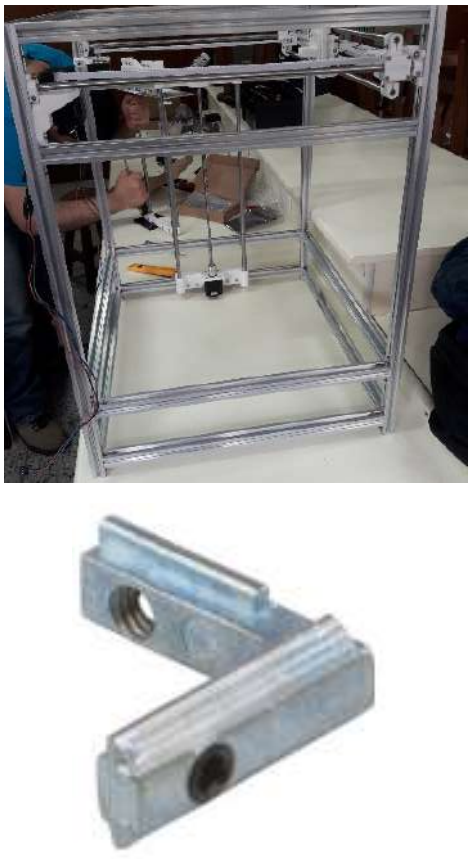


Figura. 4. Perfiles de aluminio y elementos de acople usados en la construcción de la Impresora 3D.

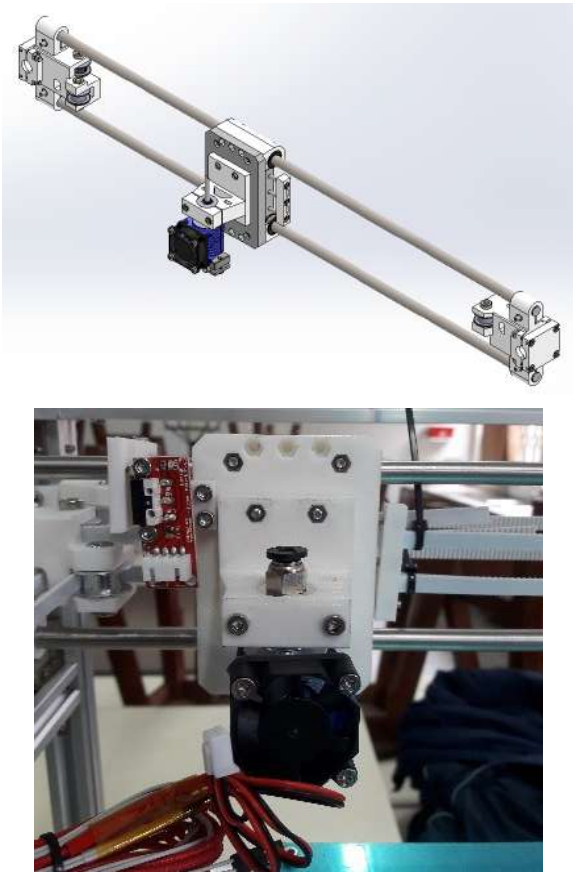


Figura. 5. Eje X, simulado e implementado

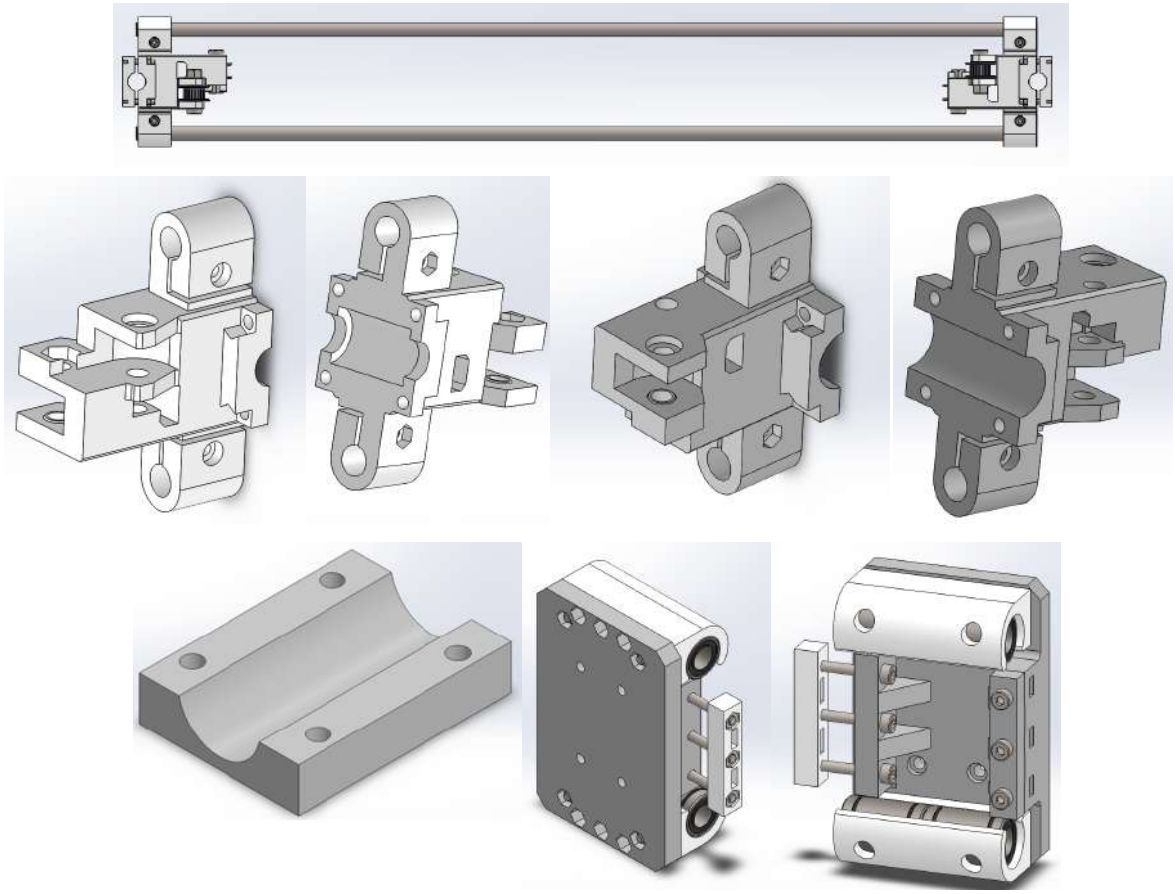


Figura. 6. Diferentes partes del Eje X (simulados en SolidoWork).



Figura. 7. Eje Y dos barras que soportan al Eje X y ambos ejes contenidos en la estructura general

- **Dos piezas impresas de encaje para los rodamientos LM8UU,** estas piezas están acopladas a las dos anteriores previamente descritas.
- Carro de desplazamiento porta herramienta. **Esta formado por varias piezas impresas y un juego de 4** rodamientos LM8UU que sujetan y permiten el movimiento del carro en el eje X (Fig.). El carro se diseña tal que permita el intercambio de herramienta, por ejemplo cambiar el extrusor por la herramienta laser.

EjeY. Soporta el peso del cuerpo del eje X y esta formado por (Fig.7):

- **Dos barras de acero inoxidable de 450mm y 8mm de diámetro,** que forman el cuerpo del eje Y.
- **Cuatro rodamientos LM8UU.** Permiten el movimiento lineal sobre el eje Y. Se usa 2 rodamientos por eje.
- **Cuatro piezas impresas,** que acoplan los extremos de las barras del eje Y con la estructura de la impresora 3D.

Eje Z. Mueve la plataforma de impresión (Fig.8) mediante el giro de 2 husillos T8 de 4 hilos (8mm por vuelta) realizado por 2 motores paso a paso ubicados en la parte inferior del eje Z. El eje Z está formado por dos conjuntos de piezas verticales compuestos cada uno por: 2 barras de acero inoxidable de 490mm de 8mm de diametro, 2 soportes que agarran las 2 barras de acero inoxidable por los extremos de esta, 1 motor paso a paso que es sujetado por el soporte inferior y que mueve el husillo, 1 husillo T8 de 4 hilos, 1 plataforma de movimiento que contiene 2 rodamientos LMKJ10LUU y la tuerca del husillo (la plataforma se mueve en dirección del eje Z mediante el giro del husillo T8 y soporta el peso de la plataforma de impresión). Los rodamientos permiten transmitir el movimiento sin embargo también son generadores de juegos mecánicos es por ello que es importante elegir adecuadamente el tipo y la cantidad de rodamientos a fin de minimizar su efecto negativo.

Plataforma de impresión (ver Fig.8): Base sobre el cual el extrusor deposita el filamento fundido en sucesivas capas formando el objeto en 3D. Está compuesta por 5 perfiles de aluminio V-Slot (3 perfiles de 340mm y 2 de 370mm) unidas por 8 juntas tipo L, 4 platinas que soportaran la plancha de la plataforma de impresión, 1 plancha de aluminio de 320mm x320mm x3.175mm donde se instala la cama caliente, 1 vidrio de 300mm x300mm x3mm (lugar donde , 4 tornillos M3X 40mm y 4 resortes de 30mm(estos permitirán ajustar la altura de la plataforma en los 4 puntos de apoyo de la plancha de aluminio de manera manual).

Estructura mecánica CoreXY. La estructura CoreXY (Fig. 9) esta compuesta por una serie de mecanismos que interconectan soportes, poleas y los motores que permiten el movimiento sobre los ejes X e Y, generando una morfología que genera un movimiento particular sobre el plano X-Y, denominado geometría CoreXY y cuyos elementos son:

- Dos piezas iguales impresas que contienen 2 poleas cada una para guiar la faja y se ubican en los extremos de la estructura más próximos a los valores máximos de desplazamiento del eje Y.
- Dos piezas obtenidas mediante impresión 3D, que soportan a los dos motores que permiten el movimiento sobre los ejes X y Y, ambas piezas están acopladas a los perfiles de la impresora 3D y sirven de acople a los barras que forman el eje Y.

Carro multifunción. El carro o porta herramienta tiene capacidad para contener dos cabezales (una a la vez), un cabezal permite realizar la impresión 3D y el otro grabar mediante laser (Fig.10).

Cabezal para Impresora 3D. Tiene un sensor Z-Probe BLTOUCH para el calibrado de la primera capa de impresión (ver Sección), ventiladores tipo turbina para una eficiente disipación de calor, diseñandose la estructura de la porta herramienta tal que estos elementos puedan caber de forma correcta

Finales de Carrera. Se usan para el sistema electrónico de la impresora reconozca el inicio del recorrido de los ejes X-Y-Z, los finales de cada eje se los configura por software. Para cada sensor de final de carrera se le imprime un soporte que lo acopla a la estructura de la impresora. Por ejemplo para el eje X se diseñaron 2 piezas; una soporta el sensor sobre el carro porta herramienta y un tope instalado en la barra del eje X que al chocar el carro indica que ha llegado a uno de sus limites mecánicos. Para el sensor sobre el eje Y se imprime una sola pieza que acopla al sensor al correspondiente eje ubicándose al final de esta, de manera que cuando el cuerpo del eje X se desplaza sobre el eje Y y topa con el sensor se determina el valor mínimo de recorrido sobre el eje Y.

Para el sensor asignado al eje Z se diseñaron e imprimieron 3 piezas; una pieza acopla al sensor en la estructura de la impresora y las otras 2 piezas, en forma de engrane unidas por una tuerca, permiten ajustar la altura de la plataforma de impresión y con ello esta última tener un desplazamiento perpendicular al eje Z.



Figura. 8. Eje Z sostiene a la plataforma o base de impresión.

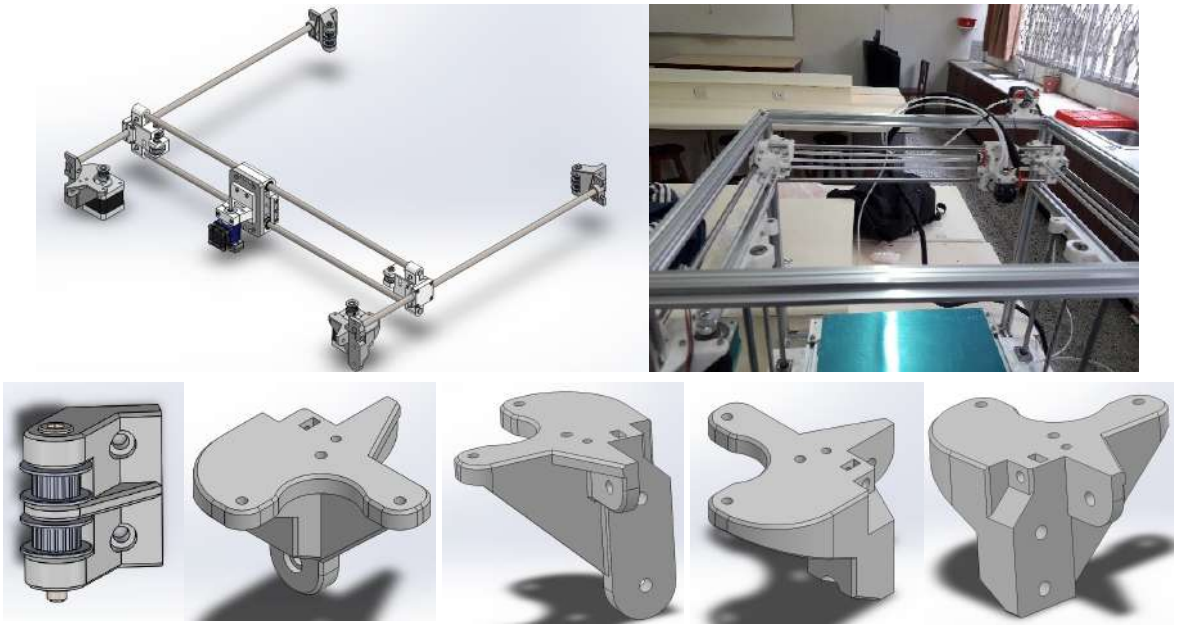


Figura. 9. Estructura mecánica CORE XY

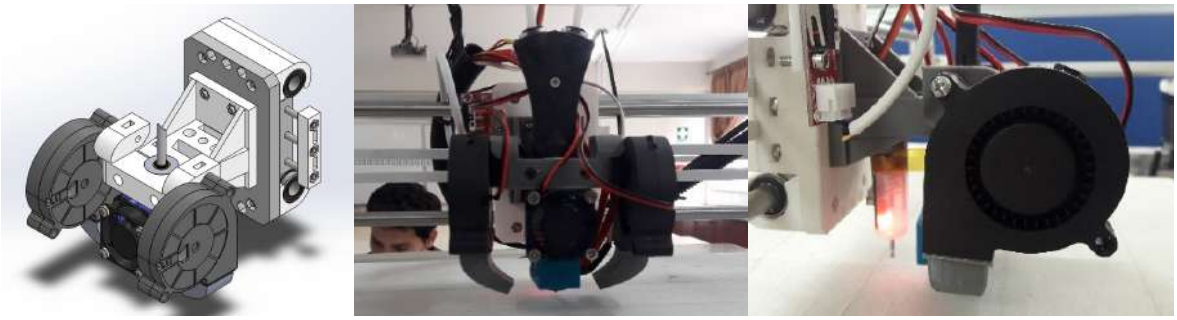


Figura. 10. Cabezal y porta herramienta para la impresión 3D.

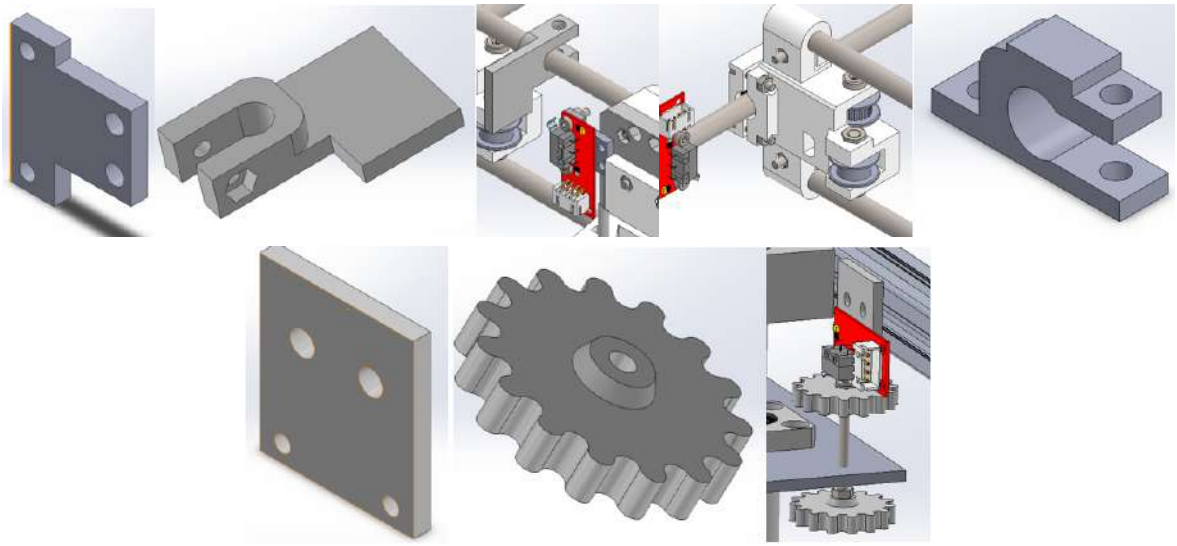


Figura. 11. Partes impresas para el soporte de los sensores finales de carrera.

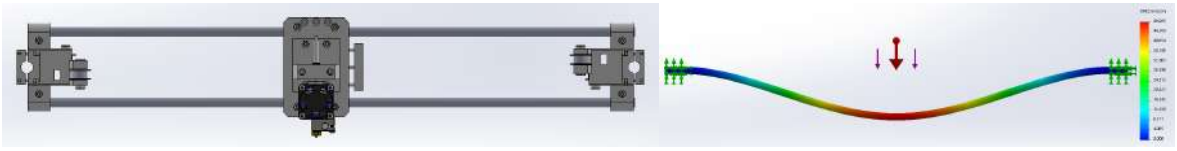


Figura. 12. Análisis FEA al Eje X.



Figura. 13. Análisis FEA al Eje Y.

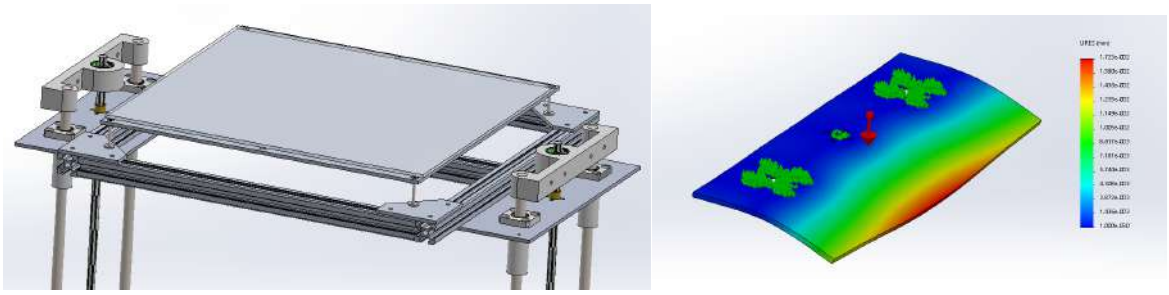


Figura. 14. Análisis FEA de la plataforma de impresión

SIMULACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Aquí se simula el diseño propuesto mediante un análisis de elementos finitos (FEA) a través de SolidWorks, excepto a las piezas impresas en 3D, dado que no se cuenta con una base de datos exacta y/o método para la correcta simulación. Además hay que considerar que la calidad y consistencia de las piezas impresas son afectadas por:

- Orientación de la impresión
- Porcentaje de relleno
- Tipo de relleno
- Cantidad de capas para paredes
- Temperatura de impresión
- Temperatura del ambiente al momento de imprimir
- Altura de capa

Un criterio importante en la simulación es determinar la deformación máxima permitida de las piezas relevantes de la estructura de la impresora 3D sin que afecte en su correcto funcionamiento tanto en la calidad de impresión como en la adherencia de la pieza 3d impresa en la plataforma que la sostiene. Los resultados son:

La barra de movimiento del eje X.

El eje X (ver Fig.12) consta de 2 barras de 8mm de diámetro y 520 mm de largo que sostienen y permiten el movimiento del carro. Para este análisis se consideró hace un análisis estático de una de las barras que permiten el movimiento, donde se consideraron los siguientes parámetros:

- Peso del carro con hotend: 160g (320g en total, se toma la mitad por ser 2 ejes)
- Peso extra para accesorios: 80g (160g en total, se toma la mitad por ser 2 ejes)
- Material: Acero inoxidable
- Extremos de la barra fijos
- Se considero el peso de la barra en la simulación
- Concentración del peso en la parte media de la barra

Según los resultados de las deformaciones, el eje X debe de tener una deformación máxima de 49 µm, para verificar si este valor es aceptable o no se requiere conocer la deformación máxima en la barra del eje Y.

Barra de movimiento eje Y

El eje Y consta de 2 barras de 8 mm de 450 mm de largo que sujetan los extremos del eje X (ver Fig. 13), estas barras deben de soportar el peso del eje x, el cual contiene el carro de movimiento y el hotend. Para este análisis se consideró hace un análisis estático de una de las barras que permiten el movimiento, donde se consideraron los siguientes parámetros:

- Peso del eje X con carro y hotend: 500g (1kg en total dividido en los ejes)
- Material: Acero inoxidable
- Extremos de la barra fijos
- Se considero el peso de la barra en la simulación
- Concentración del peso en la parte media de la barra donde estar la mayor deformación

Según los resultados de las deformaciones, el eje Y tiene una deformacion máxima de 53 µm. Se tiene como criterio de diseño una deformación máxima menor a la mitad altura de primera capa común (300 µm) en conjunto con la deformación del eje X con el eje Y, esto para poder asegurar una buena impresión del objeto 3D, que en este caso da un valor de 102 µm, cumpliendo con el criterio y con ello asegurando que las deformaciones máximas de los ejes no afectan al funcionamiento de la impresora 3D.

Platina de sujeción de plataforma de impresión

Las platinas (Fig.14) tienen unas dimensiones de 250mmx100mmx3.175mm, estas tienen la función de sujetar la plataforma de impresión y moverla en dirección del eje Z (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para este análisis se consideró hace un análisis estático de una de las platinas que sostienen a la plataforma de impresión donde se consideraron los siguientes parámetros:

- Peso de la carga 2 kg (4kg considerando el peso de la plataforma 3.5kg con el vidrio y peso máximo de imprimible 0.5kg)
- Material: aluminio
- Soportes fijos: puntos de agarre de los rodamientos y tuerca T del husillo
- Se considero el peso de la platina en la simulación

En este análisis se tiene mayor énfasis en las deformaciones causadas por la carga que en este caso nos da una deformación máxima de 17 µm valor aceptable considerando que este elemento es de tener poco movimiento y debido a que solo sirve para sostener la plataforma esta deformación no afectaría a la impresión.

Plancha de plataforma de impresión

La plancha de la plataforma de impresión (Fig. 15) tiene unas dimensiones de 320mmx320mmx3.175mm y sobre ella se realiza la impresión. Para este análisis se consideró hacer un análisis estático para ver las deformaciones existentes. Se consideraron los siguientes parámetros:

- Material: Aluminio aleación 1060
- La carga: masa distribuida del vidrio de 1.7kg (1.2 Kg del vidrio y 0.5kg de la masa máxima de material a considerar)

De los resultados se encuentra que la plataforma de impresión, cuando se considera solo la masa máxima del material a imprimir, se tiene una deformación de 59 µm centrándose la mayor deformación en el centro de la plataforma, esta pequeña deformación podría causar problemas cuando se requieran hacer impresiones grandes, debido a ello se decidió poner un vidrio de 320mm x300mm x 3mm encima de la plataforma para poder imprimir sobre ella, que en el caso del vidrio la variación por el peso del material de impresión será casi

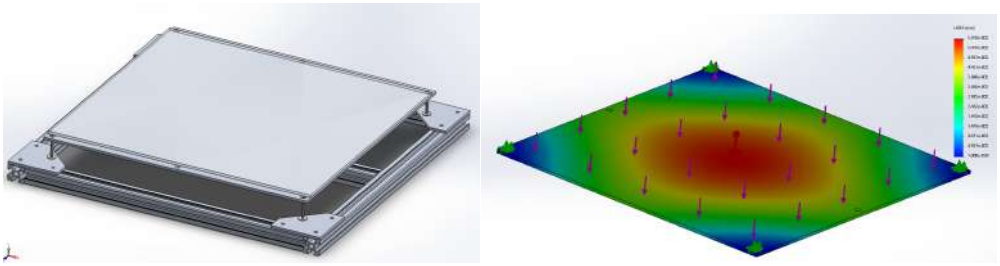


Figura. 15. Análisis FEA a la plataforma de impresión 3D.



Figura. 16. Diferentes elementos actuadores y sensoricos a) Motor NEMA; b) extrusor; c) final de carrera.

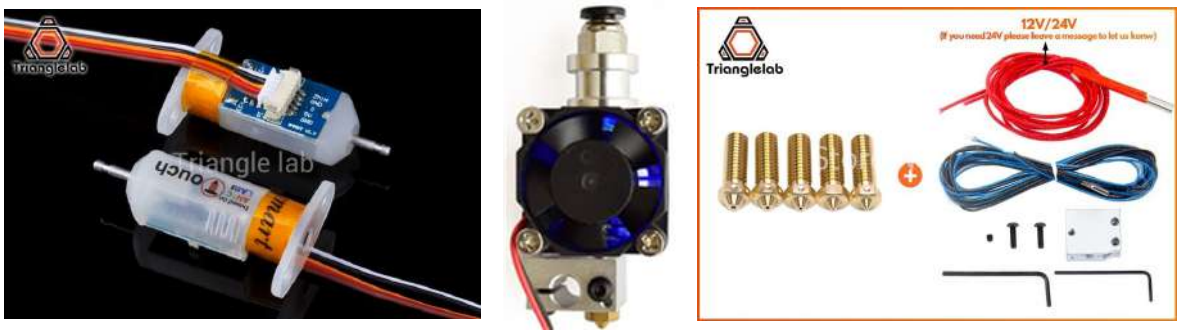


Figura. 17. a) Sensor Zprobe; b) hotend encargado de fundir el filamento.

nula, sin embargo esto afectaría a la plataforma que según los resultados de la nueva simulación (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) nos da una nueva deformación de 110 µm, pero debido al uso del vidrio encima de la plataforma esta deformación no afectaría a la impresión además que permite una fácil extracción de la pieza.

SISTEMA ACTUADOR Y SENSÓRICO

Motores paso a paso NEMA 17. Los motores a usar en el proyecto deben permitir imprimir a grandes velocidades sin perder precisión ni exactitud y a fin de obtener información de su desplazamiento angular deben poder acoplarse de forma segura y estable a sensores de posición los que a su vez permitirán implementar estrategias de control que optimizaran el comportamiento de la impresora 3D. En este proyecto se considera el uso de motores pasos a paso Nema 17 estandar [10] que vienen integrados con un encoder de alta resolución (Fig. 16a) y presentan excelentes prestaciones de exactitud y precisión a bajo coste. Una ventaja de este modelo de motor es que el encoder permite programar su resolución a la necesidad del proyecto.

Los motores adquiridos deben cumplir con las exigencias de corriente y velocidad requeridas por la Impresora 3D, de lo contrario podrían sobre calententarse con la posterior perdida de precisión, exactitud y hasta daño del propio motor.

El movimiento en el eje Z no tiene la misma exigencia de precisión y exactitud que para el movimiento en el eje XY, dado que su aporte para la calidad de impresión 3D no es crítica. Sin embargo los motores del eje Z deben soportar un mayor peso debido a la presencia de la plataforma que contiene el proceso de impresión 3D. Es por ello que aquí se coloca un doble eje Z accionado cada uno de ellos por motores paso a paso sincronizados en movimiento a fin de mantener la plataforma de trabajo en una posición perpendicular a los ejes Z. Es este caso no se requiere un motor con encoder incluidos.

Extrusores: Se usa un extrusor del tipo 2way in 1way que permite aplicar dos diferentes materiales, una a la vez (sin mezclarse entre sí), permitiendo con ello imprimir objetos con interior hueco y de mayor complejidad geométrica que la que se obtiene con un extrusor de un solo material. Este tipo extrusor, integra dos extrusores convencionales que comparten una sola boquilla y mediante un mecanismo interno se asegura que los materiales no se mezclen ni se obstruyan durante la impresión (Fig. 16b).

Sensores finales de carrera: En este trabajo son usados tal que permite al controlador electrónico (tarjeta) conocer los límites mínimos del recorrido de los ejes XY y así poder definir el área de trabajo de la impresora 3D. Los límites máximos se determinan mediante software haciendo uso del firmware de la tarjeta controladora (Fig. 16c).

Sensor Zprobe: (BlTouch) Permite calibrar de forma automática la orientación deseada de la plataforma de impresión 3D, detecta desviaciones y las compensa en las primeras capas de impresión aditiva (Fig. 17a). Además en este trabajo el sensor Zprobe se usa para detectar el límite máximo de desplazamiento del eje Z, el límite mínimo se consigue mediante tope mecánico. El sensor presenta una desviación estándar de repetibilidad de 0.005mm, mucho menor que los sensores inductivos convencionales y responden establemente ante el vidrio, material muy usado como plataforma de impresión por los modelos más representativos en el mercado dado que presenta una alta resistividad al calor y mínima deformación, a diferencia por ejemplo de los sensores capacitivos. Otra ventaja es su pequeño tamaño y su fácil instalación.

Hotend: Es el encargado de fundir el filamento para poder realizar la pieza deseada. Se debe seleccionar y configurar el tipo de HotEnd en función del diámetro del material, en función del tipo de pieza, calidad y acabado que se desea obtener. El extrusor empuja al filamento hacia el Hotend para que sea fundido, para ello usa un sistema de extrusión *bowden* que consiste en sacar el motor de empuje de filamento de las partes móviles y situarlo en la estructura de la impresora (Fig. 17b). De esta forma se guía el filamento hasta el hot-end mediante un tubo de PTFE. Este tubo suele tener un diámetro interno mayor al del filamento para compensar las tolerancias de fabricación que pueda tener el filamento y que no se produzcan atascos.

Aquí el sistema bowden usado tiene un disipador con ventilador para evitar que las altas temperaturas lleguen al carro que lo moviliza para realizar la impresión. Por otro lado, presenta una resistencia de 40w que permite llegar a temperaturas de fundición (220 grados) del material PLA, el más usado para la impresión. Adicionalmente contiene un sensor termistor para altas temperaturas que permite implementar estrategias de control a fin

de alcanzar y mantener la temperatura ideal de fundición de material. La boquilla del hotend se selecciona evaluando diferentes modelos según su precisión eligiendo el del tipo vulcano, adecuado con el sistema bowden dado que su morfología al ser perpendicular a la plataforma de impresión permite mejorar la velocidad de impresión.

Hotbed o cama caliente: Se encarga de calentar la plataforma de impresión, para que las piezas queden adheridas a ella. De esta forma se evita o reduce el wrapping (piezas que se despegan y se curvan durante el proceso de impresión). Actualmente la tendencia es disponer de hotbed con alimentación alterna AC, debido a su comportamiento más estable frente a picos de corriente evitando caídas de tensión que inestabilizan su comportamiento. En este proyecto se elijé el modelo Fysetc que incluye un sensor de temperatura NTC 100k para mantener informado continuamente del nivel adecuado de temperatura del hotbed. Por motivos de seguridad se requirió la adquisición de un aislante (Fig. 18a) térmico para evitar quemaduras.

Relé de estado sólido: Disponer de un Hotbed en AC requiere de un relé para su accionamiento, aquí se elige uno de estado sólido debido a que elimina el ruido con respecto aquellos electromecánicos así como el desgaste propio de estos últimos. Además trabajan a diferentes valores de DC para el PWM (modulador ancho de pulso de la placa de control) y soportan elevadas corrientes. Sin embargo requieren de un adecuado disipador puesto que trabajan a elevadas temperaturas (Fig. 18b).

Fuente 12v DC: Dado las proyecciones de consumo de potencia y aplicaciones futuras se adquirió una fuente DC de 12v y 30A aproximadamente 360W.

Laser 5.5w: Dispositivo principal que permite la impresión por laser y proporciona al equipo otra prestación bastante útil en el marco académico y comercial. El láser adquirido tiene una potencia de 5.5w y un focalizador de luz que le permite concentrar la luz en un punto y con ello cortar acrílico, madera y grabar sobre metales. Para este tipo de aplicaciones siempre es necesario disponer de lentes de protección (Fig. 18c).

Drivers TMC 2130: Proporcionan la cantidad de corriente adecuada para los motores según requerimientos de trabajo. Aquí se usa el drivers TMC 2130 de la empresa Trinamic por ser un dispositivo confiable en la cantidad de corriente que se desea obtener y no genera ruido en su trabajo. Adicionalmente requieren de su disipador dado trabajan continuamente durante un proceso de impresión 3D.

Módulo Mosfet: En aplicaciones donde se manejan cargas mayores a 2A de corriente, como es el caso de la Impresora 3D, es recomendable usar drivers más potentes como del tipo Mosfet que son capaz de manejar cargas de hasta 9 A, además son compatibles para implementar control por PWM y realimentado. Los Mosfet presentan mejores características para aplicaciones Encendido/Apagado de cargas de alto amperaje. Para activar el mosfet se debe de enviar 5 Voltios al Gate del Mosfet, esto permitirá que la corriente fluya a través de la carga y se active. Aquí también se requiere utilizar un disipador de calor.

Ventilador RGB 120mm. Aquí se usa como disipador de calor de los diferentes componentes electrónicos y fue seleccionado por silencioso trabajo y potencia de ventilación adicionalmente presenta una iluminación del tipo Led.



Figura. 18. a) cama caliente; b) relé electrónico; c) Laser.

TARJETA ELECTRÓNICA CONTROLADORA

Aquí se trabaja con la tarjeta DuetWifi de 32 bits (Fig. 19) de firmware libre que ha tenido gran aceptación en la comunidad internacional de desarrollo de impresoras 3D por sus resultados eficientes y gran información sobre ella [11]. Una característica importante de esta tarjeta es que permite un trabajo de control remoto (impresión remota), genera su propia red wifi sin necesidad de tener una tarjeta SD para cargar un archivo de impresión, posee controladores silenciosos paso a paso (TMC2660) capaz de generar 256 micro pasos. Permite configurar la corriente para los motores por medio del software para obtener una óptima velocidad y eficiencia de potencia. Primero, se actualiza el firmware a la última versión que incluye la compatibilidad con BLTouch, cambios en los archivos del firmware y ajustes de parámetros en algunos GCodes, entre otros (la lista completa de cambios se encuentra en https://github.com/dc42/RepRapFirmware/blob/dev/WHATS_NEW.md). Tercero, se editaron los archivos desde el DuetWeb Control Master (Fig. 20) en el apartado "Settings".

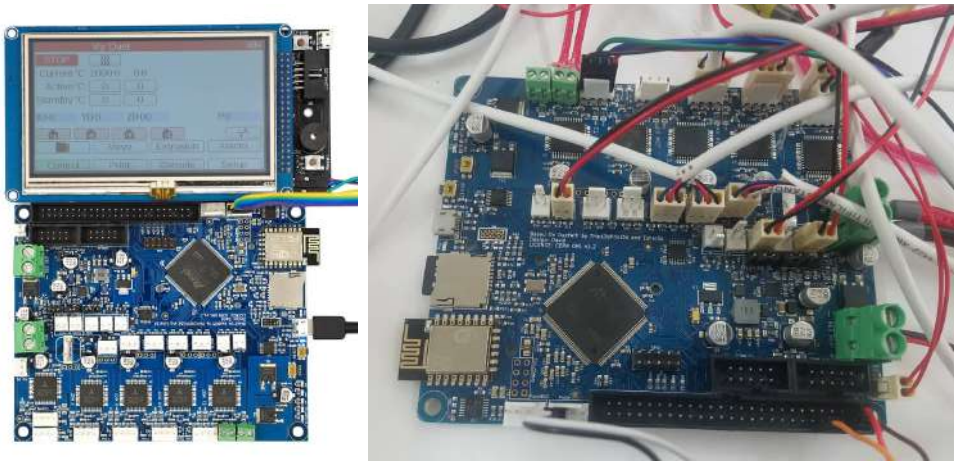


Figura. 19. Tarjeta electrónica controladora de la Impresora 3D.

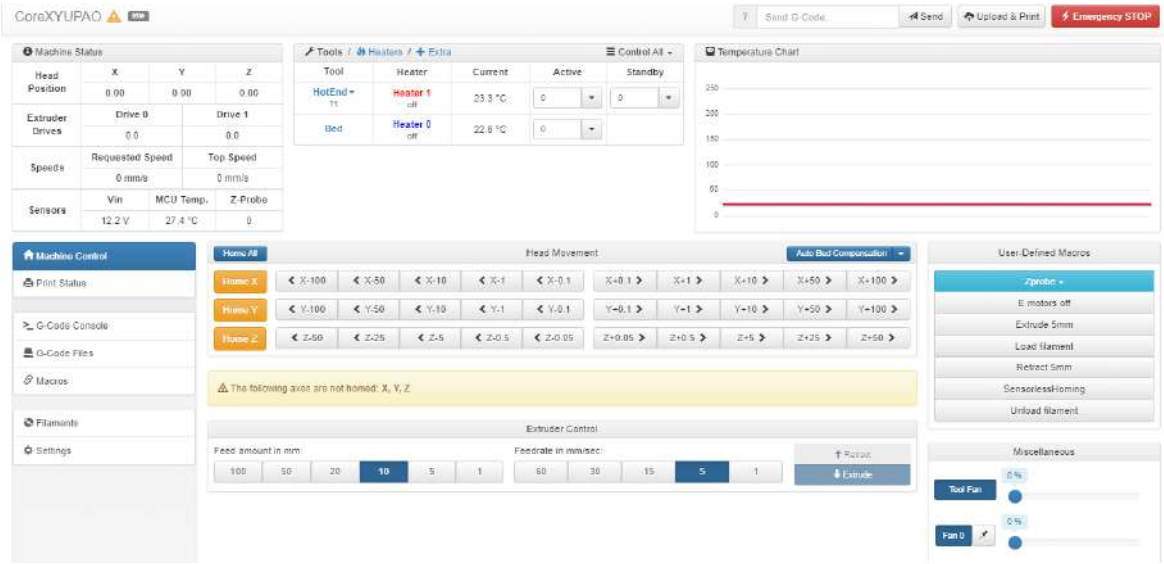


Figura. 20. Tarjeta electrónica controladora de la Impresora 3D.

A continuación se detallan las principales configuraciones realizadas en el archivo "/sys/config.g".

- M667 S1: se selecciona el tipo de movimiento Core XY
- M550 PCoreXYUPAO: se asigna un nombre a la impresora.
- M589 S"Farmbot_wifi" P"rpdini10"
- M586 P0 S1: se establece la conexión al router y habilitamos el protocolo HTTP para poder controlar la impresora, subir archivos y editar las configuraciones desde el navegador.
- M208 X0 Y0 Z0 S1
- M208 X300 Y300 Z300 S0; se define las dimensiones de la impresora (un cubo de 30 x 30 x 30 cm).
- M574 X1 Y1 Z1 S0: se configura los finales de carrera normalmente abiertos como el punto inicial 0,0,0.
- M305 P0 T100000 B4138 C0 R4700; M143 H0 S120; M305 P1 T100000 B4138 C0 R4700; M143 H1 S280.
- Declaramos los sensores de temperatura NTC de 100k usados en la cama caliente ("hotbed") y noozle ("hotend").
- M92 X78.6 Y81.22 Z400 E402.4; M906 X700 Y700 Z1200 E1300 I0

Se configura los pasos por milímetro de los motores mediante las siguientes ecuaciones:

$$pasos\ por\ mm = \frac{pasos\ del\ motor * micropasos\ por\ cada\ paso}{dientes\ por\ vuelta * mm\ por\ diente}, \text{ para los ejes X e Y…} \quad (6)$$

$$pasos\ por\ mm = \frac{pasos\ del\ motor * micropasos\ por\ cada\ paso}{mm\ por\ vuelta\ de\ la\ varilla}, \text{ para el eje Z. …} \quad (7)$$

$$pasos\ por\ milimetro = pasos\ del\ motor * micropasos\ por\ cada\ paso * 0.1308 \quad (8)$$

para los extrusores "Titan" donde 0.1308 es una constante dada por los fabricantes.

Los valores calculados anteriormente difieren ligeramente con la realidad por lo que con la siguiente formula ajustamos más la precisión.

$$pasos\ \ por\ mm = \frac{pasos\ por\ mm\ actuales * distancia\ deseada}{distancia\ medida}, \text{ para cualquier motor.} \quad (9)$$

Se limita la corriente de los motores, para evitar sobrecalentamiento.

Actualmente se esta trabajando en la implementación del sensor BLTouch y el sensado de corriente de los motores.

M307 H3 A-1 C-1 D-1; M558 P9 H5 F100 T2000 X0 Y0 Z1; G31 P25 X0 Y27.5 Z1.06; M557 X5:295 Y5:295 S40

Se define el tipo de sensor "Z Probe" como BLTouch y se declara la distancia a la que se encuentra del nozzle (hotend). Con una correcta calibración este sensor reemplaza al final de carrera del eje Z y nos mostra un plano con los niveles de desviación del área de impresión para un posterior auto ajuste durante la impresión.

M915 P0:1 S15 F1 R2 H350

Se activa el sensado de corriente para los motores de los ejes X e Y. Los drivers TMC2660 que vienen en la placa Duet Wifi, aparte de permitir 256 micropasos y ser muy silenciosos, incorporan dos funciones muy interesantes:

- StallGuard 2 es un sistema de detección de alta precisión de la carga del motor sin necesidad de un sensor físico. Su uso en el proyecto está pensado para la detección del punto de inicio (homing), reemplazando así a los finales de carrera de los ejes X e Y. Para una correcta calibración del umbral de detección es necesario hacer pruebas durante los movimientos de impresión, modificando el parámetro S a el mínimo valor posible donde no se detecten falsas advertencias.
- CoolStep es un sistema de control de la corriente del motor según el nivel de carga que tenga lo que genera un ahorro de energía de hasta el 70%. Activando esta opción reduciremos el consumo y calentamiento de los motores.

Para una explicación total de cada comando y sus parámetros usados en el archivo de configuración, visitar https://reprap.org/wiki/G-code.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Aquí se presenta como resultado la propia impresora 3D con capacidad multifuncional. Se han realizado diferentes pruebas que han permitido ajustar los parámetros mecánicos (Fig. 21), electrónicos y de programación del equipo hasta lograr resultados prometedores. Una vez realizada el diseño y simulación del correcto funcionamiento de la impresora 3D se pasa a la elaboración de los planos de las diferentes partes para su fabricación o construcción en taller, otras piezas de mayor complejidad de manufactura simplemente se adquieren en establecimientos especializados. Posteriormente se pasa a la implementación de cada pieza física acoplándolas entre ellas adecuadamente a fin de evitar juegos, huelgas y ruidos mecánicos que hacen ineficiente el movimiento del equipo (Fig. 22).



Figura. 21. Implementación de la Impresora 3D

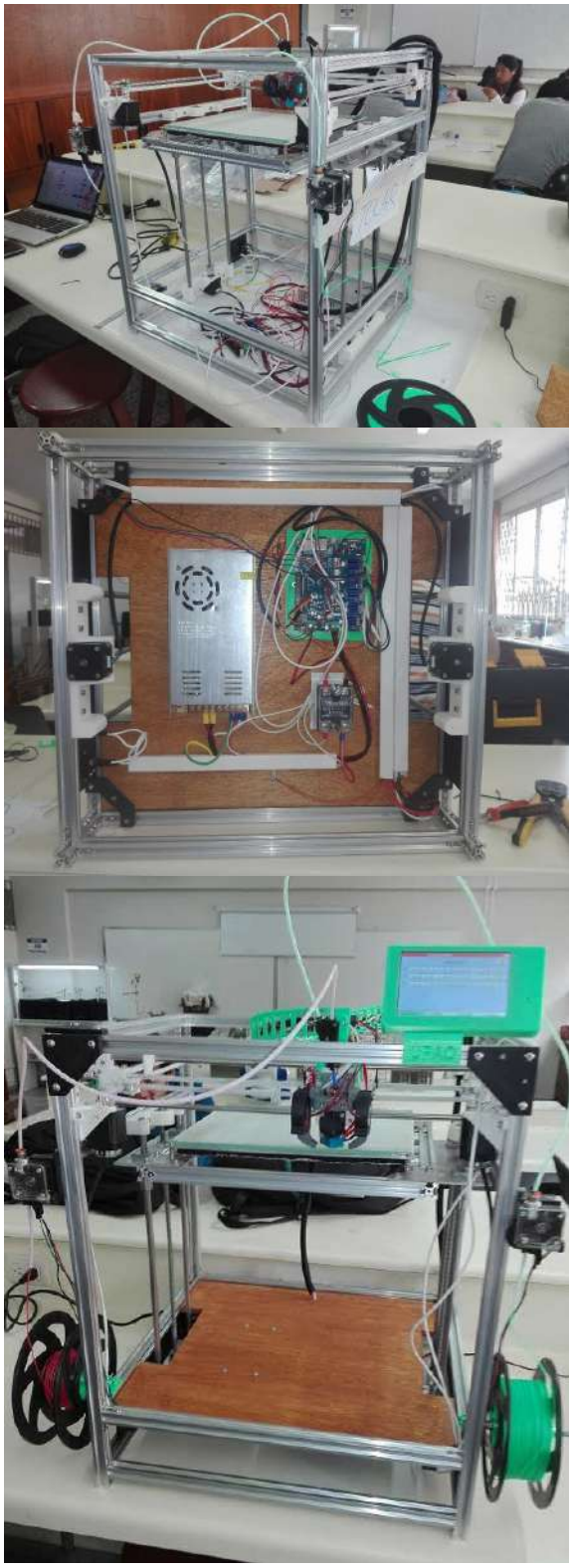


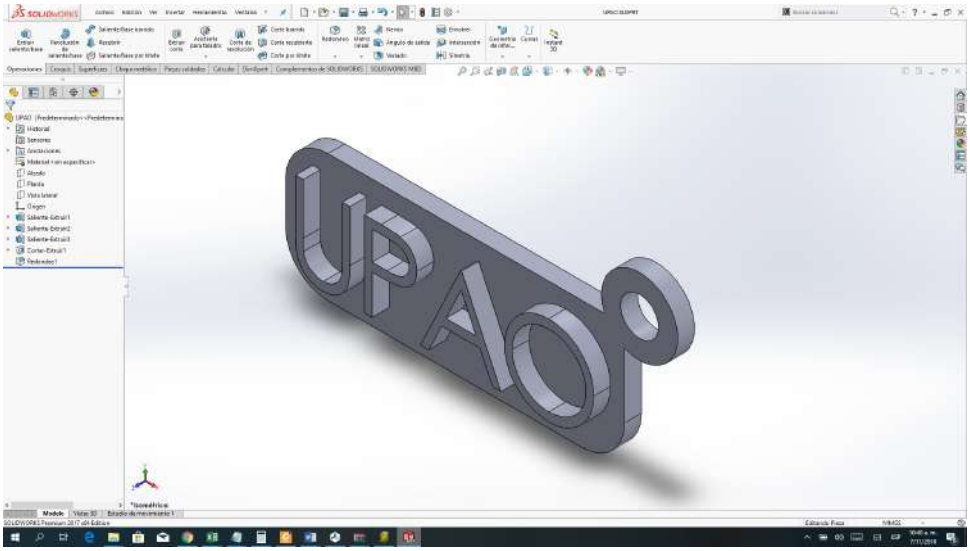
Figura. 22. Impresora 3D implementada y validada en este trabajo.

El proyecto de desarrollo de la impresora 3D sigue abierto esperando mejorar sus prestaciones con la inclusión de leyes de control realimentado y analizando el uso de diferentes piezas y materiales a fin de lograr una mejor precisión, exactitud, mayor velocidad, minimizar ruido y menor peso de la impresora 3D. Es decir nuestro objetivo es continuar con el desarrollo tecnológico con base científica enmarcado en una estrategia de innovación focalizada en la región La Libertad-Perú (Fig. 23-24).

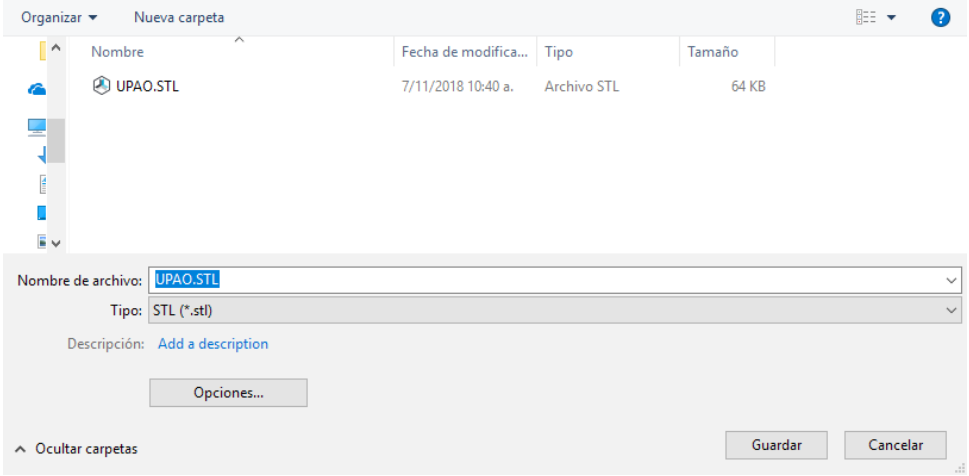
La siguiente información permite entender el proceso de impresión en 3D de un objeto cualesquiera:

a. Diseño del objeto 3D

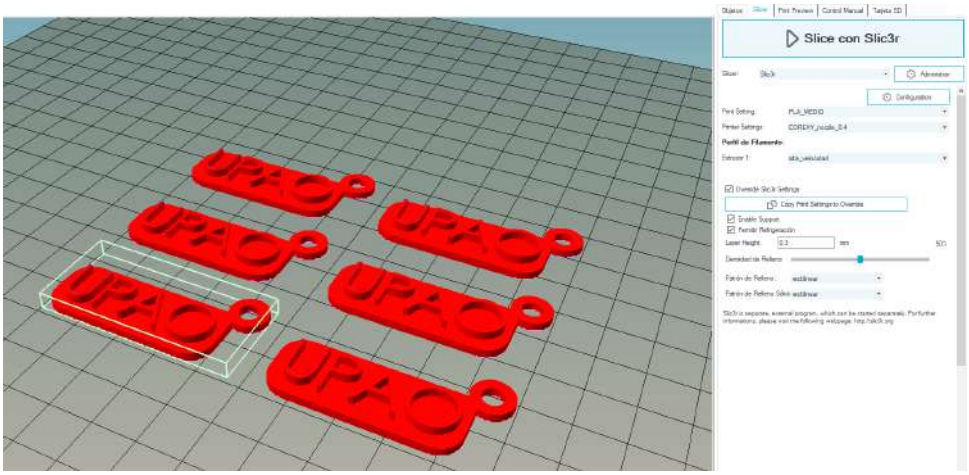
b. Exportar el objeto 3D a formato STL



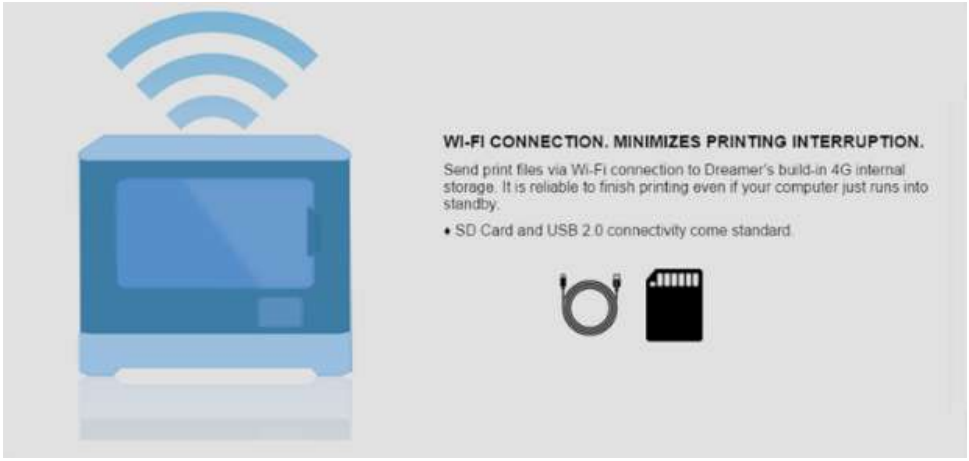
c. Cargar el archivo STL en el programa SLICER de la impresora 3D para crear el Gcode del objeto 3D



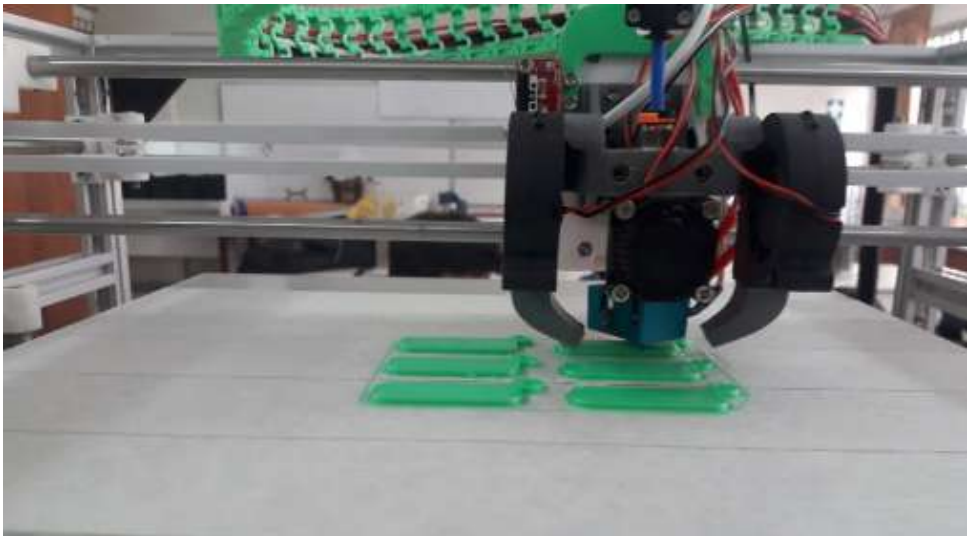
d. Subir el archivo a la impresora mediante USB, memoria SD o Wifi



e. Imprimir el archivo en la impresora



f. Imprimir el archivo en la impresora



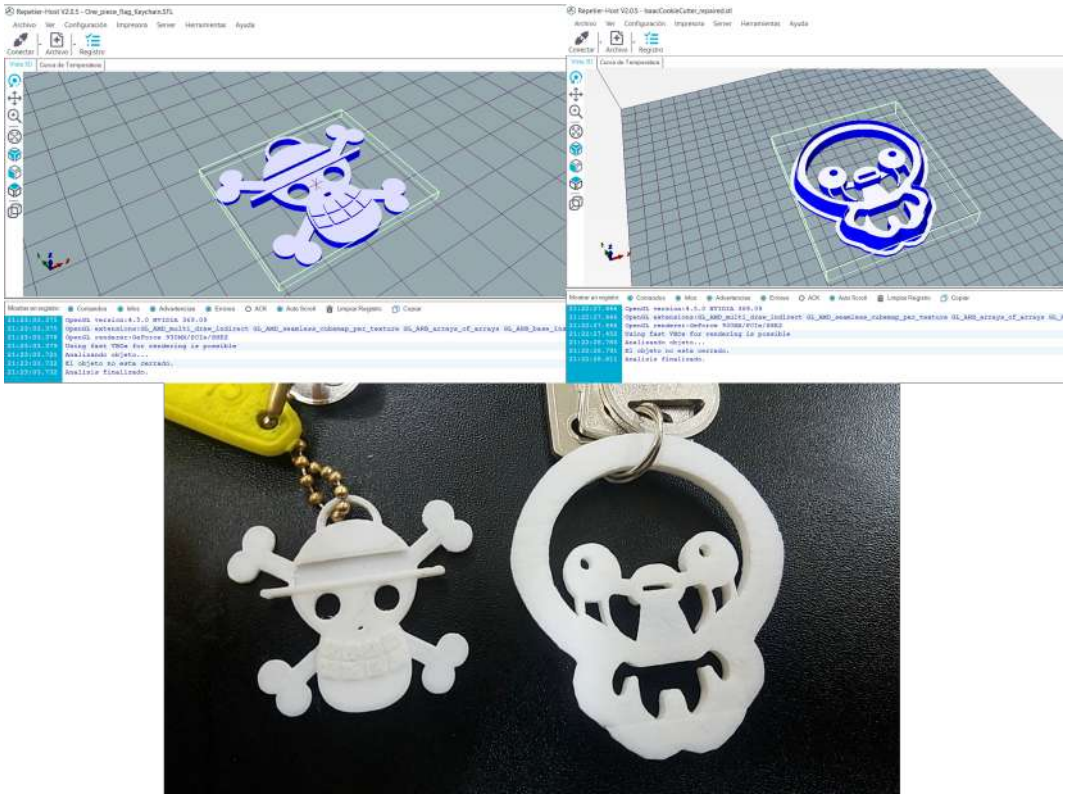


Figura. 23. Algunos Objetos impresos por la Impresora 3D del proyecto.

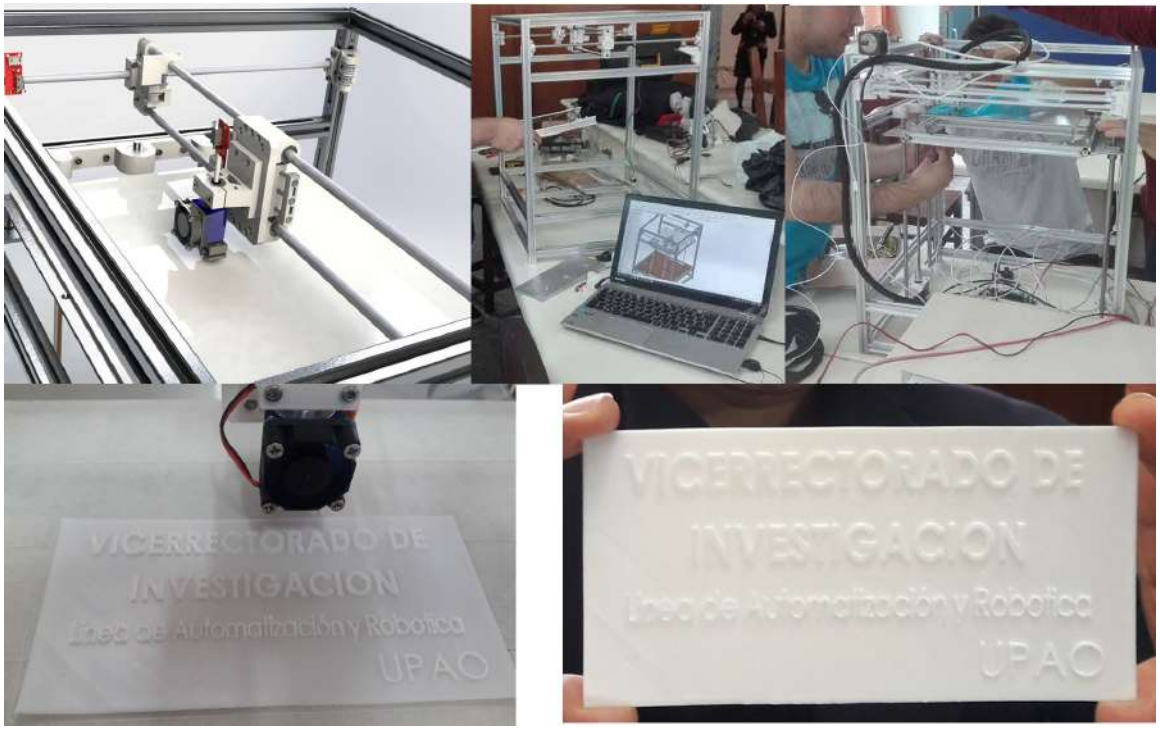


Figura. 24. Primera impresión oficial de la Impresora 3D del proyecto.

Aquí se considera como un resultado importante haber obtenido una metodología (saber como) clara y ordenada que pasa por las tres fases: diseño, validación de lo diseñado mediante simulación para finalmente implementar físicamente el equipo. Esta metodología permite replicar la impresora 3D las veces que se crea necesario siendo este resultado de gran importancia en el entorno académico.

CONCLUSIONES

En este trabajo se implementó, calibró y configuró la estructura mecánica, hardware y el software de una impresora 3D con geometría Core XY, en el marco de una estrategia de desarrollo tecnológico con base científica que apunta a fortalecer la innovación tecnológica regional específicamente en la región La Libertad-Perú. La elección de la geometría Core XY se debe a que presenta una mayor velocidad de respuesta (un factor para ellos es la ubicación particular de sus motores) y por ende requiere menos tiempo para acabar un producto impreso en 3D, por ejemplo si se compara con a una impresora 3D cartesiana.

La meta no solo era obtener un producto tecnológico si no debería hacerse en el marco de una metodología clara y ordenada que asegure la replicabilidad del equipo las veces que así se requiera. El proyecto aún esta abierto y se ha pasado a la fase de optimización de las variables relevantes del equipo construido, a fin de alcanzar la eficiencia multifuncional (la maquina esta desarrollada tal que pueda funcionar como impresor laser y scaner). Finalmente se han mostrado los primeros productos impresos del equipo desarrollado.

REFERENCIAS

1. V. Collado. "Mejora del sistema de extrusión de una impresora 3D BCN3D Sigma". 2016 ETSEIB-UPC. Barcelona-Spain.
2. 3D printing industry. 2017. Recuperado de http://www.3dprintingindustry.com/.
3. L. Aycardi y H. Tuiran, "Diseño y Construcción de una Impresora 3D de gran Formato con Tecnología de FFF tipo Core-XY basada en Arduino,". 2017. Tesis. Universidad de Cordoba.
4. J. Travieso, J. Jerez-Mesa, G. Gómez-Gras. "Impresión 3D: del laboratorio a casa". 2015. UPC. Barcelona-Spain.
5. J S. De la Peña. "Diseño del prototipo de un kit de impresora 3D". 2015. ETSEIB-UPC, Barcelona-Spain
6. J. Rodríguez. "Modelo cinemático y control de un brazo robótico imprimible 3D". 2015, Carlos III, Madrid-Spain
7. https://www.thingiverse.com/thing:2146430.
8. https://www.youtube.com/channel/UCfPgSXGlvt6lmZE6lKq1SDg
9. https://www.thingiverse.com/thing:1752766.
10. D. Austin. "Generate Stepper-Motor Speed Profiles In Real Time," [Online]. http://www.embedded.com/design/mcus-processors-and-socs/4006438/Generate-stepper-motor-speed-profiles-in-real-tim.
11. https://github.com/dc42/RepRapFirmware/blob/dev/WHATS_NEW.md



"Sueño Florecer"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 153-167, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30115

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Estudio experimental de coeficientes de pérdida de carga local de energía por constricción excéntrica en canal de pendiente variable H91.8D

Experimental study of coefficients of local energy load loss by eccentric constriction in variable slope channel H91.8D

Franklyn Jhon Pacco Cabrera[1]
Pedro Pablo Naranjo Andonaire[1]
José Luis Serrano Hernández[2]

Recibido: 05 de abril de 2019
Aceptado: 11 de abril de 2019

RESUMEN

Se realizó el análisis del comportamiento de los perfiles de flujo de agua de los canales a través de las constricciones excéntrica y céntrica, conservación de energía, energía específica, tirante crítico, número de Froude y el cálculo de los coeficientes de perdida de carga local. Para la simulación controlada se utilizó el canal de pendiente variable H91.8D, cuyo rango de caudales se estimó entre 4.29 L/s a 20.74 L/s. Los prototipos experimentales construidos presentaron las siguientes características: ancho de la constricción céntrica de 20 cm, longitud L de 15, 30, 45 cm y ancho de la constricción excéntrica con dimensiones 15, 10, 7.5 cm y una longitud L de 15, 30, 45 cm. Los resultados experimentales indicaron que los rangos de los coeficientes de contracción (Kc) están entre 0.3 - 0.5 y los coeficientes de expansión (Ke) están entre 0.2 - 0.5. Además, se propusieron las siguientes ecuaciones que calculan coeficientes mediante el uso de la excentricidad: Kc = 0,68e2 - 0,88e + 0,62 (Denli) y Kc = 0,85e2 - 1,05e + 0,67 (Hinds). Ke = -0,32e2 + 0,52e + 0,11 (General) y Ke = -0,40e2 + 0,24e + 0,38. Se concluyó que las fórmulas que mejor se adaptan para los coeficientes de contracción son Hinds y Denli y para los coeficientes de Expansión son General y Denli.

Palabras claves: Coeficientes de pérdida, carga local, constricción excéntrica, canal de pendiente variable

1 Ingeniero civil, Universidad Privada Antenor Orrego

2 Maestría en ciencias con mención en ingeniería de recursos hídricos, Docente contratado, Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

The following experimental research made an analysis of the behaviour of the flow profile of water in open channels between centric and eccentric constrictions, energy conservation, specific energy, critical depth, Froude number and the calculation of local energy losses coefficient. For simulation purposes, the research team used the computerized open surface tilting flow channel H91.8D, that have a flow between 4.29 and 20.74 L/s. The experimental prototypes that were built presents the next characteristics: the centric constriction have a width of 20 cm and a variable length L of 15,30,45 cm while the eccentric constriction have a width of 15,10 and 7.5cm and a length L of 15,30,45 cm. After the analysis of the data, it can be seen that there is a range between 0.3 - 0.5 for contraction coefficient(Kc) and a range between 0.2 - 0.5 for expansion coefficient (Ke). Also, the authors proposed four equations that let you calculate coefficients using the eccentricity. Kc = 0,68e2 - 0,88e + 0,62 (Denli's Formula) and Kc = 0,85e2 - 1,05e + 0,67 (Hinds Formula). Ke = -0,32e2 + 0,52e + 0,11 (General's Formula) and Ke = -0,40e2 + 0,24e + 0,38, (Denli's Formula). It concluded that for contraction coefficients the best equations are Denli and Hinds and for Expansion coefficients the best ones are General and Denli.

Key Words: Coefficient of local energy losses, Excentric Constriction, computerized open surface tilting flow channel H91.8D

INTRODUCCIÓN

Las constricciones modifican el patrón de flujo de agua en canales a superficie libre con la consecuente pérdida de carga local reduciendo la eficiencia de conducción en el transporte del agua, por lo que es importante cuantificar la pérdida de carga local experimentalmente ya que existe una variedad de fórmulas propuestas para tal fin que necesitan ser comprobadas para validar sus resultados. El efecto de las constricciones sobre el flujo es tan complicado que el patrón de flujo resultante no es fácil objeto de una solución analítica. Sin embargo, es posible una solución práctica mediante una investigación experimental (Ven te Chow,1959). Esto plantea la necesidad de cuantificar el efecto por excentricidad de constricción en la pérdida de carga local de energía en canal de pendiente variable H91.8D.

El estudio se basó en la teoría de constricciones y el principio de continuidad (Chow, 1959)

Eb (2012) investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México realizó un análisis experimental de pérdida de carga local de energía céntricas, en la cual la variación se realizaba en sección de canales abiertos en tramos cortos, la pérdida de carga es significativa de hasta un 50% y esto genera una baja eficiencia para la conducción de agua, por ello el autor recomienda tener en consideración este fenómeno.

Najad (2010) investigador de la universidad Concordia de Canadá encontró que los coeficientes de pérdida de energía para contriciones céntricas variaron de 0.46 a 0.62, estos resultados serían útiles para el diseño de expansiones de canales céntricos; para la calibración y validación de modelos numéricos de hidrodinámica. Demostró que la presencia del resalto acelera el flujo, convierte un gradiente de presión adverso a favorable y reduce los coeficientes de pérdida de energía en más del 50% en comparación con los valores correspondientes.

En el presente trabajo se determinó los coeficientes de pérdida de carga local de energía por constricción excéntrica en canal de pendiente variable H91.8D.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo experimental. La muestra estuvo constituida por 12 prototipos con variación de excentricidad.

DISPOSITIVOS EXPERIMENTALES

Canal de pendiente variable H91.8D

La Universidad Privada Antenor Orrego cuenta con el canal de pendiente variable de serie H91.8D diseñada por Didacta Italia para el estudio de los fenómenos hidrodinámicos de las corrientes de superficie libre en los canales con pendiente variable H91.8D (Figura 1). El laboratorio permite la experimentación práctica de los principios básicos del fluido-dinámica y de las máquinas de fluido más importantes.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumentos de medición

Medidor de pendiente

Este instrumento es parte del canal de pendiente variable H91.8D y sirve para la medición y toma de datos de la pendiente del canal, esta toma de datos es muy impórtate para la investigación. La regla esta graduada en milímetros para una mejor aproximación. La precisión del instrumento es 1mm.

Cinta métrica

Este instrumento es utilizado para medir distancias, las cuales serán de gran utilidad para el procesamiento de datos. La cinta métrica utilizada será transparente y metálica(wincha) la cual su mínima unidad son los milímetros, esto nos ayudara a realizar una mejor toma de datos con menos errores. Sera utilizado para la variación de altura en la pérdida de carga local. la precisión del instrumento es 0.5 mm.

Medidor de tirante laser

Este instrumento es utilizado para tirantes de agua de manera electrónica, las cuales serán de gran utilidad para el procesamiento de datos. la precisión del instrumento es 1 mm.

Prototipos Experimentales

Se crearon 12 prototipos experimentales (Figura 5) que simulan el fenómeno conocido como constricción, tanto céntrica como excéntrica. Son de Acrílico Cristal de 6mm (Para evitar rupturas por la presión del agua) y una base de 29.6 cm x 60 cm, los 4 mm faltantes se completan con Foam en los bordes del prototipo para evitar el daño al canal de pendiente variable H91.8D y evitar pérdidas de agua. Las dimensiones de los prototipos se muestran en la Figura 2 y Tabla 1. La excentricidad de los prototipos se muestra en la figura 3,4 y tabla 1.



Figura 1. Canal de Pendiente Variable H91.8D con Prototipo
Fuente: Manual Operativo y Ejercicios Didácticos de Canal de pendiente variable H91.8D – DIDACTA ITALIA

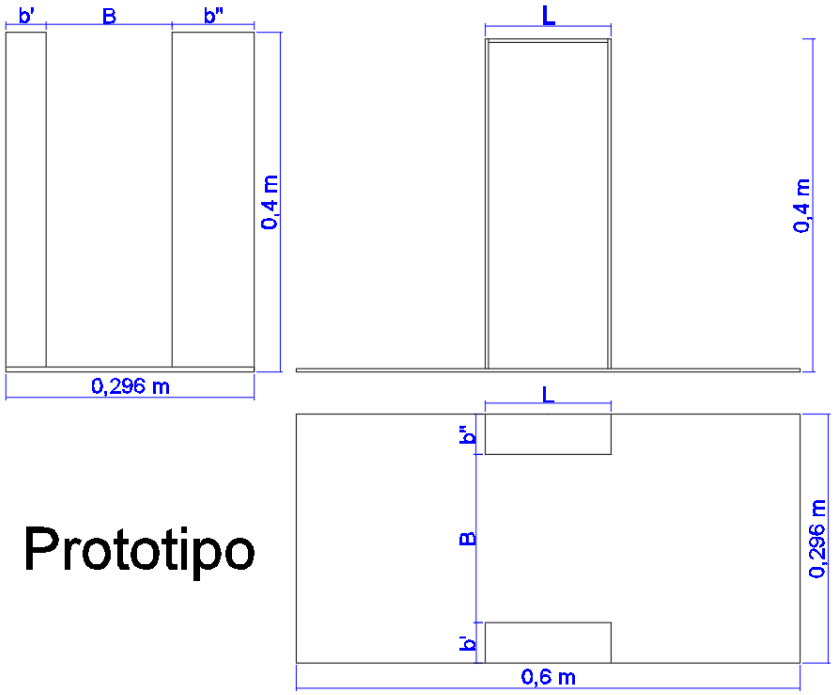


Figura 2. Dimensiones de Prototipos

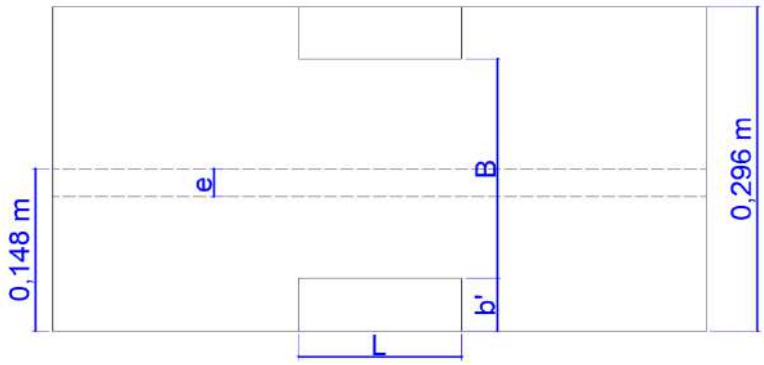


Figura 3. Excentricidad de los prototipos

$$e = \frac{\frac{B}{2} + b'}{14.8}$$

Figura 4. Fórmula para calcular la excentricidad según el ancho de contrición.

Tabla 1. Dimensiones de prototipos experimentales

N°	L(cm)	B(cm)	b'	b''	e
1		20		4.8	1.00
2	15	15		9.8	0.83
3		10		14.8	0.66
4		7.5		17.3	0.58
5		20		4.8	1.00
6		15		9.8	0.83
7	30	10	4.8	14.8	0.66
8		7.5		17.3	0.58
9		20		4.8	1.00
10		15		9.8	0.83
11	45	10		14.8	0.66
12		7.5		17.3	0.58



Figura 5. Prototipo Construido

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Tabla 2. Toma de datos según variables

Prototipos Céntricos B=20cm n° de ensayos=36	S(%)=0.00	Q(L/s)= 4.295 Q(L/s)= 8.690 Q(L/s)= 20.742
	S(%)=0.56	Q(L/s)= 4.254 Q(L/s)= 8.540 Q(L/s)= 19.570
	S(%)=1.11	Q(L/s)= 4.524 Q(L/s)= 8.619 Q(L/s)= 18.920
Prototipos Excéntricos B=15,10,7.5cm n° de ensayos=108	S(%)=0.00	Q(L/s)= 4.295 Q(L/s)= 8.690 Q(L/s)= 20.742
	S(%)=0.56	Q(L/s)= 4.254 Q(L/s)= 8.540 Q(L/s)= 19.570
	S(%)=1.11	Q(L/s)= 4.524 Q(L/s)= 8.619 Q(L/s)= 18.920

PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES CON LOS EQUIPOS

Alcances

Los ensayos experimentales fueron realizados en condiciones similares de un canal real a diferentes caudales y pendientes (Tabla 2), para la medición de dichos fenómenos se utilizaron los instrumentos presentes en laboratorio.

Para la representación del fenómeno hidráulico se utilizó el canal de pendiente variable H91.8D, el cual permitió variar el caudal y la pendiente.

Procedimientos

Para Preparar los equipos:

- Ajuste de pendiente de canal a cero, para esto se utilizó la Escala vertical presente en el canal, su unidad en el 1 mm. El caudal se ajustó con la válvula de mariposa la cual cuenta con un mecanismo de engranaje y seguro.
- Se instala el prototipo en el cuerpo 4-5 del canal, este se ajusta con unos pernos para mantener la estabilidad (Ver figura 1).
- Verificación y uso de instrumentos de medición como el medidor de tirantes laser.

Para Realizar los ensayos:

- Se realizó un ajuste de la válvula tipo mariposa para que inicie con un caudal aproximado de 4.295 L/s. y se ajusta según lo necesario, lo mismo con la pendiente iniciando esta en 0.
- Se realizó la Medición correspondiente de tirantes con Medidor de tirante laser, cinta métrica o regla metálica.
- Se Anotó los datos de manera ordenada y entendible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 6 a 23 muestran los resultados de la investigación que fueron calculados teniendo en cuenta 3 formulas: General, Denli y Hinds, encontrando que, a Mayor Caudal, Menor coeficiente de perdida de carga, tanto para contracción(Kc) y expansión(Ke) además demuestran que a mayor longitud (L) de constricción, hay mayor cantidad de coeficientes de perdida de carga entre los rangos aceptables de 0 a 1. En la investigación realizada hubo un 92.13% de datos válidos.

Con todos los resultados agrupados según Longitud de prototipo, excentricidad y formula, se obtuvo lo siguiente:

- Para los Coeficientes de Contracción (Kc) de L=15cm; los datos se estabilizan entre 0.06 y 0.77. Aplicando las fórmulas de Denli y Hinds (figura 7,8) se generó una tendencia convexa marcada, mientras que con la formula general (figura 6) esta es menor.

- Para los Coeficientes de Expansión (Ke) de L=15cm; los datos se estabilizan entre 0.22 y 0.76. Aplicando las fórmulas general y Denli (Figura 9,10) se generó una tendencia convexa marcada; en comparación con la fórmula de Hinds (Figura 11) que presenta una tendencia cóncava.

- Para los Coeficientes de Contracción (Kc) de L=30cm; los datos se estabilizan entre 0.12 y 0.61, La Tendencia es similar aplicando las fórmulas de General, Denli y Hinds (Figura 12,13,14)

- Para los Coeficientes de Expansión (Ke) de L=30cm; los datos se estabilizan entre 0.18 y 0.62. Aplicando las fórmulas general y Denli (Figura 15,16) se generó una tendencia convexa marcada; en comparación con la fórmula de Hinds (Figura 17) que presenta una tendencia cóncava.

- Para los Coeficientes de Contracción (Kc) de L=45cm; los datos se estabilizan variando entre 0.07 y 0.89. La Tendencia es similar aplicando las fórmulas de General, Denli y Hinds (Figura 18,19,20)

- Para los Coeficientes de Expansión (Ke) de L=45cm; los datos se estabilizan entre 0.04 y 0.77. Aplicando las fórmulas General y Denli (Figura 21,22) se generó una tendencia convexa marcada; en comparación con la fórmula de Hinds (Figura 23) que presenta una tendencia ascendente.

La importancia de la comparativa de todos los resultados obtenidos durante la investigación es que, mediante el uso de estas gráficas, se observó, el comportamiento de los coeficientes según las diferentes fórmulas y se compararon los resultados obtenidos con lo referenciado por otros autores que nos dicen que para los coeficientes de Contracción (Kc), las fórmulas que se adaptan son Denli y Hinds y para los coeficientes de expansión(Ke), las fórmulas que se adaptan son General y Denli.

Coeficientes de Contracción (Kc) en prototipos L=15cm

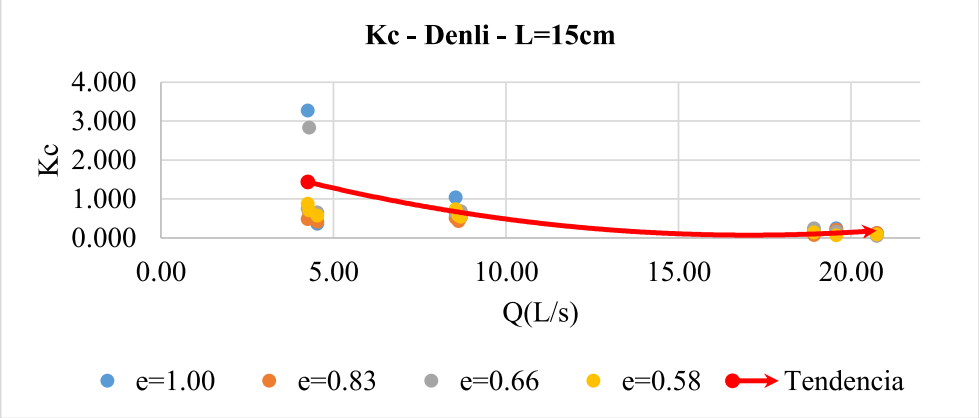


Figura 6. Coeficientes de contracción (Kc); L=15cm - General

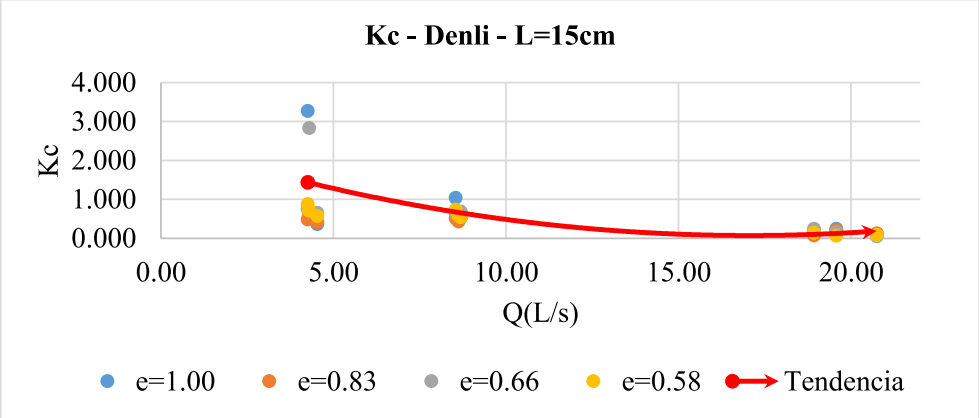


Figura 7. Coeficientes de contracción (Kc); L=15cm - Denli

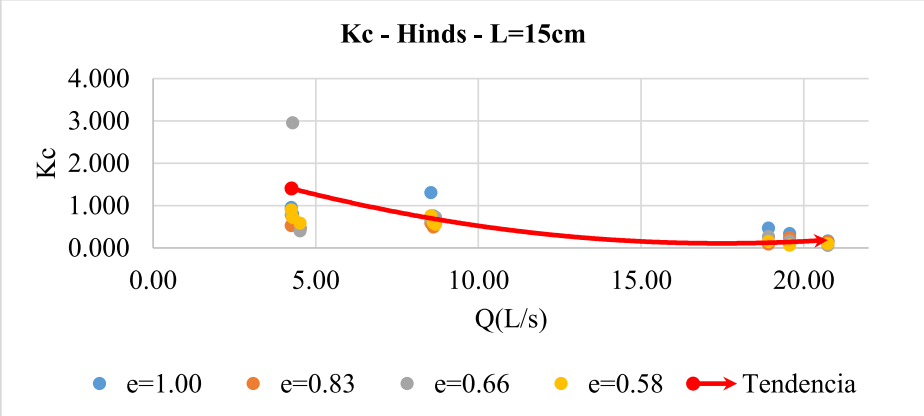


Figura 8. Coeficientes de contracción (Kc); L=15cm - Hinds

Coeficientes de Expansión (Ke) en prototipos L=15 cm

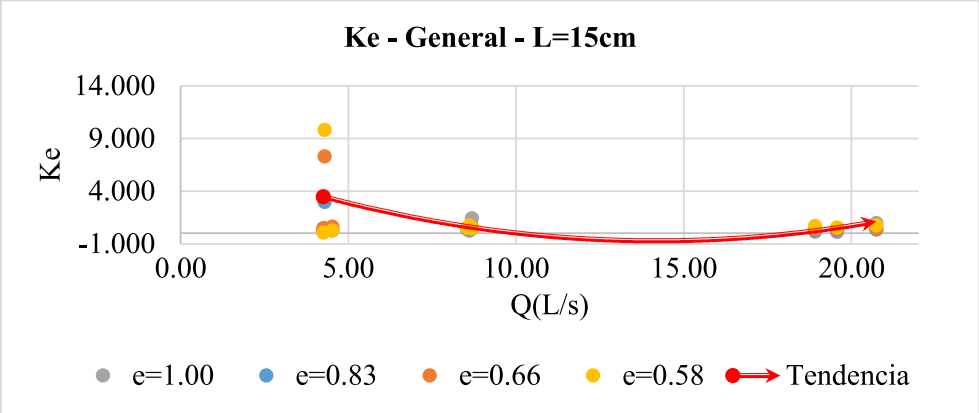


Figura 9. Coeficientes de expansión (Ke); L=15cm - General

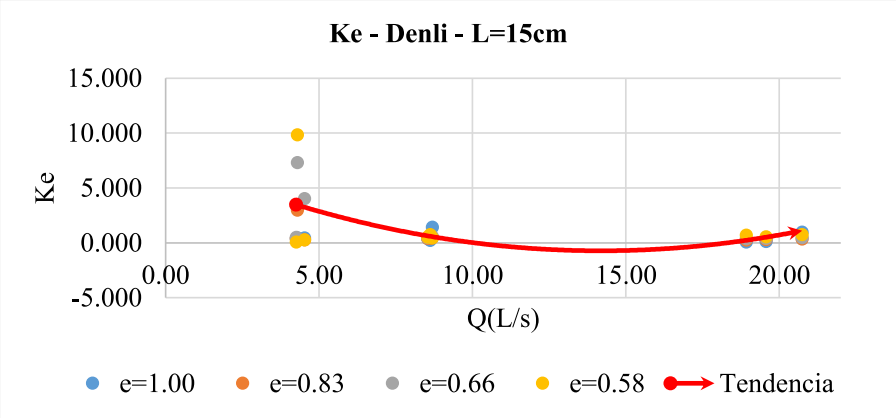


Figura 10. Coeficientes de expansión (Ke); L=15cm - Denli

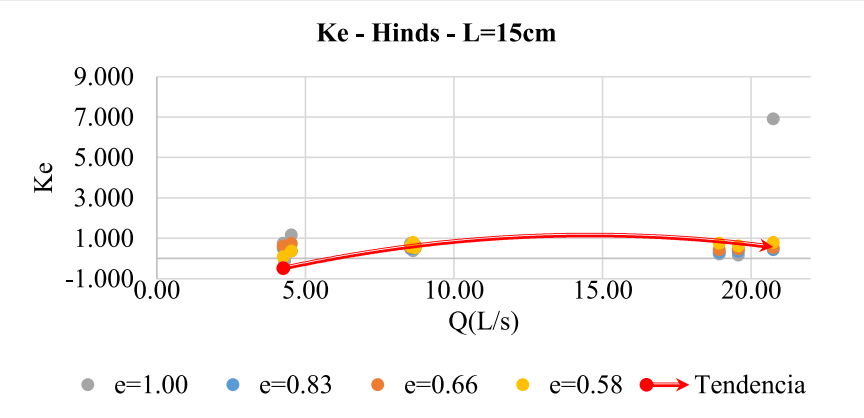


Figura 11. Coeficientes de expansión (Ke); L=15cm - Hinds

Coeficientes de Contracción (Kc) en prototipos L=30 cm

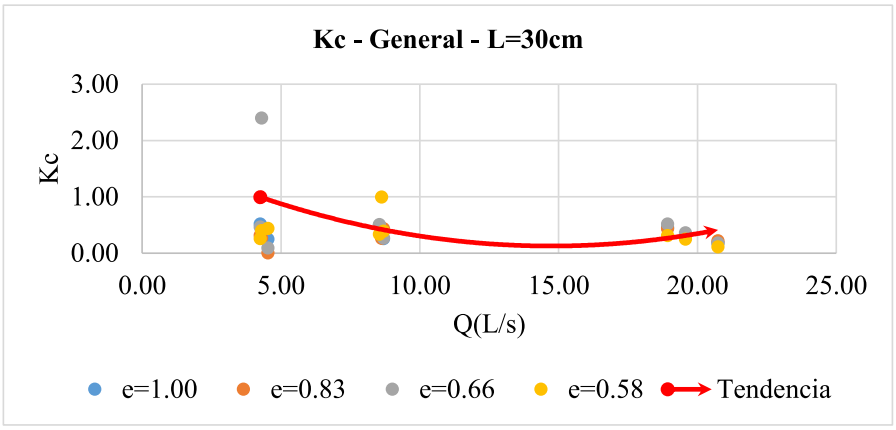


Figura 12. Coeficientes de contracción (Kc); L=30cm - General

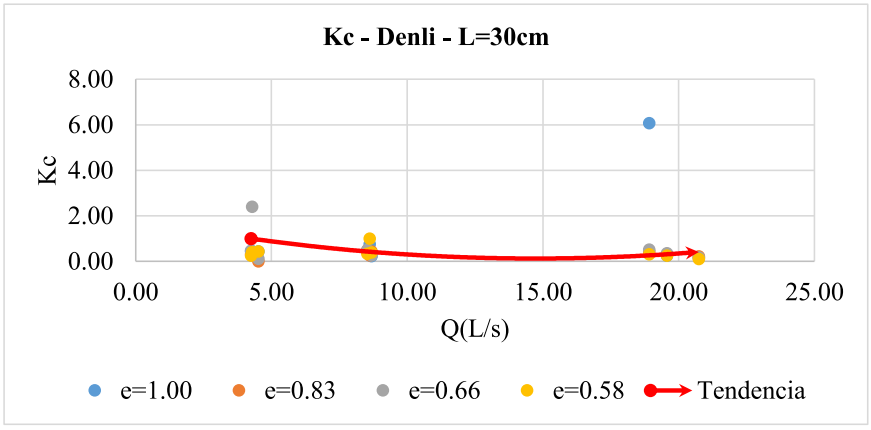


Figura 13. Coeficientes de contracción (Kc); L=30cm - Denli

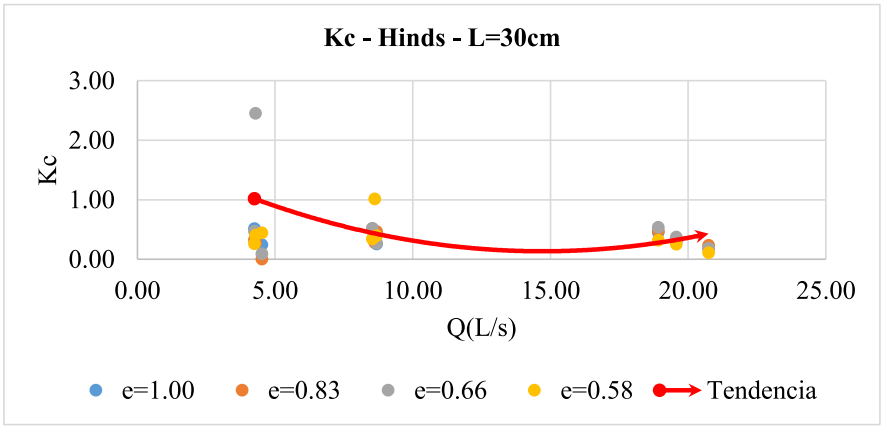


Figura 14. Coeficientes de contracción (Kc); L=30cm - Hinds

Coeficientes de Expansión (Ke) en prototipos L=30cm

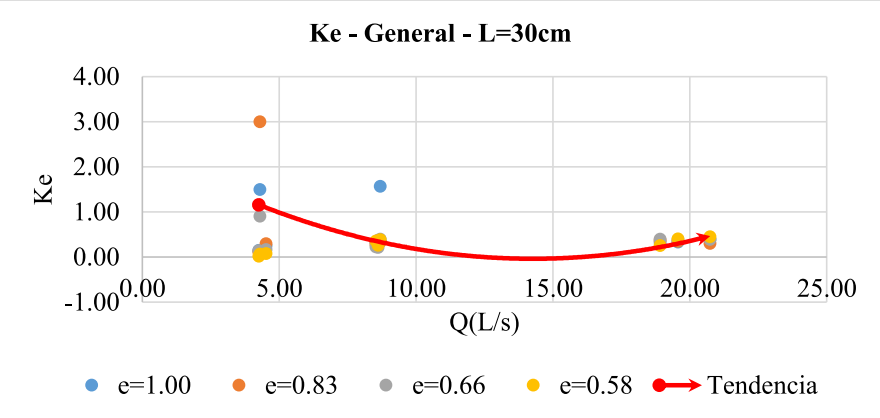


Figura 15. Coeficientes de expansión (Ke); L=30cm - General

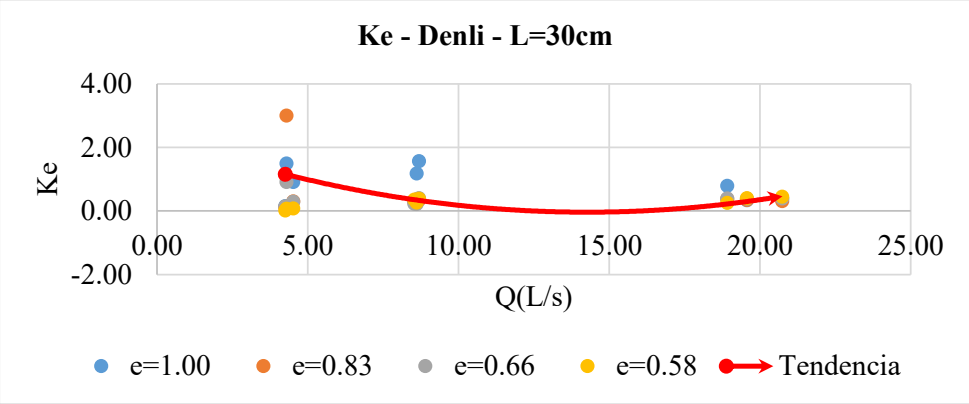


Figura 16. Coeficientes de expansión (Ke); L=30cm - Denli

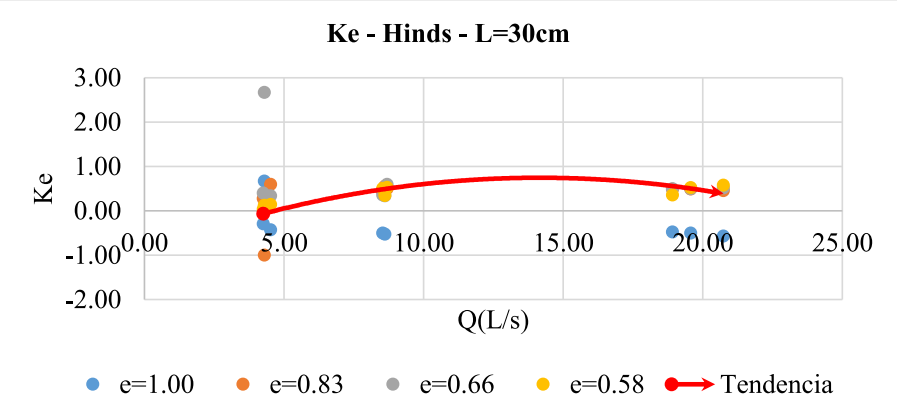


Figura 17. Coeficientes de expansión (Ke); L=30cm - Hinds

Coeficientes de Contracción (Kc) en prototipos L=45cm

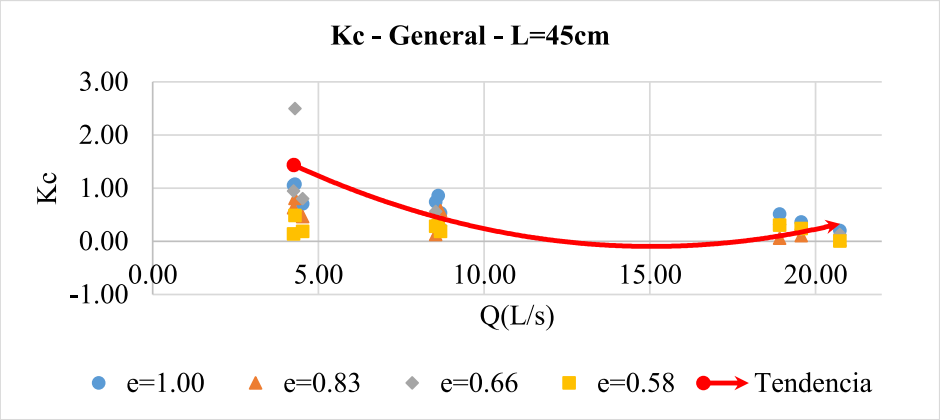


Figura 18. Coeficientes de contracción (Kc); L=45cm - General

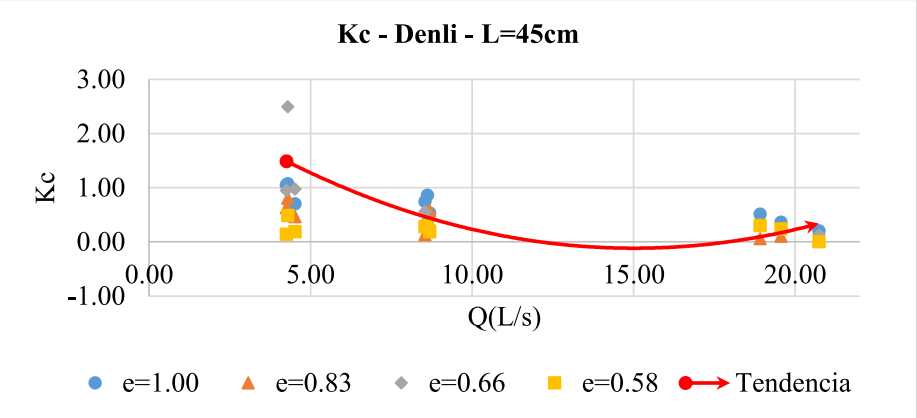


Figura 19. Coeficientes de contracción (Kc); L=45cm - Denli

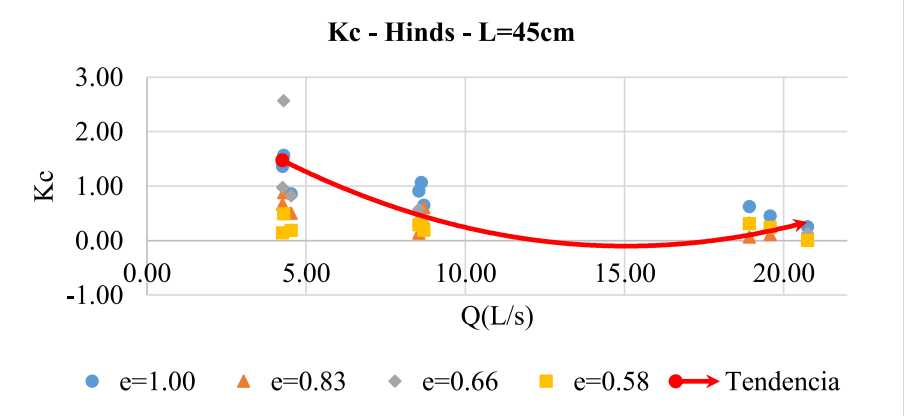


Figura 20. Coeficientes de contracción (Kc); L=45cm - Hinds

Coeficientes de Expansión (Ke) en prototipos L=45cm

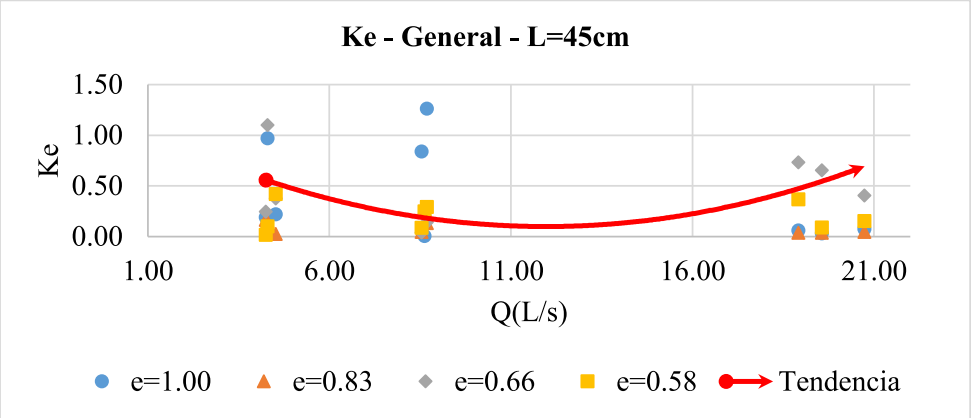


Figura 21. Coeficientes de expansión (Ke); L=45cm - General

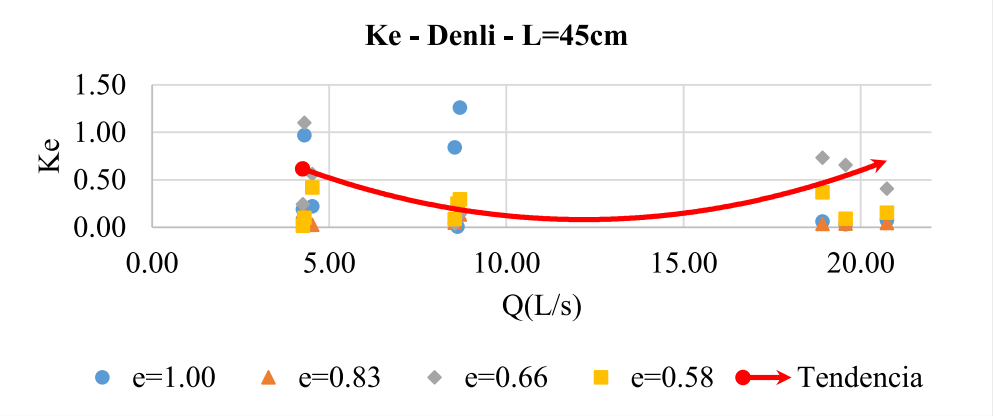


Figura 22. Coeficientes de expansión (Ke); L=45cm - Denli

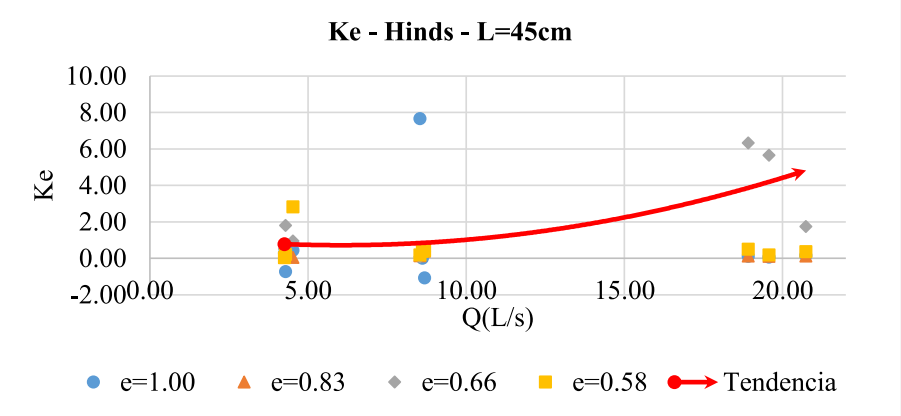


Figura 23. Coeficientes de expansión (Ke); L=45cm - Hinds

Rango de Coeficientes de Contracción(Kc) por excentricidad

El aporte de la investigación fueron 4 ecuaciones que nos permiten calcular los coeficientes de perdida tanto de contracción como expansión según la fórmula adecuada y su excentricidad.

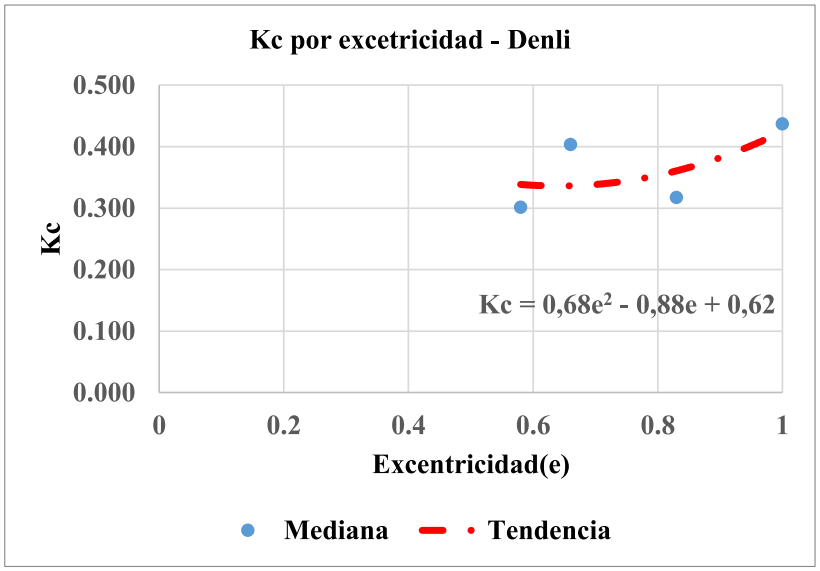


Figura 24. Coeficientes de perdida de carga de contracción (Kc) vs excentricidad(e)- Denli

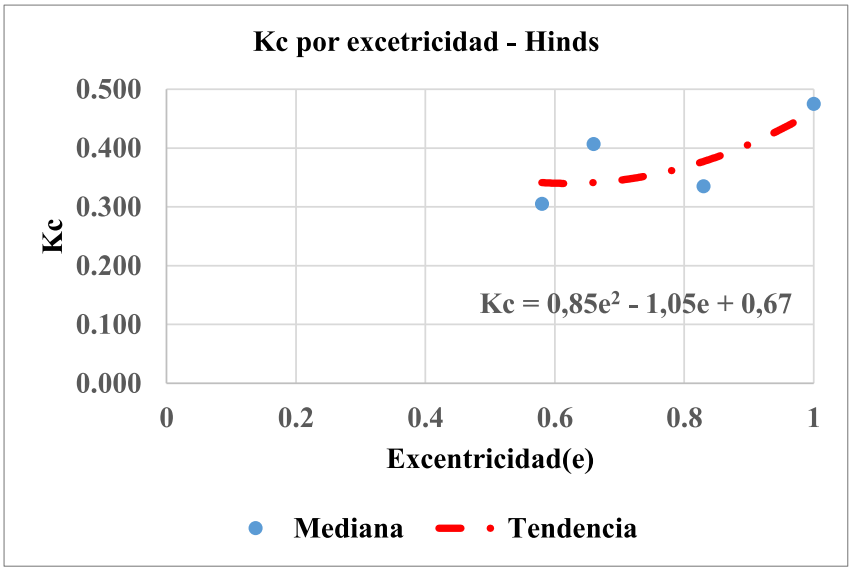


Figura 25. Coeficientes de perdida de carga de contracción (Kc) vs excentricidad(e)- Hinds

Rango de Coeficientes de Contracción(Ke) por excentricidad

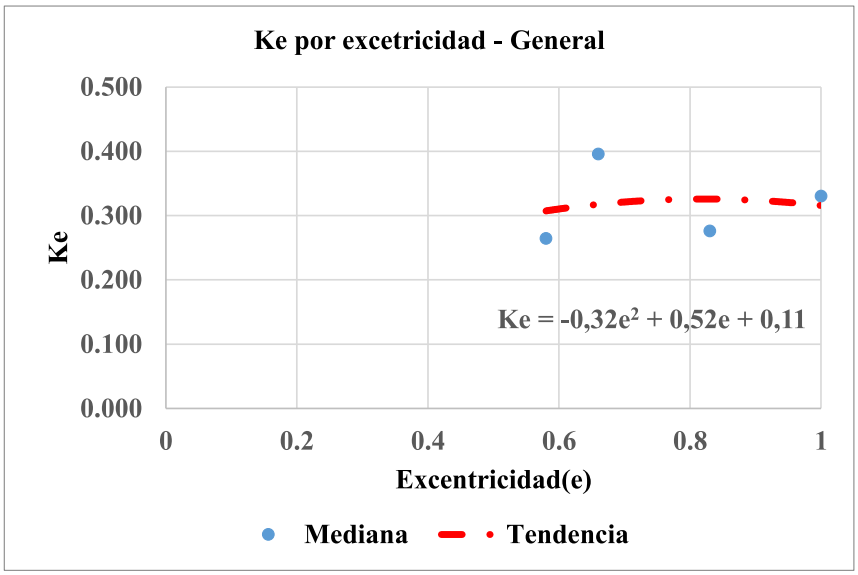


Figura 26. Coeficientes de perdida de carga de expansión (Ke) vs excentricidad(e)- General

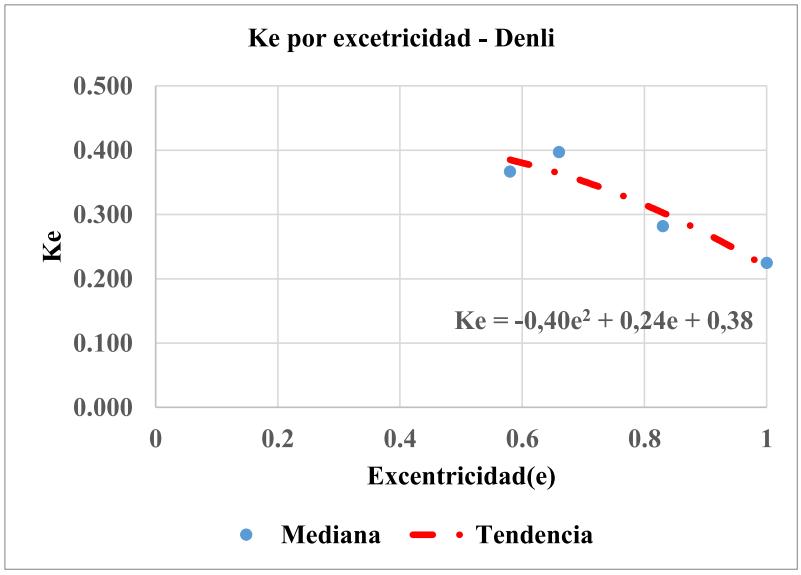


Figura 27. Coeficientes de perdida de carga de expansión(Ke) vs excentricidad(e)- Denli

CONCLUSIONES

Los coeficientes de pérdida local de energía por constricción céntrica y excéntrica en el canal de pendiente variable H91.8D se determinaron, Se construyeron 12 prototipos (3 céntricos y 9 excéntricos) para una simulación real controlada del comportamiento del fenómeno hidráulico estudiado. Se corroboro que las fórmulas de Denli y Hinds se adaptan mejor para los coeficientes de constricción y que la fórmula general y Denli para coeficiente de expansión.

1. Se determinó los coeficientes de pérdida de carga local de energía por contracción debido a la constricción céntrica en el flujo de canal de pendiente variable H91.8D, utilizando las fórmulas indicadas y se obtuvieron los siguientes rangos: Fórmula general = 0.34≤ Kc ≤0.52; Denli= 0.20≤ Kc ≤0.51 y Hinds= 0.25≤ Kc ≤0.46. Se concluyó que las fórmulas que mejor se adaptan son Denli y Hinds.

2. Se determinó los coeficientes de pérdida de carga local de energía por contracción debido a la constricción excéntrica en el flujo de canal de pendiente variable H91.8D, utilizando las fórmulas indicadas y se obtuvieron los siguientes rangos: Fórmula general = 0.09≤ Kc ≤0.75; Denli= 0.08≤ Kc ≤0.77 y Hinds= 0.08≤ Kc ≤0.75. Se concluyó que las fórmulas que mejor se adaptan son Denli y Hinds.

3. Se determinó los coeficientes de pérdida de carga local de energía por expansión debido a la constricción céntrica en el flujo de canal de pendiente variable H91.8D, utilizando las fórmulas indicadas y se obtuvieron los siguientes rangos: Fórmula general = 0.32≤ Ke ≤0.84; Denli= 0.21≤ Ke ≤0.79 y Hinds= -0.48≤ Ke ≤0.21. Se concluyó que las fórmulas que mejor se adaptan son General y Denli.

4. Se determinó los coeficientes de pérdida de carga local de energía por expansión debido a la constricción excéntrica en el flujo del canal de pendiente variable H91.8D, utilizando las fórmulas indicadas y se obtuvieron los siguientes rangos: Fórmula General = 0.10≤ Ke ≤0.72; Denli= 0.09≤ Ke ≤0.78 y Hinds= 0.25≤ Ke ≤0.64. Se concluyó que las fórmulas que mejor se adaptan son General y Denli.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chow, V.T. (1959). hidráulica de canales abiertos. México: McGraw-Hill.

2. Denli y Altan-Sakarya. (2011). Local energy losses at positive and negative stepsin subcritical open channel flows. sudafrica: Water SA Vol. 37 No. 2.

3. Didáctica. (2002). Manual de canal de pendiente variable. Italia: Didáctica Italia.

4. Eb-Pareja, J.E. (2012). "Análisis experimental de algunas pérdidas locales de energía en canales de sección rectangular abiertos". México: Universidad Nacional Autónoma De México.

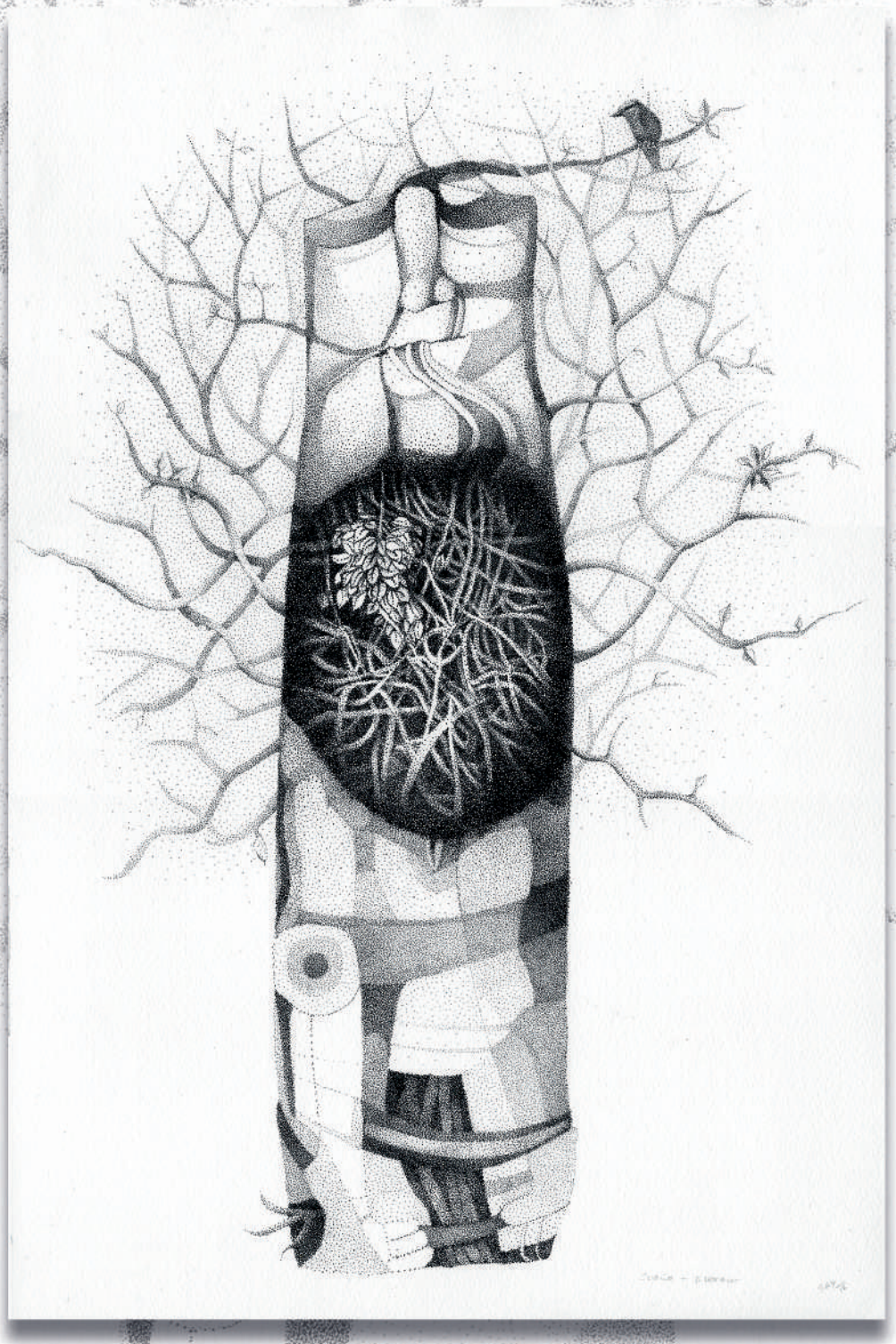
5. Espir-Nureña, J.J. y Morales-Leiva, J.A. (2015). "Evaluación de fenómenos hidráulicos en el canal Chaquin del sistema de riego del valle de Virú primer tramo". Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.

6. French, R.H. (1985). Hidráulica de Canales Abiertos. the University of Michigan: McGraw-Hill.

7. Hinds, J. (1928), The hydraulic design of flume and syphom transition, U.S.A.: ASCE, Vol 92

8. Najafi (2011), "An experimental investigation of flow energy losses in open-channel expansions", Canadá, Tesis de Maestría, Concordia Universidad

9. Rodríguez-Ruiz, P. (2010). Conceptos y elementos de un canal. octubre 25 de 2017, de Civil Geek Sitio web: https://civilgeeks.com/2010/11/10/conceptos-y-elementos-de-un-canal/.



"Sueño Florecer"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 169-187, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30116

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo

Reuse of pet plastic, paper, and sugarcane bagasse, as raw material in the preparation of ecological concrete fot the construction of low-cost housing.

Jorge Wilmer Elías Silupu[1]
Julio Cesar Sichez Muñoz[2]
Cesar Alberto Reyna Pari[3]

Recibido: 04 de enero de 2019
Aceptado: 20 de enero de 2019

RESUMEN

En la presente investigación se logró determinar los resultados de reutilizar los residuos de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. Se utilizó como materia prima, para el diseño de mezclas, el cemento portland extra forte, gravilla de 1/2", arena gruesa y lo residuos de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, estos residuos sustituyeron a la arena gruesa en los porcentajes en peso de 5%, 10% y 20% respectivamente.

Se elaboraron probetas de concreto simple y concreto conteniendo los residuos antes mencionados según la Norma Técnica Peruana 339.033, luego se realizó el ensayo de compresión a las probetas, después de 28 días de curado, según la Norma ASTM C39, con lo cual se pudo determinar que el concreto conteniendo 5% de plástico PET presento la mejor resistencia a la compresión. También se determinó que conforme se aumenta el contenido de los residuos en el concreto su resistencia a la compresión disminuye. Finalmente, se comparó el costo unitario del concreto simple y el concreto conteniendo plástico PET, concluyéndose que efectivamente hay un ahorro con la incorporación de plástico PET en el concreto.

Palabras clave: Reutilización, Concreto Ecológico, Materia Prima, Probeta, Residuo.

1 Docente Universitario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. U.N.T. Ing. Químico de la U.N.T - Doctor en Ingeniería Ambiental – Egresado de la Universidad Nacional de Trujillo. jelias_s@hotmail.es

2 Director de Calidad Educativa Universitaria de la Facultad de Ingeniería. U.N.A.J.M.A. Ing. Químico de la U.N.T- Doctor en Ingeniería Química Ambiental- Egresado de la Universidad Nacional de Trujillo. jusichez@hotmail.com

3 Responsable del Area de Gestión del Riesgo de Desastre - M.P.H. Ing. Civil de la U.C.V - Maestro en Ingeniería Ambiental – Egresado de la Universidad Nacional de Trujillo. reynaparry@hotmail.com

ABSTRACT

In the present research was determined the results of reusing the PET plastic, paper and sugarcane bagasse waste as raw material in the manufacture of concrete ecological for the cheapest house building.

For mix design, the extra forte Portland cement, gravel 1/2", coarse sand and the PET plas-tic, paper and sugarcane bagasse waste were used as raw material, these wastes replaced to the coarse sand in weight percentages of 5%, 10% and 20% respectively. Specimens of simple concrete and concrete containing the waste were developed according to the Tech-nical Peruvian Standard 339.033, then the compression test was performed to specimens, after 28 days of curing, according to Technical Standard ASTM C39, it was determined the concrete containing 5% PET plastic showed the best resistance to compression. It was also determined that as the content of the waste increase in the concrete then compressive strength decreases.

Finally, the unit cost of simple concrete and concrete containing plastic PET was compared, concluding that incorporating PET plastic in concrete result in the reduction of house build-ing cost.

Keywords: Reuse, Ecological Concrete, Raw Material, Test Tube, Residue.

INTRODUCCIÓN

Son tiempos en los que todo lo que se realiza se hace pensando en el medio ambiente. Es conocida la situación actual del planeta, se sabe que poco a poco con las acciones que se llevan a cabo y el uso desmedido de los recursos naturales para beneficio de la humanidad, ha degradado el planeta.

Los impresionantes cambios climáticos y los ya cada vez más devastadores fenómenos na-turales han hecho que se tome conciencia, más bien generada por el miedo, y se está tratan-do de contrarrestar y remediar el daño hecho desde hace miles de años. En la actualidad se han tomado medidas como el reciclaje, reúso, y sustitución de materias primas naturales, por otras que no afectan las condiciones terrestres.

Otra realidad que no podemos ocultar es el desmedido crecimiento de la población mun-dial, y, por ende, la creciente urbanización. Esto aparte de estar acabando con las zonas na-turales, genera un gran consumo de materia prima para la construcción de los medios urba-nos. A lo largo de la historia se han utilizado muchos elementos para construir; desde las rocas, lodo, y muchos productos que con errores y aciertos se han ido probando. Actual-mente el concreto es el material más usado.

Debido a la gran demanda de materiales para la construcción de buena calidad, se busca por medio de este trabajo de investigación incorporar el uso de residuos sólidos como el plástico, papel y fibras de bagazo de caña en las mezclas de concreto simple sustituyendo completamente o en parte al agregado grueso, grava, para proporcionarle propiedades simi-lares a las de cualquier concreto simple y tratar de mejorarlas en algunos aspectos. De esta manera se estaría cuidando el medio ambiente, aplicando el concepto de desarrollo sosteni-ble aunado a esto, se busca que los materiales obtenidos cumplan con los requisitos de cali-dad y durabilidad que requiere la sociedad.

A continuación, se mencionan los antecedentes bibliográficos relacionados con esta tesis y que han ayudado al desarrollo de esta:

Las actividades de la construcción son grandes contribuyentes a la degradación del medio ambiente, más que los automóviles y otras actividades contaminantes de renombre, pero los constructores en los últimos años han hecho grandes avances en la reducción del impacto ambiental del proceso de construcción. En el contexto de un creciente interés hacia el reci-clado de materiales innovadores y edificios sostenibles, especial atención está recibiendo

la experimentación y él es tudio del concreto reforzado con agregados y/o fibras obtenidas a partir de plástico, vidrio, celulosa y desechos de caucho. (Fraternali et al, 2011)

Varios materiales de desecho, como por ejemplo los plásticos reciclados, vidrio, celulosa, cordones de neumáticos y fibras de madera y alfombras, exhiben una versatilidad extrema, peso ligero, durabilidad, resistencia a los productos químicos, excelentes propiedades de aislamiento térmico y eléctrico. Estas propiedades pueden ser explotadas de manera útil para la fabricación de materiales compuestos innovadores y sostenibles. Especialmente rele-vante es el caso del concreto reforzado con fibras hechas de materiales reciclados, que se presenta como una técnica de refuerzo de bajo costo capaz de mejorar la resistencia a la tracción, ductilidad estructural y aislante termo - eléctrica de la matriz de concreto. (Frater-nali et al, 2011)

La mayoría de las botellas de PET utilizadas como envases de bebidas se convierten en re-siduos después de su uso, causando problemas ambientales. Para abordar esta cuestión, se presenta un método para reciclar botellas de PET desechados, en el que las fibras cortas he-chas de PET reciclado se utilizan dentro del concreto estructural. Para comprobar la capaci-dad de rendimiento del concreto armado reforzado con fibra de PET reciclado, fue compa-rado con el concreto reforzado con fibra de polipropileno (PP) para fracciones de volumen de fibra de 0,5%, 0,75% y 1,0%. (Bae et al, 2010)

El concreto reforzado con fibras es un material compuesto resultante de la adición de fibras de refuerzo a la matriz frágil del concreto ordinario. La idea de usar un refuerzo de fibra proviene de la necesidad de encontrar un remedio a los fenómenos de craqueo, tales como los producidos por la contracción, lo que afecta, inevitablemente, la vida de servicio de edi-ficios de concreto. El concreto es un material que es bien resistente a la compresión, pero tiene baja resistencia a la tracción. El bajo nivel de resistencia a la tracción es causado por fenómenos como la contracción plástica y/o hidráulica con la formación de micro y macro grietas no deseadas. (Foti, 2011, p.1906)

El consumo de diversos tipos de plásticos es una cuestión desafiante para la protección del medio ambiente. Todas las formas de los plásticos consumidos son convertidas en residuos y requieren grandes extensiones de tierra para el almacenamiento debido a que varias tone-ladas de residuos plásticos no pueden reciclarse por completo a la vez. La baja biodegrada-bilidad de plástico y la presencia en grandes cantidades de residuos plásticos son un impac-to negativo en el medio ambiente. Previamente, se realizaron varios estudios para identificar métodos seguros y amigables con el medio ambiente para la eliminación de los plásticos. Recientemente, varias clases de plásticos se han incorporado en el concreto para evitar el contacto directo de los plásticos con el medio ambiente porque el concreto tiene una vida de servicio más larga. Sin embargo, este método no es un método dominante para la elimi-nación de los residuos de plástico. (Sharma y Pal, 2015, p.473)

Hemos desarrollado un método para producir fibra de PET reciclado para ser utilizado co-mo refuerzo en el concreto. Una prueba de la mezcla fue conducida mezclando concreto con la fibra de PET producidas; el concreto y las fibras de PET se mezclan fácilmente. Es interesante observar que las fibras PET se mezclan fácilmente con el concreto, incluso cuando el contenido volumétrico de las fibras de PET se aumentó gradualmente hasta 3%. Como es evidente a partir de este resultado, la característica principal del concreto reforza-do con fibra de PET es que es fácil de manejar. (Ochi et al, 2007, p.455)

Este trabajo presenta un estudio sobre el uso potencial de parte de caucho residual de neu-máticos y partículas de PET para producir concreto sostenible. Con el fin de averiguar la viabilidad del concreto en medio ácido, investigaciones de laboratorio en términos de carga de trituración, masa y velocidad de onda ultrasónica del concreto con caucho de neumáti-cos (TRC) y el concreto PET con caucho de neumáticos (TRPC) fueron conducidos y eva-luados por el Método Taguchi. Después, los resultados se compararon con el concreto nor-mal (NC) y el concreto normal con PET (NPC). 5, 10, y 15 por ciento de las partículas de PET con el 15 por ciento de caucho de neumáticos se sustituyeron los áridos naturales con el objetivo de reducir el consumo de recursos naturales vírgenes y la eliminación de desechos en un enfoque seguro, eficaz y respetuoso del medio ambiente. (Rahimi et al, 2016, p.166)

El presente estudio fue un intento de investigar los efectos de la adición de partículas de residuos de plástico en las propiedades ingenieriles del concreto. Con este fin, se adoptó un diseño de mezcla del concreto en el que las cantidades basadas en el peso pre-definidas de los agregados finos del concreto fueron reemplazadas por

fragmentos de residuos equiva-lentes. En todas las mezclas, la cantidad de agregado grueso (grava) y la relación agua-cemento se mantuvo constante. Los resultados de las pruebas de laboratorio mostraron que los fragmentos de plástico agregados cambiaron las propiedades físicas y las relacionadas con la resistencia del concreto producido. Más específicamente, las propiedades físicas (la densidad y la velocidad ultrasónica, por ejemplo) disminuyó gradualmente a medida que la presencia de proporciones de fragmentos de plástico aumento. Por otro lado, la resistencia a la compresión, tracción y flexión de las muestras subió, cuando el 5-10% de los agregados finos del concreto fueron reemplazados por el mismo porcentaje de fragmentos de tereftala-to de polietileno (PET). (Mahyar et al, 2016, p.55)

Las ventajas de utilizar los desechos son de dos tipos: en primer lugar, el uso de los recursos naturales vírgenes se reduce, y, en segundo lugar, los residuos están siendo eliminados de una manera segura, eficaz y respetuosa con el medio ambiente. Esta solución ventajosa ha inspirado un volumen impresionante de la investigación y su desarrollo. El trabajo está siendo conducido en todo el mundo sobre el uso de materiales reciclados, particularmente sobre los áridos reciclados. (Wang et al, 2009, p.2829)

A pesar de que muchas investigaciones han sido realizadas sobre materiales reciclados, se han realizado muy pocos estudios sobre el concreto liviano que incorpora los productos de desecho en forma de agregados. Este estudio examinará las propiedades del mortero y el concreto con agregados livianos de residuos de PET usado como agregado fino en un in-tento de desarrollar una solución que, no sólo proporciona una opción de reciclaje para las botellas de PET, sino también para mantener o mejorar las características del mortero o con-creto resultante. (Wang et al, 2009, p.2829)

El tereftalato de polietileno (PET), uno de los plásticos más comunes de consumo utilizado, es ampliamente utilizado para botellas y recipientes de productos alimenticios y otros bienes de consumo, incluyendo refrescos, bebidas alcohólicas, detergentes, etc. A pesar de su am-plio uso, gran cantidad de botellas de PET se descartaron todos los años y se convirtió en una fuente contaminante. Por lo tanto, la búsqueda de formas efectivas de reutilizar las bo-tellas de PET desechadas y mejorar la tasa de reciclaje es cada vez más importante para la sostenibilidad del medio ambiente. Estudios se han realizado en los últimos años para con-vertir los residuos de PET en materiales de construcción. Actualmente, existen tres formas principales de reciclaje de botellas de PET como materiales de construcción, incluyendo la despolimerización de botellas de PET en resina insaturada de poliéster, el uso de fibras de PET como refuerzo del concreto y la sustitución parcial de agregados con residuos de PET. (Ge et al, 2014, p.682)

Se debe conocer cuáles son los materiales que, al ser transformados para construir una vi-vienda, son más amables con el sistema ambiental, se deben proponer nuevas alternativas constructivas que armonicen con la complejidad sistémica de las dinámicas ambientales y que entren a hacer parte de un desarrollo diferente al Capitalista: el desarrollo sostenible. (Osorio, 2011, p.12)

La necesidad de obtener materiales alternativos al concreto reforzado convencional se han incrementado; y, en esa búsqueda de alternativas, el concreto reforzado con fibras presenta las características de una solución con viabilidad técnica y económica. Así, se han utilizado ya, fibras de acero, fibras de vidrio, fibras de carbón, fibras minerales y naturales (madera, yute, bambú, coco, henequén, asbesto, lana, entre otros), fibras de polipropileno y muchas otras fibras sintéticas como el Nylon y Poliéster. (Osorio et al, 2007, p.70)

En la actualidad es común escuchar de concretos sustentables y de materiales compuestos avanzados. Sin embargo, los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y ge-nerar sus propios materiales de construcción. El uso de las fibras naturales como refuerzo en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países. (Juárez, 2002)

Debido a la gran demanda de materiales para la construcción de buena calidad, se busca incorporar el uso de Fibras de Bagazo de Caña (FBC) en las mezclas de concreto simple sustituyendo en parte al agregado grueso, grava, para proporcionarle propiedades similares a las de cualquier concreto simple y tratar de mejóralas en algunos aspectos. (Hernández, 2008)

El beneficio que se hace al medio ambiente al utilizar algo considerado como residuo para la elaboración de concreto es muy considerable. En la actualidad, el bagazo que se produce en los ingenios es abundante y a pesar de ser utilizado por la industria del papel, el volumen que queda es muy grande. Y tarda en degradarse, aparte de que genera un olor poco agra-dable. (Reyes, 2008)

Reutilizar el plástico es una acción, por sí misma, medioambientalmente responsable. Pero si, además, lo que se sustituye es un objeto contaminante, entonces la reutilización se puede considerar doblemente ecológica. Es lo que tratan de llevar a cabo en el municipio argentino de San Rafael: no sólo reciclar y reutilizar las botellas y otros objetos de plástico, sino tam-bién producir con ello ladrillos. Se necesita una planta de reciclado de plástico. Después, pueden ser los propios vecinos los que recolecten el contaminante material para que sea pro-cesado endicha planta y, una vez triturados y tratados convenientemente, se puedan fabri-car ladrillos mezclando el plástico reciclado con cemento. De este modo, se consiguen ladri-llos a un costo menor, más livianos, con una mejor propiedad aislante y fácil de colocar. (Sanz, 2011)

El material plástico tiene varios puntos a favor: es económico, liviano, irrompible, muy du-radero y hasta buen aislante eléctrico y acústico. Por esta razón este proyecto se basa en la reutilización de esta materia prima, y emplearlo en el área de la construcción de viviendas; el planteamiento es fabricar un ladrillo de características ecológicas, y prescindir del proce-so tradicional de conformación de estos, como un proceso decocción, que destruye el me-dio ambiente y lo contamina. (Centro Experimental de la vivienda económica, 2012)

Los residuos plásticos se trituran y se incorporan a una mezcla de cemento Pórtland común, agua y un aditivo químico. Con esta mezcla se fabrican ladrillos, bloques de pared y de te-cho, y placas de ladrillos, que se aplican en cerramientos no estructurales de viviendas. Los componentes desarrollados son ecológicos, porque se utiliza para su elaboración un residuo que hasta el presente se recicla sólo en un bajo porcentaje, siendo su destino habitual basu-rales en donde se acumula o quema produciendo contaminación, o se entierra en predios sanitarios desaprovechando un recurso valioso. (Gaggino, 2008)

Se propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo, inspi-rado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y, al menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resisten-te se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. La adición de estos dos últimos aditivos residuales supone la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz permanecen por millones de tonela-das en vertederos de todo el mundo. (Cabo, 2011)

Desde que el concepto de sostenibilidad ambiental fue introducido en 1970, la posibilidad del uso de fibra natural para mejorar las propiedades mecánicas de los compuestos cementi-cios ha tenido el interés de los investigadores. El concreto reforzado con fibras naturales, mediante pequeñas fibras naturales añadidas aleatoriamente o materiales reciclados en compuestos cementicios, podrían enormemente reducir los impactos adversos para el am-biente sostenible, y también expresar sustancialmente las propiedades mecánicas mejoradas a corto plazo. (Tian, 2016, p.237)

Visto y analizado los antecedentes se plantea el siguiente problema de investigación: *¿Cuál sería el resultado de reutilizar plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo?*

Para dar respuesta al problema de investigación se propone la siguiente hipótesis:

El plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar si se pueden reutilizar como materia prima para la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo.

Este trabajo de investigación tiene como *objetivo general determinar los resultados de la reutilización de los residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar como mate-ria prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*; y como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar un diseño de mezclas apropiado del concreto conteniendo plástico PET, bagazo de caña de azúcar y papel.
- Determinar la resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto conteniendo plástico PET, bagazo de caña de azúcar y papel.
- Realizar el análisis de costos unitarios del concreto normal y el concreto conteniendo el residuo que mejor comportamiento mecánico le añadió.

MATERIALES Y MÉTODOS.

MATERIALES DE ESTUDIO.

Población.

Estará conformada por el total de probetas de concreto simple y concreto mezclado con residuos de plástico PET, bagazo de caña de azúcar y papel.

Muestra.

Estará constituida por las probetas de concreto de forma cilíndrica de 6" x 12" (diámetro x alto) según las siguientes proporciones:

Tabla 1. Cantidades en peso de los materiales para la elaboración de las probe-tas con PET.

Nombre del Diseño de Mezcla	Cemento (kg)	Agua (l)	Gravilla 1/2" (kg)	Arena Gruesa (kg)	PET (kg)
P_0	10.26	5.13	17.85	17.85	0.00
P_5	10.26	5.13	16.96	17.85	0.89
P_{10}	10.26	5.13	16.07	17.85	1.79
P_{20}	10.26	5.13	14.28	17.85	3.57

En la Tabla 1 la nomenclatura P0, P5, P10 y P20 se refiere al % de plástico PET que reemplazó parte de la gravilla.

Tabla 2. Cantidades en peso de los materiales para la elaboración de las probe-tas con bagazo de caña de azúcar.

Nombre del Diseño de Mezcla	Cemento (kg)	Agua (l)	Gravilla 1/2" (kg)	Arena Gruesa (kg)	Bagazo (kg)
B_0	10.26	5.13	17.85	17.85	0.00
B_5	10.26	5.13	16.96	17.85	0.89
B_{10}	10.26	5.13	16.07	17.85	1.79
B_{20}	10.26	5.13	14.28	17.85	3.57

En la Tabla 2 la nomenclatura B0, B5, B10 y B20 se refiere al % de bagazo de caña de azúcar que reemplazó parte de la gravilla.

Tabla 3. Cantidades en peso de los materiales para la elaboración de las probe-tas con papel.

Nombre del Diseño de Mezcla	Cemento (kg)	Agua (l)	Gravilla 1/2" (kg)	Arena Gruesa (kg)	Papel (kg)
M_0	10.26	5.13	17.85	17.85	0.00
M_5	10.26	5.13	16.96	17.85	0.89
M_{10}	10.26	5.13	16.07	17.85	1.79
M_{20}	10.26	5.13	14.28	17.85	3.57

En la Tabla 3 la nomenclatura M0, M5, M10 y M20 se refiere al % de papel que re-emplazó parte de la gravilla.

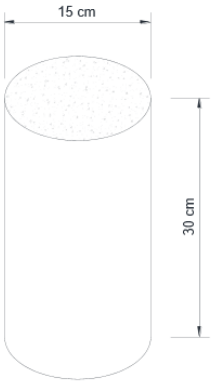


Figura 1. Dimensiones de las probetas de concreto.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Diseño Experimental

Se aplicó el diseño experimental tipo factorial con dos factores.

Se realizará el análisis estadístico de los resultados a través del análisis de varianza y las re-gresiones respectivas con el 5% de probabilidad, empleando para tal fin el Software Esta-dístico Minitab versión 17.

Variables Dependientes de Estudio:

- Resistencia a la compresión, f'c (kg/cm2)
- Costo de vivienda.

Variables Independientes de Estudio	Niveles de Estudio
Factor A: Tipo de residuo	Plástico PET, bagazo, papel (a1, a2, a3)
Factor B: Porcentaje de residuo (%)	b1, b2, b3

Tabla 4. Niveles de las variables de estudio

		Factor A		
		a1	a2	a3
Factor B	b1	a1, b1	a2, b1	a3, b1
	b2	a1, b2	a2, b2	a3, b2
	b3	a1, b3	a2, b3	a3, b3

Tabla 5. Diseño de la matriz experimental

Número total de probetas = *(# factor A) x (# factor B) x (# repeticiones)*
= *(3) x (3) x (3)*
= *27*

La experiencia corresponderá a 3 réplicas o repeticiones haciendo un total de 27 pruebas experimentales.

Procedimiento Experimental

La experimentación se realizará en cuatro fases; una de preparación de los residuos (07 días), una de elaboración de especímenes (03 días), de curado (28 días) y de ensayo de compresión (03 días).

a. La preparación de los residuos se detalla a continuación:

Plástico PET: Se utilizó PET en forma de pellets con un diámetro de 5 mm aproximadamente. Previamente a la elaboración de las probetas estos fueron lavados con agua corriente a fin de eliminar alguna impureza. Luego se dejó secar por 48 horas.

Bagazo de caña de Azúcar: El bagazo seleccionado presentó un porcentaje de humedad promedio del 35% en base seca. Se realizó un lavado previo de las fibras a utilizar para eli-minar la presencia de carbohidratos libres, luego se efectuó el secado del bagazo para evitar problemas de ataque de hongos y plagas, siguiendo las recomendaciones a seguir realizadas por Osorio et al (2007).

Posteriormente, se efectuó un corte en la fibra entre 15 y 25 mm de longitud, cuyas dimen-siones son recomendadas por Osorio et al (2007), y las que mejor comportamiento presentó después de realizar ensayos preliminares.

Papel Reciclado: La forma ideal de procesar el papel para tenerlo en las condiciones que se requiere de tamaño nominal máximo del agregado grueso se necesita de un proceso de tritu-ración o picado utilizando una máquina industrial para cortar papel, posteriormente se remo-jarán los trozos de papel y finalmente se lo arruga formando bolas de papel, en vista que no se contaba con dicha maquina esta parte se realizó de forma manual. Posteriormente las bo-las de papel se dejan secar.

b. Se elaboraron las probetas según lo indicado en la Norma Técnica Peruana 339.033 (Práctica normalizada para la preparación y curado en obra de los especímenes para ensayo del concreto) y según las proporciones en volumen indicadas en el ítem 3.1.2.

c. Luego se sometieron las probetas a la etapa de curado de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 339.033; los especímenes fueron sumergidos en cilindros conteniendo agua.

d. Luego de la etapa de curado (28 días), se realizó el ensayo de compresión según la Nor-ma ASTM C39 (Método de ensayo estándar para esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto).

e. Finalmente se realizó la toma de resultados.

RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

En las tablas numeradas se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de compresión realizados a las probetas de concreto conteniendo plástico PET, bagazo de caña de azúcar (bca) y papel.

Tabla N° 6. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo plástico PET.

PET (%)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm2)
0.00	356.90	353.55
	353.25	
	350.50	
5.00	458.87	459.26
	456.25	
	462.65	
10.00	387.49	387.44
	386.50	
	388.33	
20.00	285.52	285.35
	283.30	
	287.22	

De la Tabla 6 y la Figura 1, se puede observar que el concreto conteniendo 5% de PET alcanza una resistencia de 459.26 kg/cm2, superior a la resistencia del concreto normal. Esto quiere decir que el PET, a este porcentaje, mejora la resistencia a la compresión del concreto debido a que este tiene buenas propiedades mecánicas.

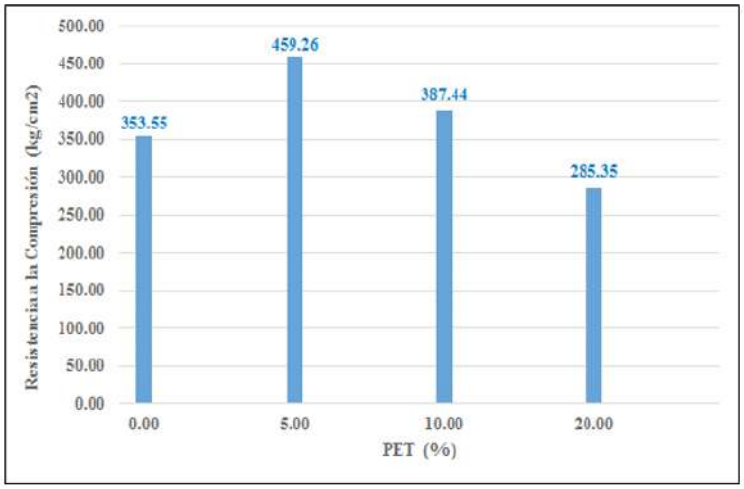


Figura 1. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo plástico PET.

De la Tabla 7 y Figura 2, se puede apreciar que conforme se incrementa el contenido de bagazo de caña de azúcar en el concreto la resistencia a la compresión disminuye. Esto se debe a que el bagazo de caña de azúcar tiene pobres propiedades mecánicas.

Tabla N° 7. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo bca.

Bagazo de caña de azúcar (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm2)
0.00	356.90 353.25 350.50	353.55
5.00	308.12 305.65 303.92	305.90
10.00	270.55 265.60 268.12	268.09
20.00	185.20 174.65 178.26	179.37

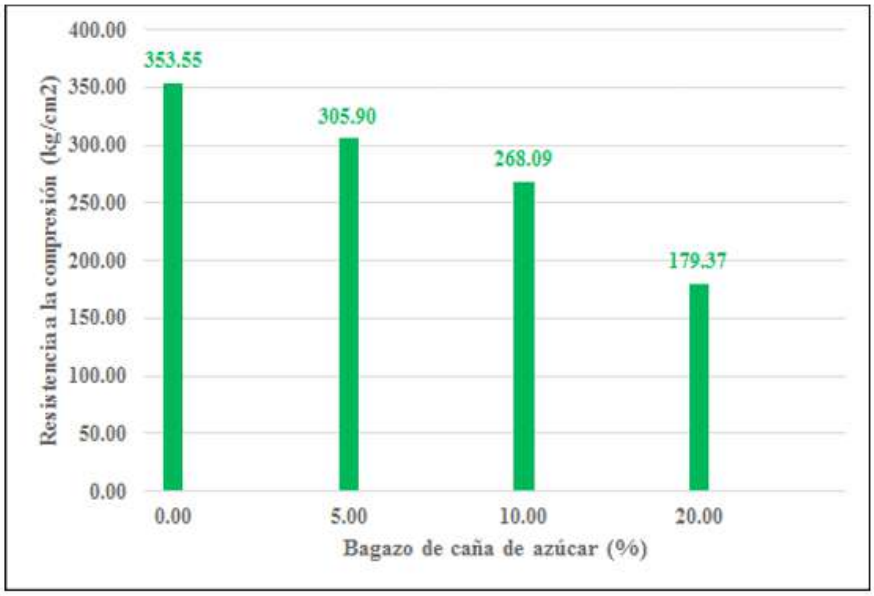


Figura 2. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo bca.

De la Tabla 8 y Figura 3, al igual que con el bagazo de caña de azúcar, la resistencia a la compresión desciende conforme se aumenta el contenido de papel, debido a que el papel no tiene buenas propiedades mecánicas.

Tabla N° 8. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo papel.

Papel (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm2)
0.00	356.90 353.25 350.50	353.55
5.00	232.22 239.68 235.32	235.74
10.00	165.55 170.12 172.50	169.39
20.00	82.52 81.11 85.36	83.00

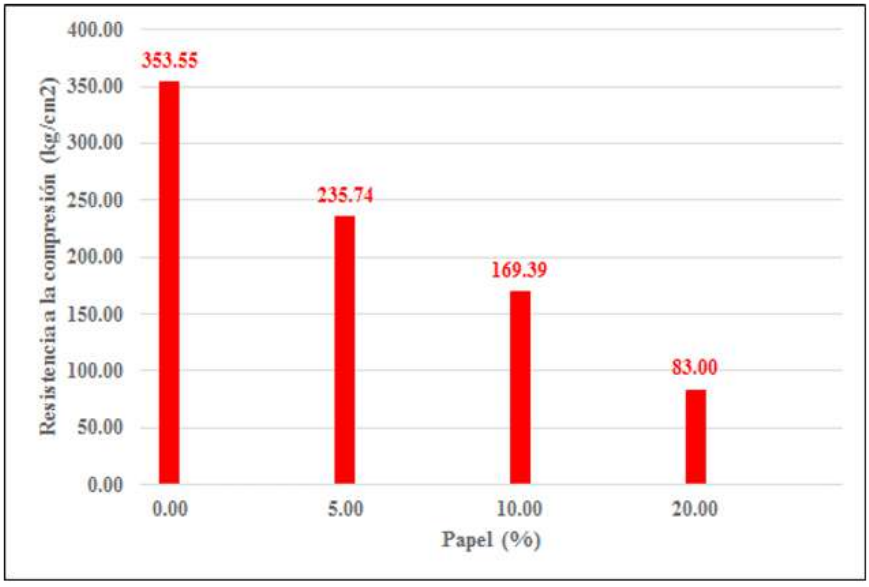


Figura 3. resistencia a la compresion del concreto conteniendo papel

A continuación, se muestra la Figura 4 en la que se puede observar que, de los tres residuos agregados al concreto, el que mejor resistencia a la compresión le confiere al concreto es el plástico PET seguido del bagazo de caña de azúcar. Esto se debe a que el plástico PET tiene buenas propiedades mecánicas (elevada resistencia a la tracción, elevado limite elástico, entre otros).

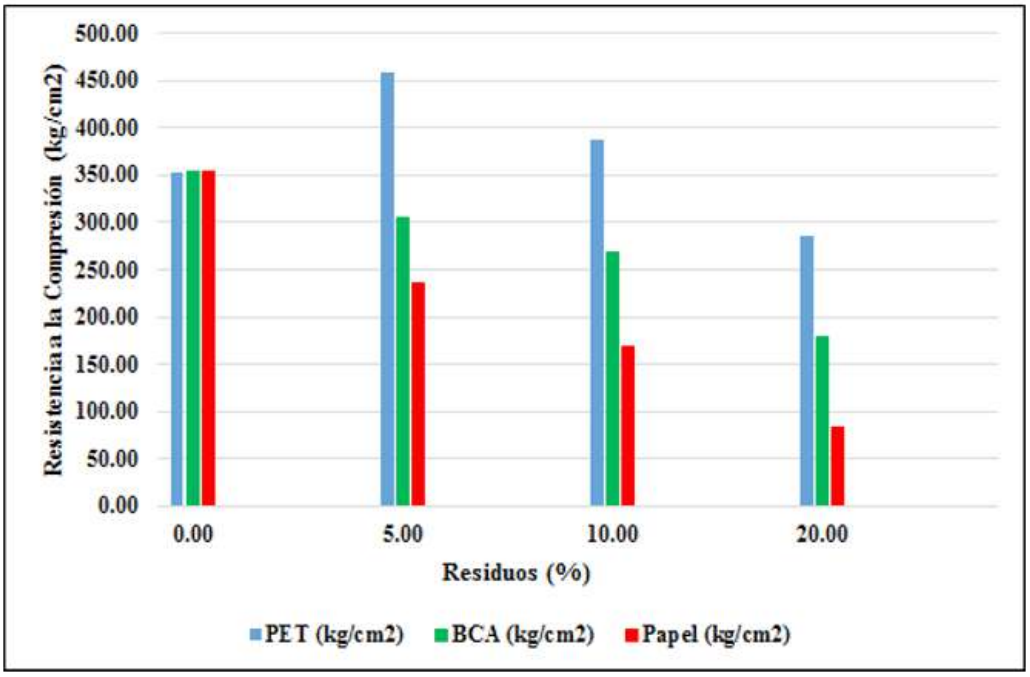


Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto conteniendo papel.

En cuanto a la reducción de los costos de vivienda, se realizó el análisis de 1 m3 de concre-to f'c = 210 kg/cm2 conteniendo agregados naturales y el otro conteniendo el 20% de plás-tico PET, Figura 12 y Figura 13, donde se pudo observar una reducción de S/. 14.25 al uti-lizar el plástico PET.

Tabla N° 9. Costo unitario de 1 m3 de concreto f´c = 210 kg/cm2.

CONCRETO f´c = 210 kg/cm2					
m3/DIA	**15.000**	**EQ.**	**15.000**	**Costo unitario directo por: m3**	**386.14**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	15.20	16.21
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	12.90	6.88
PEON	hh	10.0000	5.3333	11.54	61.55
					84.64
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE ½¨	m3		0.5600	95.00	53.20
ARENA GRUESA	m3		0.5500	95.00	52.25
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5kg)	bls		9.7300	18.64	181.37
AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47
					288.29
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.64	2.54
VIBRADOR DE CONCRETO ¾¨. 2¨	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11 p3	hm	0.7500	0.4000	20.00	8.00
					13.21

Tabla N° 10. Costo unitario de 1 m3 de concreto f´c = 210 kg/cm2 conteniendo 20% de PET

CONCRETO f´c = 210 kg/cm2 conteniendo 20% PET					
m3/DIA	**15.000**	**EQ.**	**15.000**	**Costo unitario directo por: m3**	**371.89**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	15.20	16.21
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	12.90	6.88
PEON	hh	10.0000	5.3333	11.54	61.55
					84.64
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE ½¨	m3		0.5600	95.00	53.20
ARENA GRUESA	m3		0.4000	95.00	38.00
PLASTICO PET	m3		0.1000	0.00	0.00
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5kg)	bls		9.7300	18.64	181.37
AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47
					274.04
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.64	2.54
VIBRADOR DE CONCRETO ¾¨. 2¨	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11 p3	hm	0.7500	0.4000	20.00	8.00
					13.21

CONCLUSIONES.

Se logró determinar los resultados de reutilizar los residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo, quedando demostrado que, si se pueden reutilizar estos residuos, en los porcentajes propuestos, para reemplazar los áridos del concreto.

Se determinó el diseño de mezcla para el concreto conteniendo los residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, siendo los porcentajes en peso propuestos 5%, 10% y 20%.

Se determinó la resistencia de compresión (kg/cm2) del concreto conteniendo los residuos de plástico PET, bagazo de caña de azúcar y papel, obteniéndose el resultado de 459.26 kg/cm2 para el concreto conteniendo plástico PET al 5% en peso como la resistencia más óptima. La tendencia que se pudo observar es que la resistencia a la compresión del concreto conteniendo los residuos disminuye conforme se aumenta el % en peso de los residuos.

Se realizó el análisis de costos unitarios del concreto normal y el concreto conteniendo los residuos de plástico PET al 20%, como resultado se obtuvo que hay un ahorro de S/. 14.25 al utilizar plástico PET.

RECOMENDACIONES Y/O PROPUESTAS

Se recomienda continuar con las investigaciones en la reutilización de los residuos sólidos como el plástico PET en forma de pellets y fibras, dado los resultados obtenidos, este incluso se podría utilizar en elementos estructurales de concreto armado (columnas, vigas y zapatas).

Para los residuos de bagazo de caña de azúcar y papel si se requiere mayor resistencia a la compresión se necesitará utilizar aditivos como la parafina o floculantes para mejorar el diseño de mezclas y por ende la resistencia a la compresión.

Finalmente, se recomienda investigar el comportamiento de otros residuos sólidos como los envases tetra pack, el caucho de las llantas, el latón como constituyentes, en parte, del concreto o asfalto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Askeland, D. y Phulé, P. (2004). Ciencia e ingeniería de los materiales. México D.F, México: International Thomson Editores S.A.

2. Antolin, G. y Oliva, D. (2015). Caracterización del Bagazo de Caña de Azúcar Mediante Análisis Térmico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/273821584_Caracterizacion del bagazo de cana de azucar mediante Analisis Termico.

3. Bae, S., Hyun, N., Young, H., Jay, J. y Song, Y. (2010). Material and structural performance evaluation of recycled PET fiber reinforced concrete. Cement & Concrete Composites, 32, 232-240.

4. Cabo, M. (2011). Ladrillo Ecológico como Material Sostenible para la Construcción. Universidad Pública de Navarra. Navarra.

5. Callister, W. (2007). Ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona, España: Editorial Reverte S.A.

6. Centro Experimental de la Vivienda Económica. Nuevos materiales para manpuestos con plásticos reciclados. Recuperado de http://www.ceve.org.ar/ttplasticos.html

7. Fraternali, F., Ciancia, V., Chechile, R., Rizzano, G., Feo, L. y Incarnato, L. (2011). Experimental study of the thermo-mechanical properties of recycled PET fiber-reinforced concrete. Composite Estructures, 93, 2368-2374.

8. Fundacion Vida Sostenible. Papel, Carton y Madera. Recuperado de http://www.larutadelaenergia.org/pdffvs/GFVSpapelymadera.pdf

9. Foti, D. (2011). Preliminary analysis of concrete reinforced with waste bottles PET fibers. Construction and Building Materials, 25, 1906-1915.

10. Gaggino, R. (2008). Componentes Constructivos Elaborados con una Mezcla Cementicia y Agregados de Plásticos Reciclados. Asociación Argentina de Materiales. Argentina.

11. Hernández, R. (2008). Uso de Fibras de Bagazo de Caña en Concreto. Tratamiento de las Fibras con Parafina. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

12. Juárez, C. (2002). Concreto base cemento Portland reforzados con fibras naturales (agave lecheguilla) como materiales para construcción en México. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

13. Mahyar, A., Reza, M. y Taheri, M. (2016). The effect of using polyethylene terephthalate particles on physical and strength-related properties of concrete; a Laboratory Evaluation. Construction and Building Materials, 109, 55-62

14. Ochi, T., Okubo, S. y Fukui, K. (2007). Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinforcing fiber. Cement & Concrete Composites, 29, 448-455.

15. Osorio, J. (2011). El Consumo Sostenible de los Materiales Usados en la Construcción de Viviendas. Universidad de Colombia – Sede Manizales. Colombia.

16. Osorio, J. (2007). Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

17. Rahimi R., Nikbin, I., Allahyarib, H. y Habibi, S. (2016). Sustainable approach for recycling waste tire rubber and polyethylene terephthalate (PET) to produce green concrete with resistance against sulfuric acid attack. Journal of Cleaner Production, 126, 166-177.

18. Reyes, U. (2008). Concreto Reforzado con Fibra de Bagazo de Caña. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

19. Sharma, R. y Pal, P. (2015). Use of different forms of waste plastic in concrete – a review. Journal of Cleaner Production, 112, 473-482.

20. Sanz, D. Ladrillos con Botellas de Plástico. Recuperado de http://medioambientales.com/ladrillos-con botellas-de-plastico

21. Smith, W. y Hashemi, J. (2006). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. México D.F, México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S. A.

22. Tian, H. y Zhang, Y. (2016). The influence of bagasse fibre and fly ash on the long-term properties of green cementitious composites. Construction and Building Materials, 111, 237-250.

23. Wang, Y., Joong, D., Jic, Y. y Mohamed Lachemi, M. (2009). Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles. Construction and Building Materials, 23, 2829 -2835.

ANEXOS

Anexo A1: Análisis estadístico de los resultados.

Existen varios paquetes de software de estadística que analizan con facilidad di-seños factoriales. Para el análisis de resultados de la tesis se utilizó el Software Minitab 17. A continuación, se muestran los resultados arrojados por el Minitab.

Diseño factorial de múltiples niveles

Factores: 2 Réplicas: 3
Corridas base: 9 Total de corridas: 27
Bloques base: 1 Total de bloques: 1
Número de niveles: 3; 3

Regresión factorial general: Resistencia vs. %Residuos; DM

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
%Residuos	3	5; 10; 20
DM	3	A; B; C

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	315791	39474	4150.61	0.000
Lineal	4	313854	78463	8250.29	0.000
%Residuos	2	104394	52197	5488.42	0.000
DM	2	209460	104730	11012.15	0.000
Interacciones de 2 términos	4	1938	484	50.93	0.000
%Residuos*DM	4	1938	484	50.93	0.000
Error	18	171	10		
Total	26	315963			

A continuación, se consigna el F crítico (Fc) correspondiente a cada F empírico mostrado anteriormente y se le compara:

a. % Residuos:

F0.05, 2, 18 = 3.55 < 5488.42

b. Diseño de Mezcla (DM):

F0.05, 2, 18 = 3.55 < 11012.15

c. % Residuos x Diseño de Mezcla:

F0.05, 4, 18 = 2.93 < 50.93

Se utiliza el valor de P obtenido en el análisis de varianza y un α = 0.05 para concluir si se rechaza o acepta la hipótesis. Si α > P se rechaza la hipótesis nula, es decir, se puede aceptar que existe una diferencia significativa en los trata-mientos.

Efectivamente, se puede observar que ambos factores (%Residuos y Diseño de Mezcla) son significativos, así como su interacción.

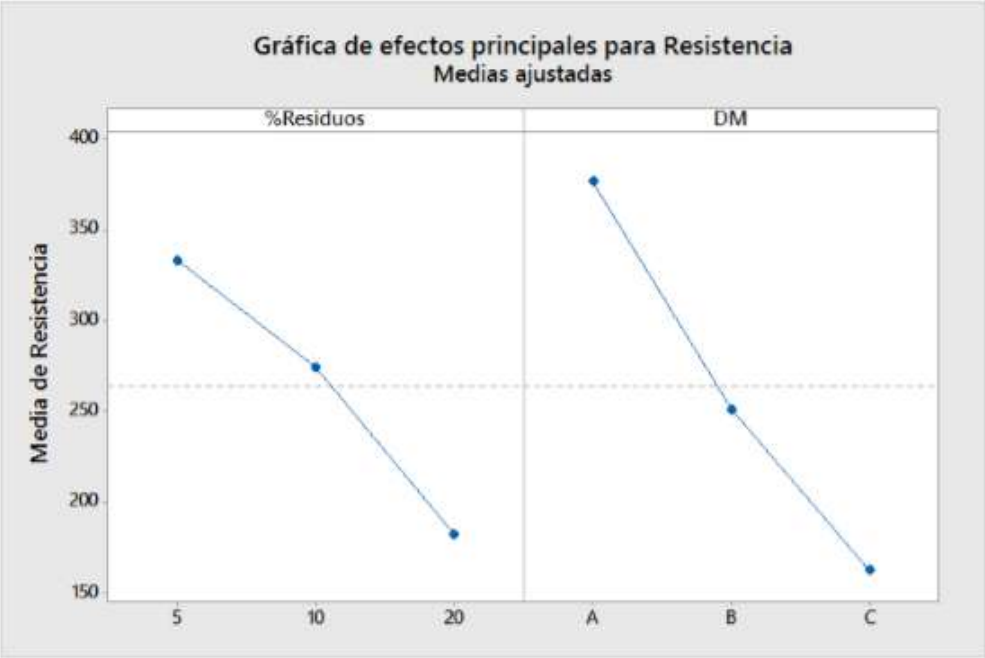


Figura A-1. Gráfica obtenida con el Minitab, se observa el efecto del % residuos y el diseño de mezcla sobre la resistencia a la compresión del concreto.

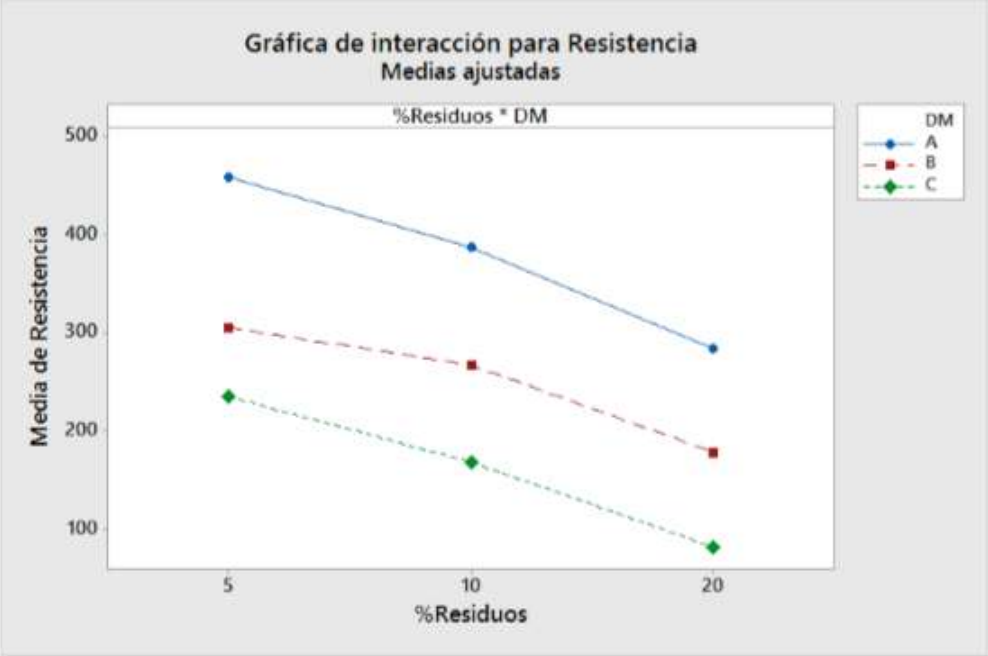


Figura A-2. Gráfica obtenida con el Minitab, interacción de % residuos y diseño de mezcla (A: concreto contenido plástico PET, B: concreto conteniendo bagazo de caña de azucar y C: concreto conteniendo papel)

F0.05 V1.V2

Grados de libertad en el denominador (V2)	Grados de libertad en el numerador (Y1)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	60	100
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	248.02	252.20	253.04
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.45	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.66	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.80	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.56	4.43	4.41
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.87	3.74	3.71
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.44	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.15	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	2.94	2.79	2.76
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.77	2.62	2.59
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.65	2.49	2.46
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.54	2.38	2.35
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.46	2.30	2.26
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.39	2.22	2.19
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.33	2.16	2.12
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.28	2.11	2.07
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.23	2.06	2.02
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.19	2.02	1.98
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.16	1.98	1.94
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.12	1.95	1.91
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.10	1.92	1.88
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.07	1,89	1.85
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.05	1.86	1.82
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.03	1.84	1.80
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.01	1.82	1.78
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	1.99	1.80	1.76
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	1.97	1.79	1.74
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	1.96	1.77	1.73
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	1.94	1.75	1.71
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	1.93	1.74	1.70
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	1.84	1.64	1.59
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.78	1.58	1.52
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.75	1.53	1.48
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.72	1.50	1.45
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.70	1.48	1.43
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94	1.69	1.46	1.41
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.68	1.45	1.39



Figura A-1. Materia proma para la elaboración de las probetas según el diseño de mezcla respectivo; (a) cemento Portland Extra Forte, (b) gravilla de 1/2", (c) arena gruesa, (d) plástico PET, (e) bagazo de caña de azúcar y (f) papel.



Figura A-2. Procedimiento experimental (a) y (b) mezcla de concreto y residuos correspondientes, (c) trabajabilidad del concreto, (d) elaboración de probetas, (e) probetas de concreto, (f) ensayo de compresión.



CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN


AF-ON
START/
STOP
SET
LOCK▶



"Piedra de las Ofrendas"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 191-213, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont301.30117

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

¿SE COMUNICAN LOS ANIMALES?

Do animals communicate?

Íbico Rojas[1]

Recibido: 08 de enero de 2019
Aceptado: 18 de enero de 2019

INTRODUCCIÓN

Ciertamente son muchos los estudiosos que, impresionados por algunas aparentes analogías entre el accionar social de los humanos y de los animales –y guiados acaso por una desarrollada inteligencia natural–, son partidarios de considerar que las interacciones entre los segundos son eminentemente comunicativas, lo que se enlaza con la inveterada tradición popular de atribuir a los animales ciertas conductas humanas; como la de comunicarse entre los miembros de la misma especie y también las mascotas con sus dueños.

Podemos aventurarnos, entonces, a pensar que, si ARISTÓTELES creía que los peces hablaban era porque, al parecer, «los griegos antiguos estaban convencidos de que los ratones no solo sabían leer, sino, incluso, hablar» (STISHKÓVSKAYA 1982). Con el paso del tiempo y cuando ya los animales hablantes y lectores, gracias al avance de las ciencias, podrían haber sido confinados al mundo fantasioso de los cuentos y las fábulas, de las historietas y los dibujos animados: nutrientes de la imaginación infantil y deleite de muchos adultos. Hoy, como antes, la humanización de los animales ha trascendido los lindes del conocimiento popular y no es infrecuente encontrarla en obras de algunos filósofos y etólogos modernos.

Entre estos últimos, HERIBERT SCHMID (1986) no deja dudas al respecto, cuando revela su propia experiencia: «Mi descripción de Príncipe y Sacha[2] contiene un sin número de tales humanizaciones: "furioso", "sin miedo", "estoicamente", "loco de alegría"[3]. Sin darme cuenta traslado a los animales las conclusiones que obtengo de la conducta y sentimientos humanos».

Abundan, por supuesto, los ejemplos sobre esta tendencia. Pero un caso emblemático lo constituye la profesora STISHKÓVSKAYA quien, en su libro *¿De qué hablan los animales?* (1982), registra algunos comportamientos de estos seres que, según ella, corresponderían a expresiones verbales como: «¿De dónde eres?» «¡Hola! Te espero». «No lograré regresar antes del mediodía». «Tú tienes la culpa si te atrapa un carnicero». «El dueño aquí soy yo». «Hasta donde se encuentra la miel hay 200 metros». HART ([1996]2013: 17-22) agrega otras más no menos imaginativas y hasta incitantes: «Quiero salir». «¿Quieres venir a dar un paseo?» «Hola, soy un macho. Vamos a aparearnos». «No soy simplemente un macho, soy un *gran* macho». «Mantente alejado». «No tiene sentido que me persigas, puedo dejarte atrás sin ningún esfuerzo».

1 Máster of Arts en Lingüística y docente de la Unidad de Educación de la Escuela de Posgrado de la UNMSM. Dirección electrónica: ibico.rojas@gmail.com

2 «Príncipe» y «Sacha» son los nombres del perro y el gato, respectivamente, del citado autor.

3 También: «dialogar», «exponer» (sus deseos), «resignación», «autosacrifican», «asamblea» (de amebas), etc.

Desde luego, se trata de mensajes verbales propios de una lengua natural, imaginados por los autores y atribuidos a ciertas acciones de aves, insectos, caninos, simios, gacelas, etc. Mensajes que constituyen verdaderos retos científicos, puesto que, en relación con en el estudio de la capacidad cognitiva de los animales, existe un impedimento muy difícil de superar, al que se refiere SCHMID (1986: 5), de acuerdo con las observaciones de DARWIN y LORENZ. Estas son sus palabras: «Un animal no puede contar lo que sucede en su interior y por el momento no existe tampoco ningún aparato que nos indique lo que piensa o lo que siente un animal». Esto quiere decir que, hasta hoy, es imposible demostrar que los significados tan elaborados, asignables a dichos mensajes, pudiesen ser compatibles con el «pensamiento práctico» de los animales observados.

Aun así, y a pesar de que todos los intentos de amaestrar simios y delfines en el uso del lenguaje o de otro instrumento comunicativo, han concluido con resultados desalentadores, como lo reseña –con su habitual agudeza crítica– el sicólogo experimental y evolucionista STEVEN PINKER ([1994]2012: 359-401), muchos etólogos persisten en atribuir capacidades exclusivamente humanas a los animales. Esto porque, a decir de PINKER ([1994]2012: 354):

> Las personas que conviven mucho tiempo con animales tienen cierta inclinación a ser demasiado indulgentes con sus capacidades comunicativas. Mi tía abuela Bella insistía con toda sinceridad que su gato siamés Rusty comprendía el inglés. Y desde luego, muchas de las afirmaciones de quienes experimentan con simios no son más científicas que la de mi tía abuela. Muchos de estos investigadores se formaron en la tradición conductista de B. F. Skinner y, por tanto, ignoran muchos aspectos del estudio del lenguaje [...] Los más entusiastas de estos investigadores han ignorado a la comunidad científica y han difundido sus hallazgos directamente a través de los medios de comunicación en programas de divulgación científica, y en coloquios y tertulias radiofónicos y televisivos.

Además, muchos de ellos, motivados por un deseo conservacionista y de dignificación de la vida animal, realizan ingeniosos trabajos de investigación que revelan los múltiples recursos naturales que emplean las diversas especies animales para mantener su vida gregaria. Pero, en lo referente a la supuesta capacidad comunicativa, las pruebas son insuficientes y los argumentos, discutibles, y hasta innecesarios. Pues, para conocerlos mejor, admirarlos, amarlos y conservarlos en forma adecuada no hace falta –como piensa PINKER– que hablen y se comuniquen como los humanos. Creemos que lo más importante no es pretender enseñarles algo imposible: a hablar, sino protegerlos en sus respectivos hábitats.

Insistir en lo contrario, no condice con la objetividad que persiguen los estudiosos. Decir, por ejemplo, que «donde hay vida, existe comunicación[4]» (SCHMID 1986: 195-196) –idea que implica la omnipresencia de esta– es un supuesto improbable en la conducta social de los animales, que es muy disímil de la humana e imposible en el reino vegetal. Las plantas también son seres vivos, sin embargo, nadie ha podido identificar hasta ahora un rasgo comunicativo en alguna de estas; de tal manera, que la comunicación no es una cualidad ínsita a la vida.

Por su parte, HART –que dice: «Crecí amando a los animales reales y ficticios»– afirma, como muchos etólogos, que la comunicación practicada por los seres humanos no es un modelo único, sino que hay otras formas desarrolladas por las diversas especies animales, mediante recursos equivalentes al lenguaje, que posibilitan la organización y comportamiento sociales de estos. Y SCHMID (1986: 32) resalta que lo que él llama procesos comunicativos, en las especies animales inferiores, «se caracterizan por su rigidez, su carácter rutinario y su automatismo»; y que, las especies animales superiores presentan mayores posibilidades de reacción selectiva ante determinados estímulos, como lo ilustran profusamente algunos especialistas. Estas ideas son plausibles, en principio, porque de hecho existen recursos naturales que posibilitan la interacción o interestimulación entre los animales; sin embargo, tales recursos no son comunicativos.

El etólogo HART ([1996]2013: 18) concuerda con las ideas de SCHMID y afirma, además, que la *comunicación animal* no es consciente. El aspecto

4 Tenemos la impresión que aquí SCHMID utiliza el término comunicación como equivalente de información. Lo cual es inadecuado; porque si bien toda comunicación implica información, no todo proceso informativo es necesariamente comunicativo (Ver apartado 6).

comunicativo de esta aserción es cuestionable, pero en lo que respecta al carácter inconsciente es irrefutable; puesto que las manifestaciones de los estados biológicos y emocionales, tanto en los animales como en los seres humanos, son hechos naturales e inconscientes. Nadie puede tener una expresión facial de cansancio cuando no está cansado y nadie puede controlar sus gestos en un momento de desazón. Esto sirve para marcar un deslinde claro entre la supuesta *comunicación animal*, en realidad, entre la supuesta *comunicación* basada en manifestaciones emocionales y la comunicación practicada por las sociedades humanas que es consciente, voluntaria y libre. La falta de reconocimiento de esta realidad hizo que muchos pensaran que un caldero puede comunicarse con otro o que un botón se comunica con la camisa, como lo repetían los conductistas en el siglo pasado, hasta el declive del pensamiento skinneriano. Aserciones a las que, por supuesto, subyacen discutibles conceptos de lenguaje y de comunicación (volveremos sobre este punto que es central en este trabajo).

CAPACIDAD SÍGNICA Y LENGUAJE

Desde los primeros testimonios, dejados por los pensadores de la antigüedad, sobre la eficacia de la comunicación, esta ha estado y está siempre vinculada a la práctica de la conversación o del debate entre seres humanos y, solo por similitud con ciertos aspectos interactivos que se observa en la vida de los animales, se ha imaginado una comunicación animal y hasta la existencia de lenguajes animales[5]. Sin tener en cuenta hechos fundamentales.

En primer lugar, que el hombre es un ser sígnico. Definido así, porque es la única especie viviente en la que se ha desarrollado, como resultado de un largo proceso de evolución genética, una compleja capacidad mental especializada en la creación de signos, objetos que median gran parte de la vida social humana. Esta capacidad, desde luego, no tiene carácter unitario. La producción, percepción y comprensión de cada tipo de signos involucran áreas corticales y redes subcorticales del encéfalo humano que, aun cuando están muy especializadas, se interrelacionan en ciertos casos. Un mensaje escrito (signos escriturales) es leído y puede ser reproducido en forma sonora (mediante signos verbales), o a la inversa. Un monumento (icono) es visto por alguien y se puede hacer referencia a este en forma oral: alguien pregunta ¿a quién recuerda este monumento? Y la respuesta es: A César Vallejo. Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, nadie ha estudiado en profundidad el origen y evolución de los diferentes tipos de signos. Nadie ha determinado cuáles fueron los primeros signos que creó el *Homo sapiens*, si fueron los que hoy llamamos iconos, las señales, los emblemas o los símbolos. De la información arqueológica, solo se puede deducir que se habrían desarrollado en forma autónoma, en distintos momentos.

Desde PĀNINI, en la India del siglo VI a. C. y los grandes pensadores de la Grecia antigua, privilegiaron el estudio de las palabras orales y escriturales, consideradas por siglos como formas expresivas distintas de una misma lengua. La tradición perdura hasta ahora en las expresiones: *lengua oral y lengua escrita*, que revelan el desconocimiento de la enorme diferencia, de naturaleza y estructura, que existe entre el sistema lingüístico y el sistema escritural. En realidad, se trata de dos instrumentos de comunicación, que corresponden a procesos de adquisición, aprendizaje y desarrollo distintos. Asimismo, prestaron atención a los indicios, llamados con frecuencia señas o señales, por la importancia que tenían en las revelaciones religiosas y en la auscultación médica en las sociedades de entonces.

La profundización de las investigaciones sobre el lenguaje, hasta la actualidad, ha permitido conocer características muy importantes de la facultad lingüística y cómo diferentes redes neuronales se han especializado en la producción y percepción de los signos lingüísticos. Por cierto, el lenguaje es el instrumento de comunicación más complejo, que habría surgido en la especie humana como resultado de mutaciones genéticas durante el extenso proceso de humanización (PINKER [1994]2012), caracterizado por cambios notables en la estructuración del cerebro humano, que habrían posibilitado el surgimiento de una gramática universal, base sobre la cual se estructuran las

5 Que no pasan de ser concepciones imaginarias. CARMICHAEL (1974[1963]: 15) afirma, al respecto: «La múltiple variedad de estridentes llamadas de algunos insectos ha motivado el que algunos escritores hayan llegado a hacer inciertas afirmaciones sobre el llamado "lenguaje de los insectos" (Warden, Jenkins y Warner, 1940)».

gramáticas de las diferentes lenguas. Los sistemas de signos escriturales no tienen una base innata, pero no son menos complejos.

Es esta capacidad sígnica la que define la naturaleza humana (ROJAS [1983]2000) y la que permite a las personas usar innumerables signos –de diferente materia y forma– en los actos comunicativos. Por eso, ERNST CASSIRER ([1944]1979) sostenía con muy buenas razones que la racionalidad no es el rasgo definitorio de nuestra especie, sino la capacidad de crear signos; por eso decía que, esencialmente, el hombre es un ser sígnico[6] y que la humanidad es inexplicable sin los signos. Estos son tan importantes en la vida humana que san AGUSTÍN (354-430), el obispo de Hipona, decía: «Toda doctrina es o de cosas o de signos, pero las cosas se aprenden por medio de los signos»[7] (AGUSTÍN [389]2003: 148).

Estos marcan, invariablemente, el derrotero de la progresión social. Inciden de tal manera en la evolución de las sociedades humanas que, conforme estas alcanzan un mayor desarrollo, sus atmósferas culturales se van saturando cada vez más de signos[8], objetos también de variación constante.

Con el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, en particular, de la internet, surge la cultura digital, en la que la saturación sígnica es peligrosamente invasiva.

Ahora, en las sociedades modernas, en todas las circunstancias de la vida, se tiene a la vista letreros, pancartas, avisos, semáforos, letreros luminosos, folletos, revistas, periódicos, libros en papel y electrónicos, y cada día son más los que se exponen a la aluvional información de la internet. La gente habla en forma directa, por teléfono fijo y móvil, por radio, a través de la televisión y el cine. Una población numerosa habla más pero no mejor. Escribe cartas, informes, ensayos, obras de ciencia o de literatura, poemas en papel o en forma digital, canta, gesticula, aplaude, silva. Los adictos a las redes sociales escriben más, pero por lo general con un estilo pedestre.

Desde luego, no todo lo que hace la gente para expresarse puede ser considerado como signos. En el ámbito de la semiótica, un signo es un objeto con el que una persona, intencionalmente, hace referencia a otro objeto y expresa el significado de este. Lo que quiere decir que cualquier hecho u objeto no es un signo. Para serlo debe reunir

6 El filósofo CASSIRER utilizaba los términos símbolo y simbólico, en lugar de signo y sígnico. Aquí, desde un punto de vista semiótico, preferimos los segundos, por la generalidad de su significación. Los signos se clasifican en iconos, señales, emblemas y símbolos. De tal manera que los símbolos solo son un tipo de signos.

7 Claro está que AGUSTÍN sabía también que otras cosas pueden ser aprendidas por medio de lo que llamaba «signos naturales» (hoy considerados como indicios y síntomas), que por ser naturales no son intencionales ni convencionales y, por lo tanto, no se adecúan al concepto de signo, propugnado por el propio AGUSTÍN. Pero lo más significativo de este pensamiento es la concepción del mundo perceptible compuesto por signos y cosas no sígnicas. En relación con los signos anota que algunas palabras sirven para hacer referencia a cosas y otras, para referirse a las propias palabras, como nombre, sustantivo, etc. Lo que serviría después para que los lógicos caractericen la lengua objeto y la metalengua y para que los lingüistas identifiquen la dimensión metalingüística del lenguaje.

8 Por milenios, los pueblos fueron desarrollando *«culturas orales»*, en las que toda la organización social y el ejercicio del poder estaban regulados por el uso de signos verbales; después, desde el descubrimiento de la escritura (hace tres mil quinientos años, más o menos), la oralidad fue cediendo espacios ante la prevalencia de los textos, sustentada en la incidencia de estos en una mayor rigurosidad del pensamiento y estabilidad del conocimiento. La imprenta, desde mediados del siglo XVI, impulsó la consolidación de la escritura como el instrumento más adecuado para la expresión del ingenio humano: filosófico, religioso, político, literario y científico, sin límites de tiempo ni de espacio. De esta forma se fueron configurando las nuevas *«culturas escriturales»*. La aparición, en la primera mitad del siglo XX, de la radio, el cine y la televisión, conocidos como medios de comunicación masiva, potenciaron la difusión del habla y la escritura, y caracterizaron la llamada *«cultura mediática»*, en la que los medios alcanzan un prestigio social muy significativo, gracias al poder expansivo que tienen en la propagación de las ideas (ROJAS 1985). Pero, al mismo tiempo tienen un efecto disfuncional, como en el surgimiento de la «era del pospensamiento» (SARTORI 1999), en la que el predominio de las imágenes y del espectáculo reduce la actividad pensante.

A fines del siglo XX, la internet marca el punto de partida de la cultura digital, sustentada en una invasiva tecnología que afecta a toda la sociedad, con consecuencias preocupantes.

las características anotadas. Por eso, no todos los gestos o ademanes son signos. Si una niña se arregla el cabello o un niño que tiene las manos mojadas las sacude para que se escurra el agua, o una dama se sienta con las piernas cruzadas en una sala de espera, o si alguien canta, silva o baila una canción, esas acciones no son signos, porque no hacen referencia a otra realidad. En cambio, una rechifla popular sí es un signo porque con esta se hace referencia a la mala actuación de un personaje. Significa estoy disconforme o indignado con su actuación. También es un signo la colocación del índice sobre los labios cerrados, el índice en posición vertical de abajo hacia arriba, o el icono que representa esta acción, porque hacen referencia a una situación de silencio. Significa mantenerse callado, sin hacer ruido.

Para mayor claridad, también es necesario hacer un deslinde entre signos, indicios y síntomas. Los estoicos estimaban como «señales» los hechos que hoy llamamos indicios y síntomas. El sabio AGUSTÍN ([389]2003: 148) los consideró como «signos naturales» porque le parecía que significaban otra cosa, a pesar de ser producidos sin la intención de significar algo. Según sus propias palabras, «como el humo significa el fuego; la huella de un animal que pasa también pertenece a esta clase y el rostro del irritado o triste significa la afección del ánimo, aun sin quererlo quien está irritado o triste». Por cierto, su reflexión se centró en los que llamó «signos dados», como las banderas, los escudos, los toques de corneta en la guerra, pero dio un tratamiento prioritario a las palabras.

En realidad, los indicios y síntomas no significan ni hacen referencia a otra cosa. Son hechos naturales que mantienen una relación de causa y efecto con los hechos que los producen: no es que el humo signifique fuego, sino que este es el que causa el humo; tal como la alteración funcional de un organismo causa el dolor y el quejido doliente. Si nos atenemos al concepto semiótico de signo, los indicios y los síntomas no son signos. No tienen carácter significante, puesto que los hechos que los generan –como en este caso, el fuego o el organismo afectado– carecen tanto de capacidad semántica como de capacidad referencial, es decir, de capacidad para expresar significados y hacer referencia a otro objeto; por lo cual no pueden ser considerados en la categoría de los signos. Los indicios y síntomas son fenómenos naturales que carecen de intencionalidad, mientras que los signos son objetos culturales intencionalmente creados para la comunicación.

Nada de lo que describen los etólogos (generalmente desinformados acerca de los fundamentos semióticos), como conductas comunicativas de los animales, comporta la producción de signos. Y lo que llaman d*ispositivos, señas o señales,* desde un punto de vista semiótico, no son signos. Las interestimulaciones entre animales se base en estados biológicos o emocionales que se manifiestas de forma natural, mediante emisiones sonoras, emanaciones feromónicas, procesos cromáticos, corrientes de aire, gestos, movimientos corporales o por acciones directas. Todos estos elementos tienen únicamente carácter indicial o sintomático, pero no sígnico.

Sin embargo, algunos estudiosos llegaron a hablar de una zoosemiótica, en la que se trasluce más imaginación que rigor analítico. Pues, si la semiótica es la ciencia general del funcionamiento de los signos en la vida social de los humanos, cómo se puede plantear una zoosemiótica si los animales carecen de capacidad sígnica. Hasta donde se sabe, ninguna especie animal ha sido capaz de crear signos, objetos perceptibles con forma significante, usados para hacer referencia a otro objeto diferente, mediante la expresión del significado de este. Como sí ocurre en la vida humana, en la que tenemos *iconos* (un esquema de maleta referido al objeto maleta y que significa, en los terminales de viaje, lugar donde se entrega o recoge los equipajes), *señales* (un aro matrimonial que hace referencia a una relación de pareja y que significa la unión de dos personas consagrada por Dios) y *símbolos* (por ejemplo, la palabra *«Dios»* con la que, en las sociedades monoteístas, se hace referencia a un ser imperceptible, y está vinculada al significado de ser divino, omnipotente, omnisciente y omnipresente).

En segundo lugar, que los signos permiten a los seres humanos referirse, en un determinado entorno, a hechos ocurridos en escenarios y tiempos diferentes. Es decir, permiten el distanciamiento referencial sin límites espaciales ni temporales. La producción de signos permite el desplazamiento de las personas, respecto a los hechos referidos. Por el contrario, las señales

informativas[9] producidas por los animales son indesligables de tales hechos. Hoy, en cualquier lugar del mundo, se puede hablar y escribir acerca del nazismo hitleriano, del Cusco incaico, de Panini, lingüista del siglo VI a.C., incluso del hombre de Neandertal o del origen de la Vía Láctea. Y, por supuesto, desde un punto de vista prospectivo, de los avances de la genética o de la robótica con 30 o 50 años de anticipación. Y esto es así, porque lo que se comunican los seres humanos son los significados, las representaciones mentales de los hechos, mediante el uso de cualquier tipo de signos. La comunicación no se reduce a ser una simple enunciación acerca de ciertos hechos de un entorno actual. Este aspecto semántico y el desplazamiento referencial que posibilitan los signos, constituyen una ventaja comunicativa incomparable que se manifiesta en la gran variabilidad temática de los procesos comunicativos practicados por todas las sociedades humanas, en diferentes entornos. Los signos no están ligados a los referentes.

En el mundo animal, todas las expresiones supuestamente comunicativas son indesligables de la situación y del momento en que se producen los hechos que las motivan. Un mono chilla ante la presencia de un predador, pero no chilla para referirse a su chillido de ayer o al de mañana. Una leona emite ciertas feromonas cuando está en celo y solo son percibidas en ese momento, pero no emite feromonas para referirse al adelanto o retraso de estado de celo o para incentivar una paternidad responsable. De tal manera que esas manifestaciones carecen de la cualidad de desplazamiento que tienen los signos en relación con los referentes.

En tercer lugar, que aun cuando muchos etólogos admiten que los animales no hablan y expresan su convicción con toda claridad, como SCHMID (1986: 5) que anota al respecto:

> ¡Ojalá supiéramos lo que pasa por las mentes animales! Para los seres humanos es mucho más fácil, pues gracias al lenguaje y a la mímica podemos comunicar a los demás nuestros pensamientos, sentimientos y sensaciones. Sería estupendo que los animales pudieran comunicarse con nosotros igual que nosotros nos comunicamos con nuestros semejantes. ¡Ojalá supieran hablar!

Las palabras de HART ([1996]2013: 25) parecieran, igualmente, convincentes cuando afirma:

> Nadie equipara las danzas de las abejas o incluso los gruñidos de los chimpancés con el lenguaje humano. Nuestro medio de comunicación, sin tener en cuenta la cultura en la cual nos criemos, sobrepasa ampliamente en complejidad y sutileza al de *cualquier animal.*

Sin embargo, no son pocos los que siguen pensando que los animales han desarrollado instrumentos de comunicación homólogos al lenguaje. Incluso, el propio HART, en las últimas palabras citadas (resaltadas en cursiva por nosotros) deja implícita la idea de la existencia de lenguajes animales. Es que, en realidad, piensa que *«las danzas de las abejas», «los gruñidos de los chimpancés»*, *los rugidos de los leones y el canto de las aves,* son *«lenguajes animales»* que solo difieren del lenguaje de los seres humanos por ser menos complejos, sin dejar ser complejos; y que las «diferencias entre el lenguaje humano y el animal son cuantitativas y menores de lo que muchos creen». En tal sentido, afirma:

> No importa cuán elevado sea el lenguaje humano, nosotros nos podemos comunicar con algunos animales. Los grandes simios han aprendido «lenguajes» que se basan en gestos y símbolos. Los loros pueden aprender a pronunciar palabras, e incluso a usarlas para demostrar sus proezas en el aprendizaje. Un agudo «¡No!» tiene un contenido significativo para un perro, y otros muchos animales pueden aprender a responder a gestos manuales; esto recibe el nombre de «entrenamiento».

Si la diferencia entre el lenguaje humano y los llamados «lenguajes animales» fuera cuantitativa o de grado, estos deberían tener, por lo menos, un lexicón y una gramática menos complejos, aunque fueran rudimentarios. Sin embargo, no existe ni un

9 En la teoría general de la información y en la teoría del reflejo, las *señales informativas* solo son ondas vibratorias lumínicas, sonoras, olorosas o eléctricas, que reflejan características físicas de algún objeto. Carecen de significación, puesto que no expresan significados o conocimientos que son entidades estrictamente mentales. En cambio, las *señales*, consideradas en el ámbito semiótico, son objetos significantes o signos que, de forma invariable, expresan significados en cualquier proceso comunicativo. Por consiguiente, no deben ser confundidas con las *señales informativas* con las *señales sígnicas* (o semióticas), que son de uso propiamente humano.

atisbo de esto. Ni de recursividad ni de creatividad. Ningún etólogo ha acreditado algún rasgo que pudiera dar sustento a la supuesta homología. Más adelante ampliamos nuestros cuestionamientos sobre los otros aspectos mencionados. Lo que sí queremos remarcar, aquí, es que los grandes simios sometidos a entrenamiento no aprendieron ninguna lengua, más allá de algunos gruñidos que se parecían a ciertas palabras inglesas. Y el uso de símbolos es muy discutible. Un símbolo es un signo intencional, arbitrario, convencional y sistemático, como las palabras (orales y escriturales) o las luces de un semáforo. Y lo que muchas veces los entrenadores llamaron símbolos, no eran signos y menos símbolos. Solo eran movimientos corporales naturales, como «lo reconoció con toda candidez el único miembro sordo de nacimiento del equipo que trabajaba con [el chimpancé] Washoe», al que se pretendía enseñar el lenguaje de signos americano (o AMESLAN, conocido por la sigla inglesa ASL). Transcribimos a continuación un fragmento de su informe:

> Siempre se estaban quejando de que mi cuaderno no tenía suficientes signos. En cambio, los observadores oyentes entregaban sus cuadernos repletos de signos. Siempre veían más signos que yo. Entonces me puso a observar con los cinco sentidos... Los oyentes registraban como signos en sus cuadernos cada movimiento que hacía el mono. Si el mono se ponía el dedo en la boca, ellos decían «Mira, está haciendo el signo de *bebida*», y entonces le daban un poco de leche... Cuando el mono se rascaba, lo anotaban como el signo de *rascar*... Normalmente cuando [un chimpancé] quiere algo, se estira para cogerlo. Y cuando pasa esto, [los cuidadores] decían a veces: «Mira qué curioso, es exactamente igual que el signo *dame*». Pero no lo era (PINKER [1994]2012: 365).

Evidencias como esta, hacen pensar que en «el campo de la psicología, casi todas las afirmaciones más ambiciosas acerca de las capacidades lingüísticas de los chimpancés pertenecen al pasado» (PINKER [1994]2012: 369). Y es que los biólogos evolucionistas muestran infinitamente que los organismos vivientes solo desarrollan las capacidades que le son necesarias para vivir de forma adecuada en su ecosistema. Eso explica que las diferentes especies animales alcancen una notable agudeza visual, auditiva, olfativa o táctil, que les permite un accionar eficiente en la búsqueda y cacería de sus presas, en la reproducción (indispensable para la perpetuación de la especie) y en la protección de su integridad ante la presencia de los predadores. Capacidades que superan en muchos casos a las humanas y a las que subyace una inteligencia muy afinada para identificar gestos, ademanes y movimientos corporales ligados a estados emocionales. Por eso PINKER ([1994]2012), en la página 25 de su Posdata, considera que

> es un error preguntarse sobre el lenguaje en los «animales», como si hubiera un tipo de gradiente evolutivo, con los humanos en lo más alto y los chimpancés en la categoría inmediatamente inferior. Por el contrario, los animales situados en distintas posiciones en el árbol de la vida fueron desarrollando las capacidades cognitivas y comunicativas que les resulten útiles en sus nichos ecológicos. La especie humana sigue siendo la única que desarrolla de forma natural un sistema comunicativo con una sintaxis y una semántica combinatorias, lo que está en consonancia con nuestra singular ocupación del nicho cognitivo.

LAS DIFERENCIAS CONDUCTUALES ENTRE EL HOMBRE Y LOS ANIMALES ¿SON CUANTITATIVAS O CUALITATIVAS?

Coincidente con las ideas de un gran número de especialistas, HART (2013[1996]: 25-26) llega al convencimiento de que la diferencia entre la comunicación humana y lo que él llama «comunicación animal» es cuantitativa y no cualitativa, es decir, que la diferencia solo es gradual: la primera es más compleja que la segunda, pero en esencia son iguales.

Nos parece poco probable confirmar aserciones como estas. Pues la diferencia del genoma de un chimpancé que, genéticamente, es el más cercano al genoma humano –constituido, según los genetistas, por 30 000 genes (RIDLEY 2003: 37)–, solo difiere de este, de acuerdo con los estudios de ROY BRITTEN (2002, citado por RIDLEY (2003: 37).), en 5% (otros estudiosos afirman que la desigualdad solo llega a 1%). Una diferencia cuantitativa casi insignificante, en relación con la inmensa cantidad de genes iguales. Cantidad diferencial que los primatólogos consideran insuficiente para explicar cuantitativamente la especificidad de la naturaleza

humana. De lo que se colige que la diferencia entre el comportamiento humano y el de los animales es eminentemente cualitativa y no cuantitativa[10]. No es gravitante el número de genes sino la forma y el tiempo en que los promotores son activados o desactivados, así como la variabilidad y la forma en que se vinculan que, desde luego, corresponden a procesos muy particulares en cada especie. Solo así se puede explicar la singularidad del hombre y de cada una de las especies animales. Al respecto, STEVEN PINKER ([1994]2012: 380-381) dice:

> A efectos de la información contenida en el ADN, ese uno por ciento asciende hasta 10 megabytes de información, lo que podría dar cabida a la Gramática Universal, dejando espacio para almacenar las instrucciones necesarias para convertir un chimpancé en un ser humano... En el caso del ADN, es posible que una sola sustitución de aminoácidos modifique la forma de una proteína hasta el punto de alterar por completo su función, cosa que sucede, por ejemplo, en muchas enfermedades genéticas degenerativas. Así pues, los datos sobre las semejanzas genéticas pueden servir para trazar un árbol genealógico de linajes (por ejemplo, para determinar si los gorilas se separaron de un ancestro común al hombre y al chimpancé o si los humanos se separaron de un ancestro común al gorila y al chimpancé), y tal vez incluso para fechar estas separaciones empleando un «reloj molecular». Sin embargo, no nos dicen nada acerca de las posibles semejanzas entre los cerebros y los organismos de especies distintas.

Por estas diferencias genéticas, los monos, los grandes simios, muchos mamíferos y una infinidad de animales de otras especies, nacen con sus sistemas nerviosos completamente desarrollados, con todas sus funciones activadas, por lo que se incorporan muy rápido a la vida gregaria. Un chimpancé consolida todas sus capacidades en el primer año de vida. Esto no ocurre en la especie humana. Al nacer, el cerebro del niño pesa más o menos 350 gr. (que en la adolescencia llegará a su madurez plena, a los 1500 gr. aproximadamente) y las funciones vitales no están activadas en su totalidad, por eso el neonato solo sabe succionar el seno materno, llorar en momentos de incomodidad o insatisfacción y realizar algunos leves movimientos corporales. Deberán pasar algunos días para que sus ojos puedan comenzar a adaptarse a la luz ambiental y sus oídos, percibir algunos ruidos fuertes. Después de algunas semanas puede sujetar con sus manos pequeños objetos livianos, a las 5 semanas comienza a sonreír ante estímulos agradables, a los tres meses la laringe desciende y se ubica en la posición normal: en la parte inferior de la raíz de la lengua[11] (las cuerdas vocales alcanzan su desarrollo adecuado en la adolescencia de los niños de sexo masculino) y

10 En muchos aspectos las diferencias son notables. Aquí solo anotamos algunas: a) los humanos tenemos grupos sanguíneos A, B y O, mientras que los chimpancés sólo tienen A y O, y la sangre de los gorilas es sólo de tipo B; b) Los humanos poseemos tres variantes del gen APOE y los chimpancés sólo una, que en las personas se relaciona con la enfermedad de Alzheimer; y c) en el cromosoma 16 existe una familia de genes «que experimentaron diversas rachas de duplicación en los simios tras haberse separado de la estirpe de los monos hace 25 millones de años. En los seres humanos, las secuencias de cada grupo de estos genes llamados "morpheus" divergieron rápidamente de unos a otros y de los de otros simios –evolucionando a una velocidad de casi veinte veces la normal–. Algunos de estos genes *morpheus* podrían describirse en realidad como genes exclusivamente humanos»; c) el genoma de todos los simios tienen dos cromosomas más que el genoma humano (conformado por 23 pares de cromosomas), ventaja numérica que habría desaparecido cuando «dos cromosomas de tamaño mediano se fusionaron en los antepasados simios de todos los seres humanos para formar el gran cromosoma humano conocido como cromosoma 2», fenómeno que habría «ayudado a crear lo que los evolucionistas denominan delicadamente «aislamiento reproductivo» entre las especies»; y d) de acuerdo con un descubrimiento de AJIT VARKI (1998), el organismo de un ser humano «no fabrica ácido siálico Gc porque carece de la enzima para elaborarlo a partir del ácido siálico Ac. Sin esa enzima, los seres humanos no pueden añadir un átomo de oxígeno a la fórmula Ac. Todos los seres humanos carecen de la enzima, pero todos los simios la poseen». Al respecto, un colega de VARKI, el genetista YUKI TAKAHATA, mediante un estudio de la cantidad de cambios del gen CMAH, estima que el cambio se habría producido en un homínido que vivió hace dos millones quinientos mil o tres millones de años; y que por tal razón podría ser considerado como un antepasado directo de todos los humanos que vivimos hoy (RIDLEY 2003: 37-40).

11 Lieberman y sus colaboradores proporcionan importante información acerca de que esta posición de habría fijado en el *Homo sapiens*, hace aproximadamente 200 000 años.
Estos autores sostienen que todas las especies anteriores al *Homo sapiens*, incluidos los Neandertales, tenían un tubo respiratorio ordinario con un espacio muy reducido para la articulación de vocales. Según Lieberman, el lenguaje anterior al *Homo sapiens* debía ser muy rudimentario (Citado por PINKER 2012[1994]: 384).

solo después de diez meses comienza a ponerse de pie y producir, después de un período de balbuceo, algunos vocablos simples. Hasta entonces no comprende nada, ni las palabras de su madre. Solo es capaz de identificar las unidades tonales afectivas o altisonantes[12] de tales mensajes. Estímulos ante los que reacciona con una sonrisa de satisfacción o un llanto, respectivamente. Estas y otras habilidades las va desarrollando bajo el cuidado atento de la madre.

Las funciones corticales superiores, como las que corresponden a las emociones, la atención, la cognición, la memoria, el pensamiento y el lenguaje, se desarrollan básicamente durante los años de la infancia. Etapa en la que el pensamiento es predominantemente práctico. Y el desarrollo cognitivo evoluciona, según PIAGET (1990), en cuatro períodos constructivos, en una secuencia fija, en todos los niños del mundo: a) sensoriomotor (de 0 a 2 años), b) preoperacional (de 2 a 7 años), c) de operaciones concretas (de 7 a 12 años) y d) de operaciones formales (de 12 hacia adelante). Las edades y períodos son referenciales. No todos los niños evolucionan en fechas y períodos cronológicos homogéneos. De tal manera que el desigual desarrollo funcional del cerebro humano y el de los animales, no es atribuible a cuestiones numéricas, sino a las diferencias cualitativas filogenéticas y ontogenéticas. Y si el cerebro es el que regula el comportamiento tanto en los humanos como en los animales, las diferencias conductuales de unos y otros también son cualitativas.

¿COMPRENDEN LOS ANIMALES ENUNCIADOS VERBALES?

Desde tiempos inmemoriales se sabe que el lenguaje es el instrumento comunicativo que revela de forma inequívoca la condición humana. Y después que los lingüistas lo caracterizaran por sus rasgos de innatitud, universalidad, carácter sígnico, dualidad articulatoria, convencionalidad (que presupone la arbitrariedad) y sistematicidad, se llegaba a la certeza de que la supuesta comunicación de los animales no podría ser en ningún caso de naturaleza verbal, ni entre los miembros de una especie ni con las personas. Los imaginados lenguajes de los animales distan mucho de la naturaleza fónica, gramatical y semántica del instrumento vocálico usado por las personas para comunicarse. Y la «comunicación no verbal» atribuida a los animales, requiere un análisis más detenido.

Por ejemplo, el hecho de que algunos animales reaccionen aparentemente ante ciertas órdenes o consignas verbales, como ante un ¡No! rotundo, no implica la identificación de las estructuras fonológicas ni la comprensión semántica de tales mensajes. Las cadenas sonoras producidas por loros y cuervos, parecidas a las emisiones verbales, solo son imitaciones de los mensajes de su amaestrador, como podría imitar cualquier anglófono algún mensaje shipibo, chino o náhuatl, sin saber lo que está diciendo. En cambio, los seres humanos no solo identifican los fonos y las entonaciones de su lengua sino, además, los distinguen nítidamente de las cadenas fónicas de otras lenguas, lo que implica un dominio fonológico y fonotáctico muy especializados.

Un hecho importante que se soslaya, a menudo, en la observación de la conducta de los animales domésticos, en los actos considerados como comunicativos, es la forma en que actúa el emisor de los mensajes verbales. Actuación en la que se puede distinguir dos aspectos expresivos: los movimientos corporales (gestos y ademanes) y los enunciados verbales (entidades léxicas y entonación). Una observación atenta de cada uno de estos factores permite ver cuál de estos tiene una real incidencia en la reacción de los animales.

En un primer momento, se puede comprobar que los animales reaccionan ante las unidades tonales de los enunciados que, al mismo tiempo, van acompañadas de ciertos ademanes y gestos faciales, correspondientes a diferentes estados emocionales: afectivo, impositivo, dubitativo o agresivo de sus dueños, pero no ante la simple enunciación de palabras. Si a la mascota que tenemos en la casa, una perrita schnauzer albina, a la que llamamos Aria, le digo: *«¡Ven!»* repetidas veces, en tono alto y actitud afectiva, no se acerca; por el contrario, se aleja y se dispone a ladrar agresivamente. Pero la palabra «¡Ven!», podría ser reemplazada por *«¡Aria!»*, *«¡Perra!»* o *«¡Linda!»*, y su reacción será la misma. En otro momento, si le digo: *«Vete, vete, vete»*, en tono y actitud amables, reacciona acercándose. Lo que muestra que no comprende las palabras y que solo reacciona ante la percepción sincrética del tono de voz y los gestos

12 Facultad que también se observa en algunas especies animales. Lo que hace suponer, desde un punto de vista evolucionista, un pasado común que se remonta tal vez hasta los mamíferos.

del emisor. Incluso, reacciona del mismo modo ante las mismas actitudes y ademanes, aunque no le diga ninguna palabra. En otras circunstancias, se altera emocionalmente: corre salta y ladra, en forma reiterada, con sonidos agudos, cuando escucha las explosiones de los fuegos artificiales –distantes de la casa–, que iluminan el cielo de Trujillo en la noche de Navidad.

Mi sobrino Carlos tenía un perro grande y estaba convencido que este sí comprendía lo que él le decía. Para demostrarlo, un día, estando de pie en la sala de su casa, le dijo en tono de orden: *«¡La gata!»*, al tiempo que giraba ligeramente el cuerpo y el brazo derecho con la mano extendida, en cierta dirección. El perro de inmediato se dirigió a oletear y rascar debajo del sofá, después de unos minutos, se recostó al costado del mueble, donde nos habíamos sentado mi sobrino y yo. Unos minutos después, le pedí a él que, sin pararse ni hacer ningún ademán, repitiera la consigna. Aunque lo hizo varias veces, el perro no se movió. Carlos se quedó convencido de que su inteligente perro no entendía sus palabras y yo, entristecido por haber destruido la ilusión que él tenía.

Al respecto, es interesante recordar el caso célebre del caballo Hans «el sabio» –recogido en muchos textos (Ver, por ejemplo, HART 2013 [1996]: 29-30)– cuyo propietario y amaestrador, WILHELM VON OSTEN, lo presentaba como el animal más inteligente de la Tierra, porque, según él, comprendía la lengua alemana, leía y hasta resolvía operaciones aritméticas sin ningún error. Capacidades, científicamente, improbables en el reino animal. En las principales ciudades de Alemania, a comienzos del siglo veinte, eran tan impresionantes las «demostraciones» intelectuales de este animal que, debido a las dudas que iban surgiendo sobre sus publicitadas facultades, una comisión de expertos lo evaluó y llegó a confirmar, ante el asombro de los científicos, la excepcional inteligencia de Hans. En los lugares de exhibición, el señor OSTEN se colocaba delante del caballo y le pedía realizar una operación aritmética, verbigracia: tres por nueve. Y el caballo daba veintisiete golpes en el suelo con una pata delantera.



Fig. 1. El caballo Hans en una de sus exhibiciones (Foto tomada de https://es.wikipedia.org/wiki/Clever_Hans)

El misterio fue develado por un sicólogo acucioso, al poner al descubierto el recurso emocional que motivaba las aparentes proezas del equino. Observó que este daba coces y detenía el movimiento de su pata estimulado por los gestos amables o satisfactorios de su dueño. Pues, como se suele decir: «el alma se refleja en el semblante». En este caso, la actitud complaciente de OSTEN relucía en su rostro en forma inconsciente[13], en el momento en que el número de coces correspondía a la respuesta esperada. De este modo, quedó confirmado que Hans no entendía la lengua alemana ni era sabio.

Desde luego, ningún animal puede comprender mensajes verbales de ninguna lengua del mundo, ni siquiera identificarlos acústicamente, porque su capacidad auditiva carece de especialización para la percepción de los fonos o sonidos del lenguaje. En cambio, en el cerebro humano hay redes neuronales y un área citoarquitectural, la 42, especializadas en esa función. Los animales únicamente pueden percibir –como lo hemos anotado– ciertas unidades tonales o entonaciones, igual que los niños hasta antes del desarrollo

13 Estas expresiones emocionales inconscientes son naturales y no intencionales. Basta observar la reacción de una persona a la que se le invita un pastel o un guiso apetitoso. Se verá de inmediato que en su rostro se refleja un estado de satisfacción, en forma inconsciente, sin que tenga una intención comunicativa. Por el contrario, se podrá observar un rostro de insatisfacción o incomodidad cuando una persona se encuentra ante otra persona que le es antipática. A la señora Nadine de Humala se le nota disgustada cuando los periodistas le preguntan por las cuentas millonarias en dólares, registradas en sus agendas, aun cuando ella pretende mostrarse serena. Pareciera que su estabilidad emocional es muy frágil. Fue muy notable el desplante que le hizo a su complaciente esposo en una ceremonia llevada a cabo en el Palacio de Gobierno, sin que ella tuviera la intención de informar a las demás personas acerca del incidente.

de su lengua materna. Y como los significados humanos se estructuran y evolucionan en relación directa con las experiencias culturales de cada persona, tampoco es posible que ni el animal más inteligente pudiera poseerlos, por no formar parte de una cultura humana. De tal manera que es imposible una comunicación verbal entre personas y animales. Pero lo que no se puede negar es el establecimiento de relaciones entre ambos, en la forma de interestimulaciones gestuales o de movimientos corporales, esto es, mediante señales informativas que caracterizan procesos de transmisión, pero no, de comunicación.

En las palabras de HART y de muchos de sus colegas (también de algunos lingüistas, sociólogos y teóricos de la comunicación), se puede advertir que la persistencia en mostrar una facultad lingüística y comunicativa en los animales, se origina en la simplificación de las cualidades del comportamiento humano, como acabamos de ver y, en consecuencia, en la poca atención que se presta a los rasgos esenciales que posibilitan la comunicación de las personas y que rebasan los modelos reduccionistas, en los que se considera únicamente los aspectos materiales y elementales de esta.

LA INTERACCIÓN Y SU DIVERSIDAD

La visión etológica que examinamos fue reforzada en la primera mitad del siglo XX por la visión mecanicista del conductismo y, como vemos, tiene fuertes repercusiones hasta la actualidad. Se insistió por entonces en que la comunicación era básicamente un proceso interactivo, común en la conducta humana y en la de los animales. Percepción superficial que derivó en la creencia de que la comunicación es un fenómeno omnipresente en la vida de las sociedades humanas y animales. Sobre esta suposición, se entendió, por consiguiente, que toda interacción implicaba un proceso comunicativo. De lo que resultó inevitable la inferencia de que toda relación de estímulo y respuesta también es comunicativa o que la comunicación es un simple encadenamiento de estímulos y respuestas (BLOOMFIELD [1933]1964, BERLO [1960]1975).

Igualmente, en este caso, tampoco se estudió con el detenimiento requerido las características de una interacción –siendo esta, como se presuponía, un aspecto fundamental de la comunicación–, ni de las formas diversas en que se manifiesta. Por lo que tales concepciones son muy genéricas y cuestionables, como tratamos de mostrar a continuación.

En términos generales, una interacción es un acto en el que los seres sensibles actúan uno sobre el otro, en simultáneo o alternativamente, o realizan acciones mediante las cuales afectan sus comportamientos el uno al otro en forma recíproca. Si la relación no es recíproca, no es interactiva. Y, por cierto, los actos interactivos no son homogéneos. Por lo menos, son de tres tipos diferentes:

a. *Interacción ejecutiva o práctica*, en la cual las acciones físicas, carentes de función significante, afectan el comportamiento de los sujetos. Por ejemplo, una pelea de gallos, un intercambio de codazos entre dos futbolistas, mordisco por mordisco en una pelea de perros.

b. *Interacción emotiva o afectiva,* cuando dos seres sensibles, al percibir ciertos gestos faciales o movimientos corporales (no significantes), advierten el estado de ánimo el uno del otro. Por lo general, se infiere que una persona es franca cuando, al hablar, mira los ajos de su interlocutor, en forma natural.

c. *Interacción sígnica,* cuando las personas actúan sobre la mente de sus interlocutores, en forma recíproca, mediante el uso de signos, como en los diálogos.

Para más detalles sobre esta tipología de interacciones, se puede ver Rojas (2015).

Podemos resaltar entonces a) que la interacción no es un hecho único y homogéneo, b) que no toda interacción es comunicativa, c) que las únicas interacciones comunicativas son las *sígnicas* y d) que no todo proceso comunicativo es interactivo.

En las especies animales solo funcionan las interestimulaciones o interacciones *prácticas* y *emotivas* caracterizadas por el flujo de señales informativas, que no son de índole significante. Mientras que, en las relaciones humanas, además de las interacciones prácticas y emotivas, las relaciones se sustentan principalmente en el uso intencional y consciente de signos, sean estos iconos, señales, emblemas o símbolos; ya fijos o ya en movimiento, cromáticos o sonoros, verbales o escriturales, en forma directa o mediada.

NO TODO ES INTERACTIVO

Por lo visto, la comunicación no siempre es interactiva. Solo la comunicación dialogada, directa o indirecta es interactiva. La comunicación radial, televisa y cinematográfica no es dialogada. La comunicación escritural masiva tampoco lo es[14]. En general, la comunicación mediática no es dialogada es simplemente unidireccional. Las empresas de los medios y sus portavoces no dialogan con la audiencia ni con la masa lectora. Solo miden la eficacia de sus mensajes por el *rating* y por la cantidad de ejemplares vendidos. Pero de todos modos la comunicación se establece entre los autores de los mensajes y los destinatarios.

A comienzos de la segunda mitad del siglo pasado, se afirmaba que la comunicación mediática por ser unidireccional y no dialogada, no era *comunicativa* sino simplemente *informativa,* sin tomar en cuenta el concepto general de la información y como si la simple direccionalidad del mensaje determinara lo esencial de un acto comunicativo. Cuando leemos un libro de ciencia o de literatura, los autores se comunican con nosotros y aunque no sea posible dialogar con ellos, sí comprendemos los significados del texto, disfrutamos de la lectura y hasta podemos recrear mentalmente el mundo que nos describen. Por lo que la comunicación no tiene que ser necesariamente interactiva.

Para evitar estas desinteligencias, basta entender que la comunicación es multiforme: directa e indirecta, bidireccional y unidireccional, verbal y escritural, etc.

NO TODO ES COMUNICACIÓN

Para desenmarañar las antiquísimas percepciones humanizadas de los animales y las imprecisiones conceptuales de los procesos informativos, tal vez lo aconsejable sea revisar, en primer lugar, aunque solo fuese en forma abreviada, las características específicas de lo que llamamos *«información», «transmisión»* y *«comunicación»*, a fin de saber con precisión, de acuerdo con los fundamentos de la teoría de comunicación y los aportes de las neurociencias, cuáles son las realidades a las que hacen referencia cada una de esas denominaciones, en forma específica. Esta es una tarea ineludible, puesto que dichos términos han devenido en polisémicos por la diversidad o vaguedad del uso en diferentes disciplinas, y hasta en sinónimos, en particular en la etología, joven ciencia que estudia la capacidad cognitiva de los animales, vinculada con sus comportamientos.

INFORMACIÓN Y PROCESOS INFORMATIVOS

En el ámbito de la teoría general de la información, se entiende que *«informar»* es dar a conocer o permitir que se conozca algo, y que esta cualidad es inherente a la materia. Esto significa que toda materia viviente o no viviente, tiene la capacidad de dar a conocer o permitir que se conozca algo de sí. Asimismo, que tanto el acto como el efecto de dar a conocer algo se llama *«información»*[15]. Sin embargo, es necesario puntualizar que esa capacidad universal no se desarrolla por igual en toda la materia. Así, la *materia no viviente* solo tiene la capacidad de dar a conocer algo de su realidad, es decir, de *proporcionar* información de sí, pero no de *obtener* información de otro objeto. Por ejemplo, una piedra o un trozo de metal, por simples procesos de reflejo, esto es, de irradiación de *«señales informativas»* (en este caso lumínicas) da a conocer sus cualidades: color, tamaño, forma, ubicación; pero carece de la capacidad de obtener información ni siquiera de su entorno más cercano.

En cambio, la *materia viviente* por estar dotada de sensibilidad (o irritabilidad, como la llaman los biólogos), además de proporcionar información también puede obtenerla. Las plantas proporcionan información de su aspecto externo por medio de señales informativas, y los tropismos

14 Las breves intervenciones telefónicas de algunos oyentes o televidentes, en ciertos programas es, cuantitativamente, insignificante en relación con la abrumadora mayoría de destinatarios que se mantiene en el anonimato de la audiencia masiva. En la comunicación escritural masiva, la unidireccionalidad es aún más marcada, lo que reduce al mínimo la posibilidad de una interactividad dialogada.

15 En la teoría matemática de la información (TMI), SHANNON la entiende como una realidad opuesta a la entropía, caos o casualidad, «la información es reducción de incertidumbre que introduce alguna estructura o predictibilidad en un ambiente de elección [fuente de información]... La incertidumbre es información potencial, siendo el tiempo el tiempo el que determina que la incertidumbre como información potencial se transforme en información actual» (Ver BALBUENA 1991: 756, ROJAS 2000: 77)

(fototropismo, geotropismo, heliotropismo, etc.) manifiestan su máxima capacidad de obtener información del medio ambiente. Las plantas insectívoras desarrollan sofisticados sistemas sensoriales para la captura de sus presas, pero no poseen ningún mecanismo comunicativo; lo que evidencia que la vida no comporta comunicación, aunque sí información. Siendo así, lo apropiado es afirmar que donde hay materia hay información (pero no necesariamente comunicación). De lo que se puede concluir que la información es omnipresente, pero no la comunicación. Igualmente, que la vida es inexplicable sin la información. Si no tuviésemos información de nuestra hambre o sed, no comeríamos ni beberíamos las sustancias apropiadas en el momento oportuno y, en consecuencia, moriríamos por inanición o por deshidratación. Si algunos animales machos no percibieran el olor que emiten las hembras en celo, no copularían y las especies se extinguirían. Y, siguiendo a GEORGES MOUNIN (1969), veamos por qué no todo es comunicación.

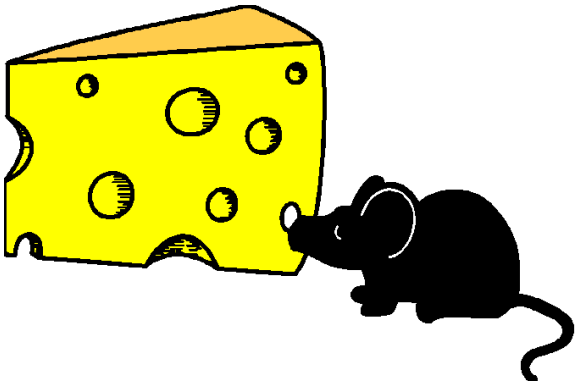


Fig. 2. El queso proporciona información. El ratón la percibe (o la obtiene) y también proporciona información que no puede ser obtenida por el queso, por cuanto carece de órganos sensoriales. Imagen tomada de elblogimetro.blogspot.com

La información y la comunicación son procesos que no se implican siempre y menos se identifican, Pues, si bien la comunicación siempre es informativa, no siempre la información es comunicativa; por lo que deben ser elucidadas en forma adecuada, a fin de evitar las ya habituales imprecisiones conceptuales.

TRANSMISIÓN

Recalquemos que toda la materia viviente puede proporcionar y obtener información, pero no toda transferencia de información es necesariamente comunicativa. Desde este punto de vista, sería preocupante si alguien pensara que una piedra se comunica con un animal o con una persona, solo sobre la base de señales informativas.

Ya hemos visto que un proceso informativo surge a partir de las características de cada objeto: color, forma, tamaño, ubicación, movimiento y rasgos fisonómicos que, en conjunto constituyen la diversidad informativa de cada objeto, y que inciden en su individualidad específica. Dichas cualidades son irradiadas mediante haces de señales informativas –sean estas vibraciones sonoras, lumínicas, olorosas, táctiles o eléctricas– y percibidas por algún organismo dotado de capacidades perceptivas. En un proceso de esta clase intervienen:

- Un «organismo A» que tiene la cualidad de irradiar sus características (proporcionar información).
- Un conjunto de haces de señales informativas que corresponde a las diferentes características del «organismo A» (irradiador).
- Un «organismo B» capaz de percibir, de obtener, las dispares señales informativas del «organismo A».

A un proceso informativo de estas características, en el campo de la física y de la ingeniería electrónica, se le denomina con toda propiedad «*transmisión*»[16] (y no comunicación). En pocas palabras, la transmisión es un proceso caracterizado por un flujo de señales informativas que se desplazan de una máquina a otra o de un objeto[17] a otro. Por ejemplo, la información que es transferida de una laptop a otra se hace mediante señales informativas eléctricas, carentes de intencionalidad y de significados, que se desplazan a través de un cable (Fig. 1), pero también en forma inhalámbrica.

16 A partir de la teoría matemática de la *información* de Shannon (1949) que se publicó bajo el nombre de teoría matemática de la *comunicación*, con la intención de ampliar su difusión, se comenzó a usar este término como equivalente de transmisión, con la consiguiente confusión entre dos procesos informativos dispares.

17 La palabra objeto es usada en sentido amplio, para denotar cualquier entidad orgánica o no orgánica.

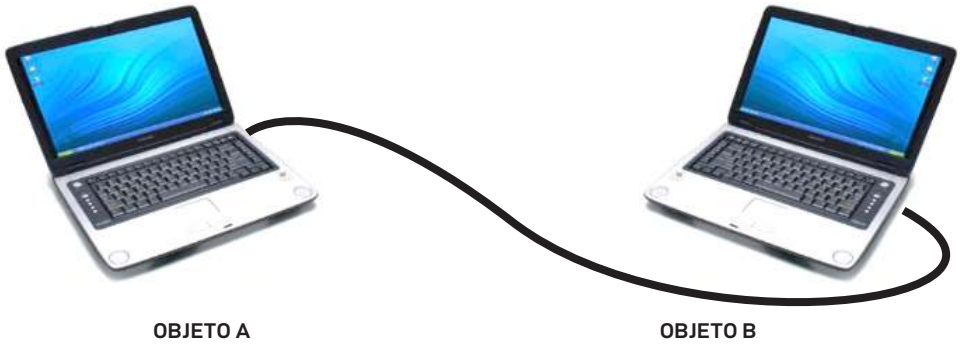


Fig. 3. Proceso de transmisión, en el que la información de la laptop A fluye mediante señales eléctricas a la laptop B través de un cable. Tomado de secu56wikispaces

En el reino animal, las relaciones entre los miembros de una especie y de estos con los de otras especies, se establecen por procesos muy parecidos. Se caracterizan por el reflejo de señales informativas de diversa índole, que corresponden a sus distintas características físicas y emocionales, que son transferidas de uno a otro individuo y reconocidas por experiencias múltiples. La irradiación de señales informativas es un proceso natural, que nadie puede controlar conscientemente.

Por ejemplo, un polluelo jamás habría tenido el deseo de facilitarle información a un ave de rapiña. Y más bien al advertir la presencia de esta, trataría de alejarse y refugiarse lo más rápido posible, piando intensamente. Sonidos que corresponderían a su natural estado de miedo, sin la voluntad de pedir auxilio ni de alertar a nadie. Imaginemos que una niña al voltear una esquina se encuentra con un hombre disfrazado de diablo. Con toda seguridad lanzaría un chillido espantoso. En este caso también sin ninguna intención comunicativa. Solo sería un grito incontrolado de pánico. Aunque algunas personas que estuvieran cerca al escenario, por experiencias previas, lo asociaran a un evento alarmante y acudieran de inmediato a tratar de protegerla y calmarla, en un gesto de solidaridad. En principio, en el caso del polluelo y en el de la niña, se habría tratado naturalmente de un *proceso transmisivo*: un organismo irradiador de señales informativas –sean lumínicas o sonoras inarticuladas– que son percibidas por otro organismo u otros organismos.

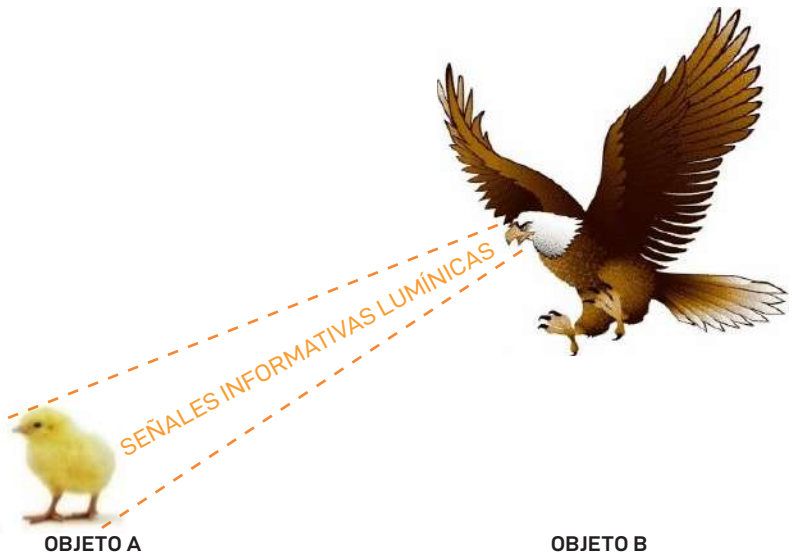


Fig. 4. Proceso transmisivo entre aves. Imágenes tomadas de migrimorio. blogspot.com y www.puroscuentos.com.ar

Algo parecido ocurre en las relaciones de apareamientos de algunas especies animales. La luciérnaga hembra cuando está en celo emite destellos intermitentes de luz fosforescente y un olor particular, a lo que la luciérnaga macho reacciona produciendo señales propias del apareamiento (HART [1996]2013: 23-24). En este caso, no hay ningún deseo comunicativo ni intención seductora. Se trata simplemente de estímulos y respuestas naturales mediante señales informativas, propias de un estado biológico. Una luciérnaga hembra, en estado de celo, jamás podría evitar la emisión de destellos de luz y de las feromonas específicas. Por igual, una mariposa cecropia hembra en celo produce unas emanaciones olorosas (señales informativas) que pueden ser percibidas por uno o más machos que para ubicarla pueden realizar largos vuelos. Una cecropia macho ubicada a tres millas de distancia (aproximadamente cuatro mil ochocientos metros), puede recorrerlas siguiendo la dirección de las feromonas hasta encontrar a la hembra y copularla (RAU Y RAU 1929, citados por LEONARD CARMICHAEL 1963).

En todos los casos anotados: el piar del polluelo, el chillido de la niña, los destellos lumínicos o las feromonas, no son «llamadas» o «señales de seducción», como se dice en los tratados de etología que humanizan a los animales. Son nada más señales informativas naturales que no responden a ninguna intención comunicativa ni menos a un deseo específico. Al entrar en celo la luciérnaga hembra o la cecropia hembra, invariablemente, emitirán las señales lumínicas y feromonas correspondientes, sin que puedan hacer algo por evitarlas. Dichas señales incitan la sexualidad de los machos que acuden a copularlas. No es diferente el siguiente caso en que «el cercopiteco o mono verde (*Cercophitecus aethiops*), por ejemplo, emite una llamada cuando descubre una serpiente y otra diferente cuando ve un águila» (HART [1996]2013: 25). Esto recuerda que los ladridos de un perro cuando tiene hambre son diferentes a los que produce cuando tiene miedo o cuando agrede. En estos casos, los sonidos que producen el mono y el perro no son elegidos por estos. Simplemente son señales informativas sonoras que corresponden a distintos estados emocionales. Por eso, siempre ante la presencia de una serpiente los sonidos del mono serán iguales. Ante igual estímulo igual respuesta. Por lo cual se puede afirmar que los comportamientos observados solo configuran *procesos de transmisión* basados en el flujo de señales informativas naturales.

Acerca de las llamadas estrategias de *«engaño»* que practican algunas especies, Al respecto, FRANS DE VAAL (Citado por HAUSER 2002: 221), que tiene una larga experiencia en el estudio de chimpancés, anota lo siguiente:

> Una hembra adolescente, Oor, solía gritar en vos particularmente alta al final de sus apareamientos. Sin embargo, cuando ya era adulta, todavía gritaba al final de sus sesiones de apareamiento con el macho alfa, pero no durante sus «citas». Durante una «cita», ella adoptaba las expresiones faciales que acompañan al grito... y profería una especie de grito silencioso.

De esta manera, Oor evita la presencia de algún intruso y sobre todo del macho alfa; asimismo, el riesgo de su integridad. Esta conducta es habitual entre los grandes simios y algunas otras especies animales (HAUSER 2002: 201-239), y por lo general, está vinculada a la consecución de alimentos o a la conservación de la vida. Otro caso interesante es el del chorlitejo culirrojo que

> anida en costas arenosas, expuestas a los depredadores. El ave parda y blanca se acurruca perfectamente camuflada entre la hierba seca y las piedrecitas grises. Si nos encontramos con una hembra que esté incubando sus huevos, seremos testigos de un sorprendente espectáculo. En lugar de quedarse inmóvil o huir despavorida, el chorlitejo hembra se alejará relativamente despacio, arrastrando un ala, como si estuviera rota y no fuera capaz de volar. Si aceleramos el paso y la seguimos –como haría un mapache hambriento–, el ave se mantendría a la distancia suficiente para evitar la captura alejando al intruso del nido. Si regresamos al nido, la hembra se moverá en círculos y cojeará más lastimosamente. Por último, cuando la hembra haya llevado al intruso a una distancia considerable, se levantará como el ave fénix, y entonces se echará a volar súbitamente recuperada (HART [1996]2013: 22-23).

El uso de supuestas herramientas de engaño por algunas especies animales alienta más dudas que certidumbres. Hasta la fecha no existe prueba alguna de que los chorlitos usen algo semejante a la representación del daño fingido para engañar a otros chorlitos. De hecho, no existe prueba alguna de que los chorlitos engañen en cualquier otro contexto que no sean las situaciones de amenaza (Hauser 2002: 227-228).

Ahora bien, la supuesta intención simuladora que le permite atraer al intruso y obtener cierta ventaja en la conservación de sus huevos y de su vida, implicaría que dicho rasgo conductual habría sido interpretado en forma apropiada por el probable intruso que no la agrede al verla indefensa. De ser así, se trataría de una actitud ética, de origen genético, compartida por varias especies, como el chimpancé que aparenta cojear cuando está al alcance de la vista del chimpancé que le causó una herida (HART [1996]2013: 25-26). Conducta, cuya interpretación adecuada requiere tal vez más investigaciones. Pues aunque –como dice HAUSER (2002: 289-341)–: «Algunos autores piensan que los animales experimentan emociones morales, y sienten culpa, vergüenza y embarazo» nadie, hasta ahora, ha probado tales ideas. lo cual es poco probable porque: «Para experimentar las emociones morales, uno debe tener conciencia de sí mismo». Los estudios evidencian más bien que carecen de conciencia, de la «capacidad de atribuir estados mentales a otros», del sentido de altruismo, de justicia y de violación de las normas. Por el contrario, afirma HAUSER (2002: 338):

> Entre las culturas humanas, las emociones morales son universales. Ser humano es tener emociones humanas. Sin embargo, nosotros no sólo las tenemos, sino que también les damos valor. La culpa y la vergüenza están asociadas a hacer algo malo, violar una norma. Mostrar compasión hacia alguien que sido maltratado o privado de sus derechos se ve como un acto positivo, hacer algo correcto. La investigación con animales por tanto debe establecer que los animales tienen emociones morales y las contemplan en el contexto de lo correcto y lo incorrecto.

Pero si nos alejamos del debate sobre las prácticas morales de los animales y nos atenemos únicamente al aspecto informativo tenemos que pensar que la información que obtiene el chorlitejo culirrojo hembra del intruso y la que le proporciona a este, se sustenta únicamente en el flujo de señales informativas y que las conductas anotadas solo revelan procesos *transmisivos* y no *comunicativos*.

En síntesis, en ambientes naturales, los animales interactúan entre sí en forma práctica o emotiva a través de estímulos y respuestas, esto es, mediante procesos transmisivos, que se sustentan en el uso exclusivo de señales informativas, constituidas por vibraciones cromáticas, olfativas, táctiles o sonoras –es decir, por reflejos que corresponden a las características de los estímulos–, las que, al incidir sobre un organismo perceptor, provocan determinadas reacciones en este. Con esto queremos remarcar que los animales solo se transmiten información potencial; lo que es muy natural, porque las relaciones interindividuales en las sociedades animales no requieren otros instrumentos informativos, como los que ha creado el hombre, conformados por signos y que responden, más que a necesidades vitales, a requerimientos culturales tan complejos como los que caracterizan a las sociedades humanas modernas. Por lo tanto, hablar de lenguaje de los animales o de comunicación entre estos, son solo expresiones con sentido figurado, propias de las fábulas, pero no afirmaciones sobre la realidad que interesa a los científicos.

Con una visión evolucionista, LEONARD CARMICHAEL ([1963]1974: 14-15), de la National Geographic Society, observando la reacción de los animales –desde las amebas hasta los vertebrados– ante determinados estímulos, decía:

> En muchos casos la interestimulación y la repuesta de tales organismos puede ser percibida por un observador externo, comprendiendo lo que pudiera llamarse la transmisión de los tipos de información de organismo en organismo, tipos en principio muy simples y que luego se hacen más y más complejos. Esta información, transmitida por señales, puede indicar inicialmente la mera presencia o ausencia de otros individuos. Posteriormente esta primitiva forma de comunicación puede comprender tales cuestiones como la dirección del movimiento espacial en un sentido casi tropístico, determinada en individuos por el cambio de lugar de otros individuos próximos a ellos. A medida que la evolución progresa aún más adelante, son transmitidas de organismo a organismo unidades de información más y más especializadas y complejas que poseen significado dentro de la vida biológica de los individuos. Muchas veces también, estímulos procedentes del entorno no vivo, afectan y modifican tal estimulación social. La obra clásica de K. von Frish (1923) sobre las actividades motoras especializadas de las abejas obreras, por cuyo medio pueden transmitir a otros miembros de la colmena la información reciente de la localización de



Fig. 5. Proceso informativo de transmisión



Fig. 6. Diagrama conductista de un proceso informativo de comunicación

> provisiones de néctar o polen[18], puede servir como ejemplo de la transmisión social de informaciones relativamente complejas en insectos que viven en comunidad. Del mismo modo, hormigas, termitas y muchas otras clases de insectos, proporcionan ejemplos de interestimulaciones sociales y respuestas biológicamente importantes para estos organismos y que comprenden lo que se puede llamar «comunicación de información».

Es interesante observar que CARMICHAEL habla con toda propiedad de *«transmisión*[19] de tipos de información» entre los diferentes organismos no humanos, por medio de *señales* (informativas) y no de *signos*. Por cierto, hay varios tipos de información de acuerdo con la naturaleza de las señales, que pueden ser –según anotamos antes– sonoras, táctiles, olorosas y cromáticas. Y aun cuando en la última línea de la cita dice que tales procesos podrían ser considerados dentro de la categoría de «comunicación de información. Se puede advertir que hay una intención concesiva en el uso del término «comunicación», pero también muy cuidadosa, al agregar la frase especificativa «de información», para remarcar que se trata solo de señales informativas y no de signos, que son propios de la comunicación (como veremos luego). Más adelante expresa su desacuerdo sobre las afirmaciones de algunos estudiosos acerca de los «lenguajes de insectos». Pareciera que, desde entonces, estas ideas no han sido advertidas por buena parte de los especialistas.

Transmitir no es comunicar

Unos hechos externos a la etología que no pueden ser soslayados, en relación con la difundida identificación de ambos procesos, son la expansión de la radio y la televisión que puso de moda el tema de la comunicación, sin una conceptuación apropiada. Luego, la aparición de las nuevas tecnologías digitales y de la nanotecnología, la han potenciado más. Por otro lado, la similitud que presenta la esquematización de los procesos transmisivos: objeto A – señales informativas – objeto B (Fig. 5), con los elementos objetivos del modelo conductista de la comunicación: emisor – mensaje – receptor[20] (Fig. 6), conceptuados en términos muy genéricos, han contribuido en buena medida a la confusión de *transmisión* con *comunicación*.

La percepción superficial de estos procesos, representados por diagramas tan sencillos, impidió por mucho tiempo ahondar el análisis sobre la especificidad de cada uno. Y más bien se tendió a ocultarla mediante un recurso de generalización inapropiado. Se entendió que

18 Las investigaciones realizadas en las últimas décadas revelan que las llamadas danzas de las abejas obreras no son determinantes en los procesos informativos de estas sobre la ubicación de las fuentes de néctar o polen, como pensaba K. VON FRISH. En realidad, las abejas melíferas transmiten información no por la vía visual sino táctil. Cuando una abaja obrera encuentra alguna fuente de néctar se alimenta y en el vuelo de retorno a la colmena realiza una serie de desplazamientos muy regulares, como si fuera una danza ritual. Pero se ha podido comprobar que las danzas no son informativas, porque las abejas que se encuentran en las celdillas de la colmena no pueden verlas. La información es eólica, producida por el aleteo y las contorsiones del vientre. Las abejas que están cercanas perciben por la vía táctil la intensidad de las corrientes de aire que guardan relación la ubicación de la fuente de néctar (Hart [1996]2013: 38-43).

19 «Transmisión» es un término que en el lenguaje coloquial se usa como sinónimo de «comunicación». En el ámbito académico tiene un uso especializado, que precisamos más adelante.

20 Que tiene su antecedente en el modelo retórico de Aristóteles: orador – discurso – audiencia

toda relación entre un organismo productor de algún tipo de estímulo y otro organismo afectado por el estímulo, constituía de hecho un proceso de comunicación, sin tener en cuenta la naturaleza de los organismos ni del estímulo. Una propuesta tan simple como esta se difundió y popularizó velozmente en todos los campos del conocimiento. Así se observa en los estudios etológicos, en los que los comportamientos sociales de los animales son interpretados como actos comunicativos.

Por ejemplo, el etólogo JOHN SCHMID (1986) inicia su investigación a partir de esta conjetura: «Entre los miembros de una misma especie tiene que existir necesariamente alguna forma de comunicación y entendimiento» y en relación a la supuesta comunicación animal dice:

> El proceso es el siguiente: una ameba (emisor) emite una señal (acrasina), que es captada por otra ameba (receptor), con lo que se tienen así los tres elementos básicos de todo sistema de información.
>
> Los tres elementos son fundamentalmente los mismos que hoy día utiliza la moderna técnica de las telecomunicaciones. Pensemos si no el ejemplo siguiente: Javier quiere hablar con su amiga Clara, que vive en el extremo opuesto de la ciudad. ¿Qué hace entonces Javier? Sencillamente decide llamarla por teléfono, aparato que convierte sus palabras en impulsos eléctricos, lo que les permite salvar grandes distancias. Esta conversión implica a su vez una codificación, lo que garantiza así la confidencialidad del contenido del mensaje transmitido por Javier. Las señales son captadas y decodificadas por el destinatario, en este caso el teléfono de Clara. Al descolgar el auricular, los impulsos eléctricos se transforman en ondas sonoras y Clara escucha perfectamente la voz de Javier. En el ejemplo citado hemos topado con un nuevo elemento: la codificación*[21] de la señal.
>
> También entre las amebas existe la codificación, representada por la acrasina. Tan solo las amebas de la especie *Dictyostelium discoideum* comprenden el sentido del mensaje; el resto de los animales no lo capta o no le confiere ningún significado especial, lo que sin duda representa una gran ventaja, pues entre otras cosas impide que eventuales enemigos descubran el lugar de reunión de las amebas.

En primer lugar, se observa un uso alterno de los términos comunicación e información como si fueran equivalentes o sinónimos, tal como son usados en el lenguaje popular; pero en el ámbito académico o técnico, la transmisión es un proceso informativo y la comunicación es otro proceso informativo diferente. De tal manera que la información –recalcamos– no siempre es comunicativa, por lo que no se debe confundir información con comunicación.

La explicación que da el autor sobre la comunicación es un tanto confusa, porque el ejemplo que presenta corresponde a un proceso informativo complejo, en el que Javier y Clara, para salvar la gran distancia que los separa, deben conversar a través de un sistema técnico de transmisión (el sistema telefónico). Según el ejemplo, el micrófono del aparato telefónico codifica (transforma. En este caso, codificar no significa cifrar o encriptar) las palabras de Javier en señales eléctricas, las que al llegar al auricular de Clara son descodificadas (convertidas) en palabras. En realidad, lo que aquí se presenta es un proceso de comunicación verbal entre Javier y Clara, mediado por un proceso de transmisión. Pero Javier y Clara, si hubiesen estado en un mismo ambiente, podrían haberse comunicado en forma directa, sin necesidad de aparatos ni codificaciones técnicas. Con esto queremos resaltar que la comunicación no requiere necesariamente de tales recursos. En otras palabras, la comunicación en las sociedades humanas no siempre es mediática y menos lo sería en las sociedades animales. Por eso parece extraño que, para explicar una supuesta comunicación animal, se use como modelo un proceso informativo complejo conformado por un componente comunicativo

21 SCHMID (1986: 14), en nota de pie de página, dice: «Código: clave con que se cifra una determinada información». Sin embargo, cuando se refiere a la comunicación telefónica la *codificación* no implica un *cifrado* del mensaje, sino la simple conversión de palabras en impulsos eléctricos, que es un proceso completamente diferente. Por cierto, la palabra *código* es polisémica, pero en este caso no significa cifrar o encriptar.

y otro, transmisivo, como si se tratara de un proceso unitario. Fusión inapropiada, porque las interestimulaciones entre los animales nunca son mediáticas, siempre son directas, aun cuando se produjeran a grandes distancias.

No es menos sorprendente que considere por igual a Javier y a una ameba, así como a Clara y a otra ameba, realizando las mismas funciones: de emisor y de receptor, como si fueran seres que tienen las mismas capacidades mentales y compartieran ámbitos culturales iguales. También es inadmisible equiparar un mensaje verbal con la acrasina de las amebas en cuestión. Un mensaje siempre es un objeto configurado de manera tal que sirve para expresar un significado. La acrasina solo es una sustancia química, carente de significado, secretada por las amebas en ciertas circunstancias. Afirmar que la acrasina sirve para expresar un significado, es reconocer implícitamente que estos seres están dotados de encéfalos con estructuras semánticas, lo que no ha sido evidenciado hasta ahora. Siguiendo el pensamiento del neurocientífico ANTONIO DAMASIO (2010), estos organismos de origen antiquísimo solo estarían dotados de «disposiciones» o mecanismos elementales que permiten ciertas reacciones ante determinados estímulos. De tal manera que la acrasina, no constituye un mensaje. No pasa de ser un estímulo, producido en determinada circunstancia, propiciatorio de cierta reacción de las otras amebas. Por igual, las feromonas emitidas por una perra o una mariposa hembra en celo no pueden ser consideradas como mensajes. Las hembras no llaman a los machos con dichas sustancias. Estas son producidas en forma inexorable, sin ninguna intención comunicativa, carentes de significación. Solo son estímulos que excitan la sexualidad de los machos.

Asimismo, hay que resaltar que la codificación, en el sistema telefónico, no significa cifrar o encriptar mensajes. En la transmisión telefónica la codificación y la descodificación son procesos que convierten entidades de un tipo en entidades de otro tipo, diferentes pero equivalentes, son procesos físicos en los que no interviene el componente semántico. En este caso, convierten palabras en señales y señales en palabras, respectivamente. Lo cual no guarda relación con el imaginado secreto de los contenidos del mensaje.

La supuesta comunicación animal

En realidad, todo lo que muestran los etólogos –en particular, la profesora STISHKÓVSKAYA (1982), JOHN SMITH (1982), HERIBERT SCHMID (1986) y otros más– como lenguaje de los animales, son básicamente sonidos o señales informativas acústicas (que constituyen el objeto de estudio de la bioacústica), olorosas o lumínicas, en cuya producción y percepción intervienen códigos o transductores neuromusculares, como son los órganos perceptivos que convierten dichas señales en impulsos eléctricos neuronales, pero no una gramática como la de una lengua o una ortografía como la de una determinada escritura.

Los chirridos, silbidos, gorjeos, ladridos, aullidos, rebuznos y rugidos, así como las emanaciones de olores o el cromatismo cíclico de diferentes especies animales, solo son manifestaciones de estados orgánicos vitales o de comportamientos instintivos carentes de intención comunicativa (LORENZ 1983: 108), que transmiten información sensorial. Esto quiere decir que, en algunos casos, son señales sonoras inarticuladas y, en otros, señales olorosas o lumínicas, igualmente, no significantes (esto es, carentes de valor semántico e intención denotativa), que distan mucho de las características específicas de los signos, en general, y del lenguaje, en particular; así como de la práctica comunicativa entre los seres humanos.

COMUNICACIÓN

En cambio, la comunicación es un proceso informativo sumamente complicado como corresponde a la biología y cultura tan complejas de la humanidad, resultantes de un prolongado proceso de evolución genética, de adaptación al hábitat y de transformación de este. El encéfalo humano actual trasunta todo este proceso. Están allí, en la arquicorteza, las «disposiciones» más eficientes heredadas desde nuestros más remotos ancestros, a las que –de acuerdo con DAMASIO (2010)– se suman los «mapas», las representaciones mentales codificadas de la realidad. No tenemos el cerebro más grande, sino el más complejo que se haya desarrollado entre las especies vivientes. Nada de la conducta humana escapa a su control, desde los gestos o ademanes más simples hasta la generación de los pensamientos más elaborados.

La comunicación es precisamente el desarrollo señero de la humanidad, resultante de sucesivas mutaciones genéticas que posibilitaron el surgimiento de disposiciones y de organismos muy especializados en la producción, percepción y registro de signos de diferente naturaleza. Respecto al lenguaje, por ejemplo, en el proceso evolutivo habría comenzado a surgir, desde hace unos doscientos mil años, un programa de propiedades gramaticales que forma parte de la arquitectura de la mente humana, al que CHOMSKY (1965) llamó *gramática universal*. Sobre la base de esta gramática innata, se habrían configurado las gramáticas particulares de las lenguas que iban surgiendo, en la medida en que la población humana se diversificaba culturalmente. A dichas propiedades el citado lingüista las llama principios y parámetros. Desde un punto de vista neurocientífico, la gramática mental de una lengua es el conjunto de disposiciones caracterizadas para la estructuración de las entidades lingüísticas virtuales que le son propias (controladas desde el área de Broca) y que están relacionadas con determinados significados. Gracias a la mediación de interfaces, tales entidades son expresadas por la activación de los órganos de fonación y articulación.

Los mensajes verbales producidos de esta forma son percibidos por otra persona que, además de estar dotada de los mismos mecanismos mentales y organismos especializados ya señalados, posee órganos de audición y comprensión muy especializados (área de Wernicke).

Pero nada de esto hubiese sido posible si, la evolución mental no hubiese tenido su correlato biológico. Si los órganos, en principio, especializados en la ingestión de alimentos no hubiesen adquirido una nueva especialización en la producción de cadenas fónicas significantes. Función en la que habría incidido el desarrollo del XII par de nervios craneales o nervios hipoglosos y también el nervio recurrente en el control de las cuerdas vocales. Igualmente, si el oído, además de percibir los sonidos del entorno, no se hubiese especializado en la identificación de los sonidos del lenguaje vinculada con el surgimiento, en el hemisferio izquierdo, del área auditiva secundaria (área citoarquitectural 42) y, por supuesto, si no se hubiese producido la especialización de las redes neuronales y los nódulos comprometidos con los mecanismos de producción y percepción del habla. Todos estos mecanismos y organismos se activan, en simultáneo, tanto en los actos de habla como en los de percepción y comprensión.

Desde un punto de vista objetivo, un acto de comunicación se lleve a cabo cuando una persona (EMISOR) produce signos, en concordancia con un determinado pensamiento y siguiendo las estrategias que juzgue pertinentes. Los signos producidos (en este caso verbales) conforman un MENSAJE, con el que se denota una determinada realidad (referente) y que para ser percibido requiere de cierto soporte (CANAL). La persona a la que se dirige el mensaje es el DESTINATARIO, que debe tener conocimiento de los signos utilizados por el emisor que, por lo general, son perturbados por agentes atmosféricos u otros hechos físicos (RUIDO). Todo acto comunicativo se realiza en una determinada situación (ENTORNO). Sin embargo, la sola presencia de todos estos elementos no basta para que se logre una comunicación eficaz. Si una persona dice:

«César pinta poemas en la playa de Belén».

Un oyente de este mensaje, difícilmente podrá ser un destinatario eficiente. Porque no podría asignarle los SIGNIFICADOS correspondientes, ya que no sabría cuáles son los referentes: si César ilustra poemas o pinta cuadros que son unos verdaderos poemas pictóricos. Tampoco sabría si la playa de Belén es un balneario, un área de estacionamiento de autos o un restaurante. En otro caso, si un filósofo habla sobre las teorías discrepantes acerca de la existencia de la naturaleza humana, será muy difícil, si no imposible, que un púber, un campesino o un analfabeto, hablantes de la misma lengua, puedan participar con eficiencia en el ato comunicativo. Esto revela que los elementos objetivos anotados son importantes, pero no suficientes para explicar la complejidad del proceso. En esencia, que la comunicación, consiste en la capacidad que tienen las personas de expresar significados, mediante signos adecuados, y evocarlos con propiedad. Por eso, nos parece pertinente definirla en los siguientes términos: *La comunicación es un proceso informativo en el que las personas ponen en común los significados que estiman convenientes, mediante signos producidos intencionalmente en un entorno específico* (ROJAS 2015).

Veamos el siguiente ejemplo de comunicación oral directa, en el que Sofía le dice a César:

«Es una lástima que solo piensas en la cerveza y en los jueves de amigos»

Para proferir este enunciado, Sofía (EMISOR) debió pensar en la peligrosa proclividad al consumo de bebidas alcohólicas de su joven esposo (REFERENTE), en la forma en que debía expresarle su preocupación, en cuándo sería el momento

apropiado y en la actitud que debía asumir en relación al tema y frente a él. En el acto de habla, la sintaxis de su enunciado refleja su intención reflexiva (ACTITUD), antes que exhortativa o de reproche (podría haberle dicho: «No pienses solo en la cerveza y los jueves de amigos» o «¡qué lástima!, que solo pienses en la cerveza y en los jueves de amigos»). Y, por supuesto, en su mente debieron estructurarse los SIGNIFICADOS y las REPRESENTACIONES LÉXICAS apropiadas, de acuerdo con las regulaciones de la GRAMÁTICA castellana (área de Broca). A partir de dichas entidades se habría activado el área asociativa frontal para tomar la decisión de hablar, es decir, para poner en tensión los órganos de fonación y articulación (que funcionan como un CÓDIGO NEUROMUSCULAR transductor) que codifican o convierten las entidades virtuales en una cadena de fonos formalmente significantes o signos lingüísticos (MENSAJE). En algunos casos, cuando el mensaje se desplaza, a través del aire (CANAL), la nitidez de este es afectada por otros sonidos más intensos o difusos (RUIDO), que dificultan su percepción. Pero este efecto es reducido por la información adicional (REDUNDANCIA) que contienen las entidades del enunciado. Así, cuando decimos, por ejemplo: *«La niña Lulú baila muy alegre»*, el morfema de singular (ø) se repite en el artículo, el sustantivo, el verbo y el adjetivo, lo que refuerza la percepción de que trata de una sola persona.

Al llegar el mensaje a los tímpanos de César, sus oídos funcionan como CÓDIGOS NEUROMUSCULARES transductores que descodifican los signos lingüísticos al convertirlos en impulsos eléctricos que se desplazan a través de los nervios auditivos hasta la corteza auditiva secundaria (área citoarquitectural 42) vinculada al área de Wernicke, especializada en la comprensión de los mensajes.

Desde luego, producir mensajes verbales (escriturales, icónicos, cromáticos) no es lo mismo que producir reflejos de ciertas características biológicas. Debemos concordar, entonces, que hay una diferencia cualitativa muy marcada *entre un proceso transmisivo* y un *proceso comunicativo.* Esto, porque los animales no están dotados biológicamente para desarrollar habilidades comunicativas. Ningún sistema nervioso animal ha alcanzado la complejidad estructural de la mente humana, con mecanismos especializados en el funcionamiento de cada uno de los instrumentos comunicativos creados por el hombre. De tal manera que, mientras los seres humanos somos



Fig. 7. Proceso de comunicación verbal directa. Imágenes de mujer y hombre tomadas de www.journey-to-beauty.com y archivesoutside.records.nsw.gov.au

capaces de crear *signos*, de acuerdo con la cultura de cada comunidad idiomática, y elaborar una cantidad indefinida de *enunciados sígnicos*, que tienen como REFERENTE los más variados aspectos de la realidad universal, en correspondencia con un *pensamiento teórico*, discursivo (o simbólico, como lo llaman algunos filósofos y sicólogos); los animales solo se relacionan y entienden, socialmente, en forma interactiva, ya sea mediante experiencias prácticas instintivas o aprendidas, ya sea mediante la expresión de sus estados emocionales. Procesos sustentados en la producción y percepción natural de *señales informativas*, de diferentes características, propias de cada especie, correspondientes a su *pensamiento práctico*. Esto significa que los animales solo interactúan mediante procesos transmisivos, en los que el REFERENTE siempre es el EMISOR.

Las capacidades perceptivas de los animales muchas veces son más desarrolladas que las humanas, como ya hemos visto, por ejemplo, en la mariposa cecropia, en el perro de Carlos y en el caballo Hans. No obstante, los seres humanos poseemos, además del pensamiento práctico, el pensamiento teórico o discursivo, vinculado a la capacidad de intelectualizar todas sus percepciones y experiencias prácticas, que pueden ser expresadas, igualmente, en forma discursiva, mediante el uso de signos, en cualquier circunstancia. Se entiende, por lo tanto, que los seres humanos hemos desarrollado la mayor capacidad informativa, porque podemos proporcionar y obtener información tanto a través de procesos transmisivos como de procesos comunicativos.

En este sentido, es necesario establecer una clara distinción entre la *«transmisión»*, proceso informativo caracterizado por la producción de señales informativas: vibraciones de sonido, de luz, de olor, de corrientes de aire o de impulsos eléctricos, que practican con mayor o menor eficiencia todos los seres vivientes, y la *«comunicación»*, proceso informativo caracterizado por la puesta en común de significados gracias a la mediación de objetos significantes o signos. Proceso que solo practican los seres humanos (ROJAS 2000). Los animales, al no poseer ninguna capacidad sígnica, están imposibilitados de practicar *«interacciones sígnicas»* o comunicativas, que acaso sean irrelevantes para la vida de estas especies. Pues, la *transmisión* es tan importante y suficiente para los animales como la *comunicación* lo es para la humanidad.

En relación con la confusión que comentamos, es evidente que esta surge solo como efecto de reducir el complejo proceso comunicativo a un esquema muy elemental e inapropiado, con el afán de lograr un nivel máximo de generalización que, desde luego, es inaceptable por obsoleto e irrealista. Para evitar esta tendencia, lo aconsejable es evitar el simplismo a fin de no identificar *«información»* con *«comunicación»*; ni confundir *«transmisión»* con *«comunicación»*.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTÍN DE HIPONA [389]2003. *El maestro o sobre el lenguaje y otros textos*, Edición y traducción de Atilano Domínguez. Madrid: Trotta.

2. BERLO, David [1960]1975. *El proceso de la comunicación.* Introducción a la teoría y la práctica, Buenos Aires: Ateneo.

3. BLOOMFIELD, Leonard [1933]1964. *El lenguaje*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

4. CARMICHAEL, Leonard [1963]1974. *«El desarrollo primario de la capacidad del lenguaje»*. En Lenneberg y Otros. *Nuevas direcciones en el estudio del lenguaje*, pág. 13-35. Madrid: Revista de Occidente.

5. CARR, Nicholas 2011 *Superficiales ¿Qué está haciendo internet con nuestras mentes?* México: Santillana.

6. CASSIRER, Ernst [1944]1979 *Antropología filosófica.* México: Fondo de Cultura Económica.

7. DAMASIO, Antonio 2010 *Y el cerebro hizo al hombre ¿Cómo pudo el cerebro generar emociones, sentimientos ideas y el yo?* Barcelona: Destino.

8. DARWIN, Charles [1872]1984 *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre.* Madrid: Alianza.

9. DEZA, Mónica 2012 «Neurociencias. El inicio de la cuarta revolución». En Varios Autores, *Tu cerebro lo es todo*, pág. 11-34. Barcelona: Plataforma Editorial.

10. GARDNER, Howard 2002 *Frames of mind. The theory of multiple intelligences.* New York: Basic Books.

11. GARDNER, Howard y Katie Davis 2014 *La generación APP. Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital.* Barcelona: Paidós.

12. HART, Stephen [1996]2013 *El lenguaje de los animales.* Madrid: Alianza.

13. HAUSER, Marc D. 2002 *Mentes salvajes. ¿Qué piensan los animales?* Barcelona: Granica.

14. LORENZ, Konrad [1949]1983 *Hablaba con las bestias, los peces y los pájaros.* Barcelona: Labor.

15. MOUNIN, Georges 1969 *Claves para la lingüística*. Barcelona: Anagrama.

16. PIAGET, Jean 1985 *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Planeta-De Agostini.

17. PINKER, Steven [1994]2012. *El instinto del lenguaje. Cómo la mente construye el lenguaje. Posdata, reflexiones, entrevistas y más cosas.* Madrid: Alianza.

18. RIDLEY, Matt 2004 *Qué nos hace humanos.* México: Taurus.

19. ROJAS, Íbico 2015 *«La comunicación. Una reconceptuación». En Investigación Educativa, vol. 19, n.° 1, enero-junio de 20015, pág. 71-101.* Lima: Instituto de Investigaciones Educativas de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

20. 2000 *Teoría de la comunicación. Una introducción crítica*, Lima: Editorial San Marcos.

21. 1985 *«Cultura y comunicación». En la Revista Cultural Cielo Abierto, vol. XI, n.° 31, enero-marzo de 1985,* Lima: Editada por MINERO PERÚ, pág. 44-53.

22. [1983]2000 *«La capacidad sígnica y la naturaleza humana».* En Tipshe, Revista de Humanidades, año 1, n.° 1, pág. 157-171. Lima: Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

23. SARTORI, Giovanni 1999 *Homo videns. La sociedad teledirigida.* Buenos Aires: Taurus.

24. SCHMID, Heribert 1986 *Cómo se comunican los animales.* Barcelona: Salvat.

25. SLATER, Peter J. B. 2000 *El comportamiento animal.* Madrid: Cambridge University Press.

26. SMALL, Gary y Gigi Vorgan 2009 *El cerebro digital. Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente.* Barcelona: Urano.

27. SMITH, W. John 1982 *Etología de la comunicación.* México: Fondo de Cultura Económica.

28. STISHKÓVSKAYA, L. L. 1982 *¿De qué hablan los animales?*, Moscú: Mir.

29. VALBUENA, Felicísimo 1991 *«Información»*. En Benito, Ángel (dir.)(1991). *Diccionario de ciencias y técnicas de la comunicación.* Madrid: Paulinas, pág. 754-764.

30. VARGAS LLOSA, Mario 1993 *El pez en el agua. Memorias.* Barcelona: Seix Barral.

31. VARIOS AUTORES 2012 *Tu cerebro lo es todo*. Edición de Deza, Mónica. Barcelona: Plataforma Editorial.

32. WAAL, Frans B. M. de [1996]2013 «Prólogo». En Hart, Stephen, *El lenguaje de los animales,* pág. 9-14. Madrid: Alianza.



"Corazón de la tierra"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 215-226, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30118

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Lenguaje fotográfico y alfabetización visual: aplicación de un tutorial para el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes universitarios de Ciencias de la Comunicación

Photographic language and visual literacy: application of a tutorial for the development of skills in the development of photographic proyects in university students of Comunication Sciences

José Carlos Orrillo Puga[1]

Recibido: 22 de abril de 2019
Aceptado: 08 de mayo de 2019

RESUMEN

El presente trabajo da cuenta de una investigación realizada sobre la enseñanza universitaria de fotografía y recoge los aportes teóricos de diferentes investigadores que han reflexionado sobre el problema de la alfabetización visual en el marco de la cultura visual contemporánea. Específicamente, nos interesa demostrar la importancia de sistematizar bajo la forma de un tutorial la enseñanza del lenguaje fotográfico para el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes de Ciencias de la Comunicación, tomando como caso de estudio una investigación cuasi experimental realizada durante el 2018 en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El diseño de la investigación comprendió un grupo de control y un grupo experimental, con dos secciones integradas por 30 alumnos cada una. La medición se realizó con un pre test y un post test, conformado por una rúbrica que permitió evidenciar los cambios significativos en el desarrollo de capacidades de los estudiantes del grupo experimental para el desarrollo de proyectos fotográficos. De esta manera intentaremos contribuir al debate crítico, aún incipiente en nuestro medio, sobre la importancia del estudio del lenguaje fotográfico como base de la alfabetización visual, una condición impostergable para los comunicadores y estudiantes universitarios del siglo XXI.

Palabras clave: Lenguaje fotográfico, alfabetización visual, tutorial, cultura visual, Ciencias de la Comunicación

1 Coordinador académico del laboratorio de fotografía, Facultad de Ciencias de la Comunicación, Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. jorrillop@upao.edu.pe

ABSTRACT

The present work gives an account of a research carried out on the university teaching of photography and at the same time gathers the theoretical contributions of different researchers who have reflected on the problem of visual literacy within the framework of contemporary visual culture. Specifically, we are interested in demonstrating the importance of systematizing in the form of a tutorial the teaching of photographic language for the development of skills in the development of photographic projects in students of Communication Sciences, taking as a case study a quasi-experimental research conducted during 2018 at the Antenor Orrego Private University of Trujillo. The research design included a control group and an experimental group, with two sections consisting of 30 students each. The measurement was carried out with a pre test and a post test, consisting of a rubric that allowed to show the significant changes in the capacity development of the students of the experimental group for the development of photographic projects. In this way we will try to contribute to the critical debate, still incipient in our environment, about the importance of the study of photographic language as the basis of visual literacy, a condition that cannot be postponed for communicators and university students of the 21st century.

Keyboards: Photographic language, visual literacy, tutorial, visual culture, Communication Sciences

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la producción, consumo y circulación de imágenes en nuestra sociedad se ha multiplicado exponencialmente. Vivimos en una cultura visual donde las nuevas generaciones se relacionan desde la infancia con un denso bosque de estímulos sensoriales, accesibles a través de múltiples dispositivos electrónicos de uso cotidiano como celulares, tablets y computadoras. No es difícil darse cuenta que un porcentaje mayoritario de estos estímulos visuales está compuesto por imágenes fotográficas. Así, podemos afirmar que hoy en día el hombre se vincula precozmente con la tecnología y esta relación, que empieza de manera espontánea en el ámbito familiar y progresa luego hacia otros círculos sociales, se ve siempre mediada por las imágenes. Se configuran así las condiciones para un uso empírico y sistemático, y ciertamente masivo, del medio fotográfico.

En este contexto de uso masivo de cámaras fotográficas y consumo de imágenes, resulta sintomático el ínfimo nivel de alfabetización visual de la mayoría de usuarios, evidenciado en la incapacidad de comprender el lenguaje de las imágenes y situarse en una posición crítica y proactiva frente a ellas. Es importante señalar que la fascinación que las imágenes ejercen y su misma ubicuidad y omnipresencia ha conducido a una situación en la que su poder subyace en la sombra, y hoy casi nadie es consciente de que el mundo, cada vez más, gira alrededor de las imágenes.

Esto no es un hecho aislado, sino que obedece a las propias dinámicas internas del sistema capitalista, el cual se ha vuelto propiamente un sistema cultural, donde la mercancía "se encuentra estetizada y el poder necesita de las imágenes para imponerse en el mundo social" (Vich, 2014). En efecto, un sistema económico basado en el consumismo desenfrenado sólo puede sostenerse en la circulación masiva de imágenes destinadas precisamente a estimular el consumo, en un círculo vicioso sin aparente principio ni final.

Las aulas no han permanecido ajenas a estos cambios en los hábitos de consumo visual, como lo señala Martínez Luna (2014), quien alerta sobre la introducción en la escuela de un nuevo régimen visual apoyado en la digitalización masiva de información, soportes y contenidos, con sus correspondientes modos de hacer, conocer, ver y ser visto; y Renobell (2005), con la introducción del concepto de hipervisualidad fotográfica que define nuestra época y nuestra cultura.

Sin embargo, en el contexto específico de los programas de estudio de Ciencias de la Comunicación, este hiperconsumo visual y el

contacto precoz de los jóvenes con la tecnología no ha conducido a una mayor consciencia del poder simbólico de las imágenes o a una mayor destreza en el manejo del lenguaje fotográfico.

Por su misma facilidad de acceso, la fotografía se asume y se practica, en la mayoría de los casos, como un acto banal y despreocupado, un simple medio de registro de momentos especiales. La tecnología digital, que se supone nos simplifica todo para vivir mejor, ha reducido la antigua complejidad de los procesos fotográficos a tan sólo un click. Se asume que ya no hay nada que aprender, no hay reflexión ni crítica involucradas en este inconsciente acto fotográfico, y la mayoría de usuarios sólo encuentra sentido a tomar fotos si pueden compartirlas en tiempo real en sus redes sociales. Hoy, el interés se ha desplazado del hacer a publicar fotos: el mandato social es exhibirse para existir, o para simular que existimos.

La situación descrita es un fenómeno del mundo globalizado. En una investigación realizada en facultades de Ciencias de la Comunicación de cuatro universidades españolas (Marzal y Soler, 2011), se identificó un panorama similar al de las universidades locales, con una presencia mayoritaria de estudiantes que han adoptado la fotografía digital, son usuarios de redes sociales, poseen una baja cultura visual y tienen poca motivación por estudiar o profundizar en el campo de la fotografía.

Estas carencias pueden observarse también en nuestra realidad, específicamente en los proyectos fotográficos elaborados por los estudiantes de los cursos de fotografía del programa de estudios de Ciencias de la Comunicación. Se da el caso que estos proyectos fotográficos suelen presentar notorias deficiencias en el manejo expresivo de los elementos del lenguaje visual, a pesar de la familiaridad ya mencionada de los estudiantes con la fotografía y los dispositivos móviles desde temprana edad.

Esta investigación surgió de la constatación de una realidad problemática observada en 18 años de experiencia como profesor de fotografía en contextos universitarios y tiene su origen en una tesis realizada para obtener el grado de maestro en Educación.

El objetivo de la investigación fue determinar el nivel de influencia de la aplicación del tutorial "El lenguaje de la fotografía" en el desarrollo de capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes de I ciclo de la Escuela de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

De este modo, nuestro interés fue diseñar, aplicar y validar una herramienta didáctica para la enseñanza del lenguaje fotográfico en las aulas universitarias y con ello contribuir a elevar el nivel de alfabetización visual de los estudiantes.

SOBRE ALFABETIZACIÓN VISUAL Y LENGUAJE FOTOGRÁFICO

Uno de los principales referentes de la presente investigación es el estudio realizado por Marzal y Soler sobre los hábitos de consumo y usos de la fotografía digital entre estudiantes de comunicación en universidades españolas. Este estudio demostraba los importantes déficits formativos en fotografía y la falta de cultura visual en los estudiantes, que los autores atribuyen a "la existencia de un sistema educativo que todavía hoy, en plena era de la imagen, sigue dando la espalda a la educación con las imágenes". (Marzal y Soler, 2011)

Si el analfabeto visual parece ser el habitante distintivo de nuestra época, ¿qué es la alfabetización visual? Baker (2012, citado en Martínez Luna, 2014) nos dice que "La alfabetización visual recoge la idea de que las imágenes pueden ser leídas y que el significado puede ser elaborado y comunicado a través de actos de lectura, y así, se refiere a la capacidad de entender, interpretar y evaluar mensajes visuales". Así, el objetivo central de la educación y la alfabetización visual sería el de dar a las imágenes consistencia como, a la vez, mediadoras y creadoras de realidad (Martínez Luna, 2014).

El problema es que las imágenes, omnipresentes como ya se ha establecido, son efectivamente mediaciones entre el hombre y el mundo, y así "en vez de presentar el mundo al hombre, lo representan; se colocan en lugar del mundo a tal grado que el hombre vive en función de las imágenes que él mismo ha producido" (Flusser, 1990, p.12). La alfabetización visual se vuelve así una condición indispensable para poder habitar y desenvolvernos en el universo cultural de hoy.

Para Víctor Renobell (2005), "las fotografías son cortes de la realidad enmarcadas en una cultura, una mirada y una forma de ver y de pensar determinada." Entonces, se vuelve imperativo para el fotógrafo -el operador de la cámara - educar su mirada, es decir, conocer y dominar estos códigos

(el lenguaje visual o lenguaje fotográfico) para revestir de significado y densidad simbólica a sus imágenes. Cada decisión que toma el fotógrafo al emplear uno o más recursos del lenguaje visual, es una decisión que incorpora sentido a las imágenes que produce. Por ello es fundamental comprender la dimensión semántica del lenguaje fotográfico, para emplearlo con un adecuado nivel de expresión.

Toda fotografía es el resultado de una visión, y toda fotografía es siempre "una interpretación del mundo, tanto como la pintura o los dibujos" (Sontag, 1981). Comprender esto nos conduce a entender cómo, en el estudio y enseñanza de la fotografía, mucho más importante que el énfasis en la técnica, la cual se presenta cada vez más accesible y simplificada para el usuario, es el estudio del lenguaje visual lo que reviste un mayor nivel de exigencia conceptual y metodológica.

Para Concha (2001), la fotografía es, igualmente, un tipo de lenguaje. "Esto quiere decir que en ella existe un conjunto de elementos que se articulan de una manera particular, propia, para movilizar contenidos codificados hacia un receptor capacitado para decodificar dichos contenidos" (Concha, 2001, p.266). Esto nos lleva a pensar en una sintaxis fotográfica: estructuras propias de la fotografía que una vez aprendidas nos permitirán leer el contenido propuesto. Estas estructuras propias de fotografía constituyen los elementos básicos del lenguaje fotográfico, que es también el nombre de la herramienta didáctica elaborada para la presente investigación

METODOLOGÍA

El estudio realizado fue de tipo cuasi experimental. La población estuvo constituida por 60 estudiantes matriculados en el primer ciclo del programa de estudios de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego, cuyas edades oscilaron entre los 16 a 17 años. Dado el tamaño de la población, la muestra se seleccionó al azar mediante sorteo, siendo la sección A el grupo experimental compuesto por 30 estudiantes y la sección B el grupo control integrado por otros 30 estudiantes.

El instrumento utilizado para medir la variación de la variable dependiente en el grupo experimental consistió en una rúbrica de 8 items relacionados con el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos. La rúbrica estuvo compuesta por tres indicadores: manejo técnico, dominio de lenguaje visual y manejo de narración visual y se estructuró en cuatro niveles de logro (inicio, proceso, satisfactorio y excelente) según los puntajes alcanzados por los estudiantes. Dicho instrumento se aplicó para el análisis de dos series fotográficas tomadas por los estudiantes en dos momentos distintos: antes (pre test) y después (post test) de la aplicación de la herramienta.

La herramienta didáctica estuvo conformada por el tutorial "El lenguaje de la fotografía", de elaboración propia, organizado en ocho sesiones didácticas de complejidad creciente que fueron desarrolladas de manera asistida con los estudiantes del grupo experimental en las clases de laboratorio durante el semestre académico 2018-I.

Las sesiones desarrolladas en el tutorial (Fig. 1-2) fueron:

1. La mirada del fotógrafo. Imagen y lenguaje visual
2. Punto de vista. Fundamentos de lenguaje fotográfico
3. El orden en el caos. Leyes de composición visual
4. Iluminación. Manejo creativo de la luz
5. El ojo de la cámara. Objetivos, diafragma y profundidad de campo
6. Control de movimiento y tiempo capturado: velocidad de obturación
7. Edición y narración visual. La serie fotográfica
8. El proyecto fotográfico.

La razón por la cual se centró la evaluación en los proyectos fotográficos fue la necesidad de alcanzar una mayor objetividad en la medición de los niveles de logro alcanzados por los estudiantes. Efectivamente, las capacidades relacionadas con el manejo técnico, dominio de lenguaje visual y manejo de narración visual sólo pueden ser demostradas en la práctica, no hay manera de que el alumno falsee sus respuestas porque las capacidades se evidencian objetivamente en los trabajos realizados.

Por otro lado, el proyecto fotográfico es el trabajo más representativo de los cursos de fotografía, al condensar todos los contenidos teórico-prácticos aprendidos previamente y por ellos su nota corresponde generalmente al examen final. De igual forma, en la práctica artística los proyectos fotográficos se constituyen en el formato más completo para que los creadores visuales presenten sus trabajos en galerías, publicaciones y exposiciones de arte (Trivelli, 2016).

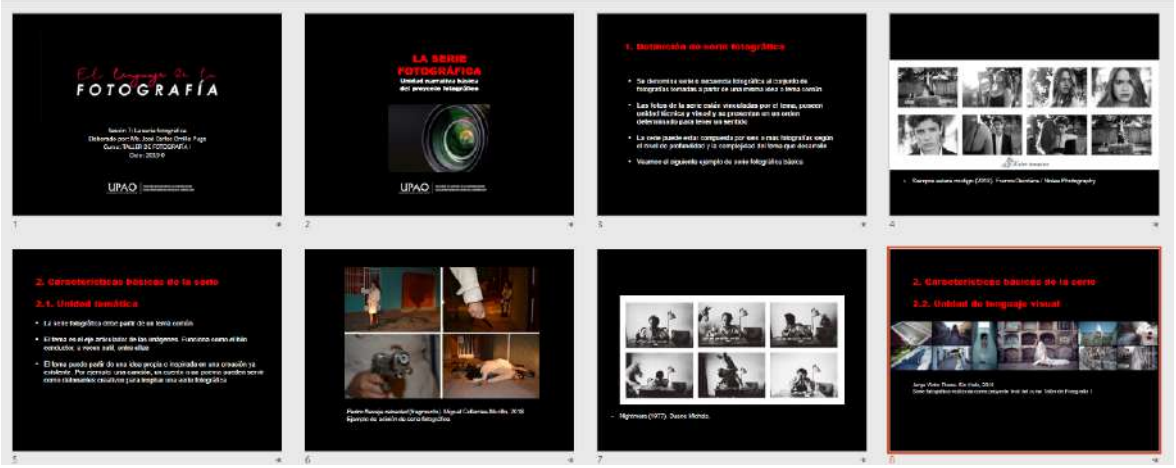


Figura 1. Diseño de sesiones del tutorial "El lenguaje de la fotografía". Orrillo, J. (2018)



Figura 2. Diseño de sesiones del tutorial "El lenguaje de la Fotografía". Orrillo, J. (2018)



Figura. 3. Registro de sesiones de aprendizaje. Tema: edición y narración visual. Orrillo, J. (2018).

Por esta razón en la presente investigación nos hemos enfocado en la evaluación de los proyectos fotográficos para determinar el éxito de la propuesta realizada. Posteriormente, la información obtenida se organizó en diferentes tablas de datos para el pre y post test del grupo control y grupo experimental utilizando el programa Excel, según los datos que se presentan en el siguiente apartado de manera resumida.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Presentamos a continuación un gráfico (Fig. 3) que nos permite visualizar las diferencias obtenidas en el nivel de desarrollo de capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos entre los alumnos del grupo control (GC) y grupo experimental (GE), en diferentes momentos del estudio. Con respecto al GE, en la columna correspondiente al pre test, un porcentaje de 26.7% de estudiantes se ubicaron en el nivel inicio, mientras que un 70% alcanzaron el nivel proceso y sólo un 3.3% se ubicaron en el nivel satisfactorio, lo que evidencia un bajo nivel de desarrollo de capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos antes de la aplicación de nuestro instrumento.

Con respecto al GC, en la columna correspondiente al pre test los porcentajes se encuentran equilibrados con un 50% de estudiantes ubicados en el nivel inicio y un 50% ubicados en el nivel proceso, lo que evidencia igualmente un bajo nivel de desarrollo de capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos. Se demuestra así que ambos grupos se encontraban en similares condiciones al inicio de la investigación.

A continuación, en la columna correspondiente al post test se aprecian marcadas diferencias en los resultados obtenidos a favor del GE. Así, se observa un porcentaje mayoritario de 46.7% de estudiantes ubicados en el nivel satisfactorio, seguido por un 40% de estudiantes que alcanzaron el nivel excelente y sólo un 13.3% de estudiantes ubicados en el nivel proceso. Con respecto a los resultados anteriores, esto se grafica en un desplazamiento desde los niveles de inicio y proceso en el pre test hasta los niveles satisfactorio y excelente en el post test, lo que evidencia un cambio significativo en los niveles de desarrollo de capacidades de los estudiantes.

Con respecto al GC, en la columna correspondiente al post test los porcentajes se encuentran distribuidos entre un 66.6% de estudiantes ubicados en el nivel proceso y sólo un 33.4% ubicados en el nivel satisfactorio. Estos resultados evidencian un bajo nivel de desarrollo de capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos y contrastan con los resultados del GE donde se ha obtenido porcentajes significativamente mayores en los niveles más altos de la escala.

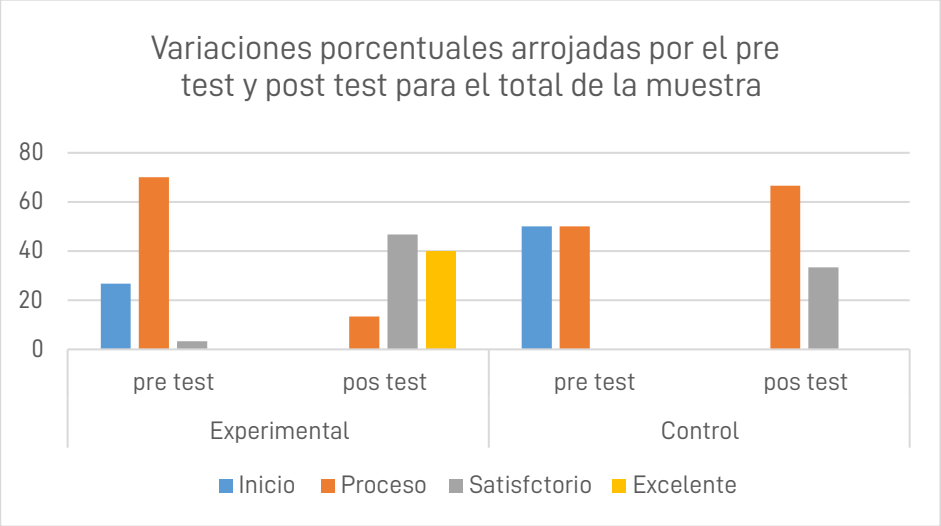


Fig. 4. Representación gráfica de variaciones porcentuales arrojadas en el pre test y post test para el total de la muestra de estudio. Orrillo, J. (2018)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En nuestra opinión, resulta relevante que de los tres indicadores considerados en la rúbrica sea el manejo técnico el que arroja los resultados más parejos en el post test para ambos grupos de estudio, con 133 y 129 puntos para el GE y GC respectivamente.

Es decir, independientemente de la aplicación o no del tutorial, la técnica parece ser el aspecto más accesible para el conocimiento y comprensión del estudiante. Esto tendría relación con el fácil acceso a todo tipo de información técnica en los entornos virtuales donde se enseña a manejar la cámara fotográfica de manera entretenida. Esta información enriquece el background del estudiante y les permite desarrollar un conocimiento empírico y útil del trabajo fotográfico.

En relación con esto, resultan especialmente interesantes los resultados arrojados en el pre test con respecto al indicador dominio de lenguaje visual para ambos grupos de estudio, con puntajes inesperadamente altos que los ubican en el nivel satisfactorio, incluso antes de la aplicación del tutorial.

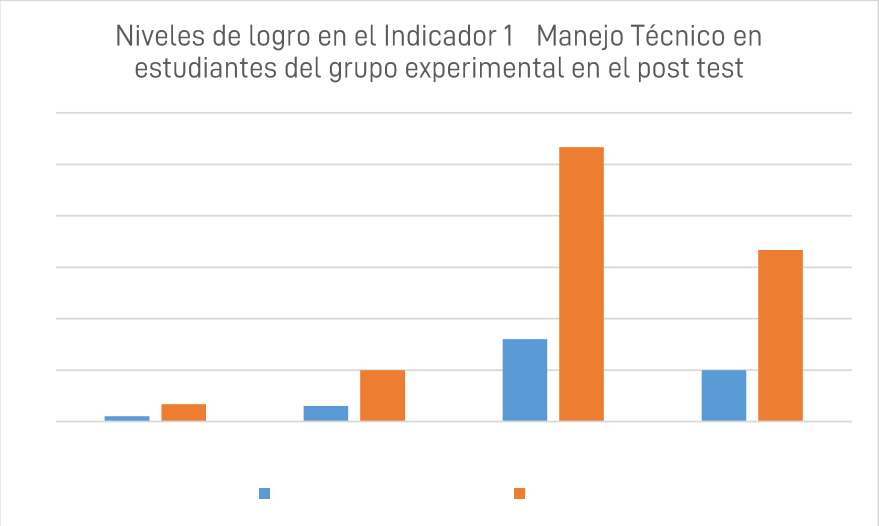


Figura 5. Grupo experimental. Post test. Niveles de logro del indicador 1. Orrillo, J. (2018)

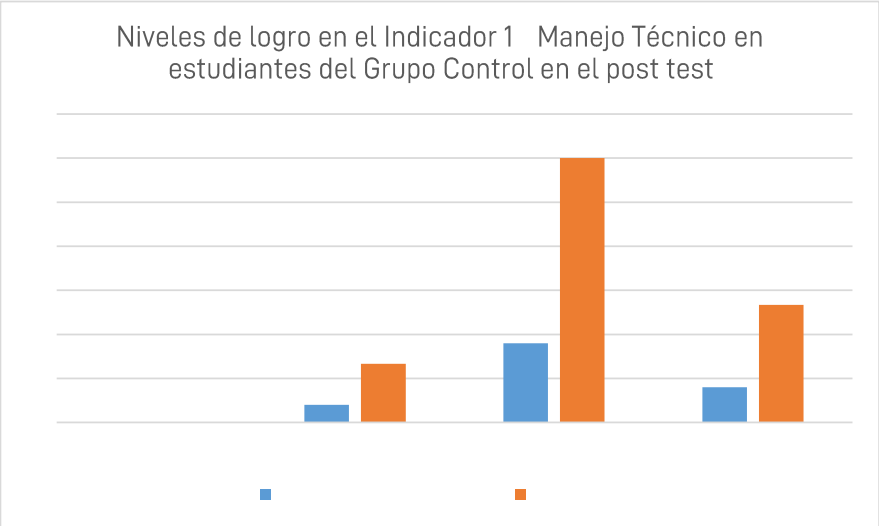


Figura 6. Grupo control. Post test. Niveles de logro del indicador 1. Orrillo, J. (2018)

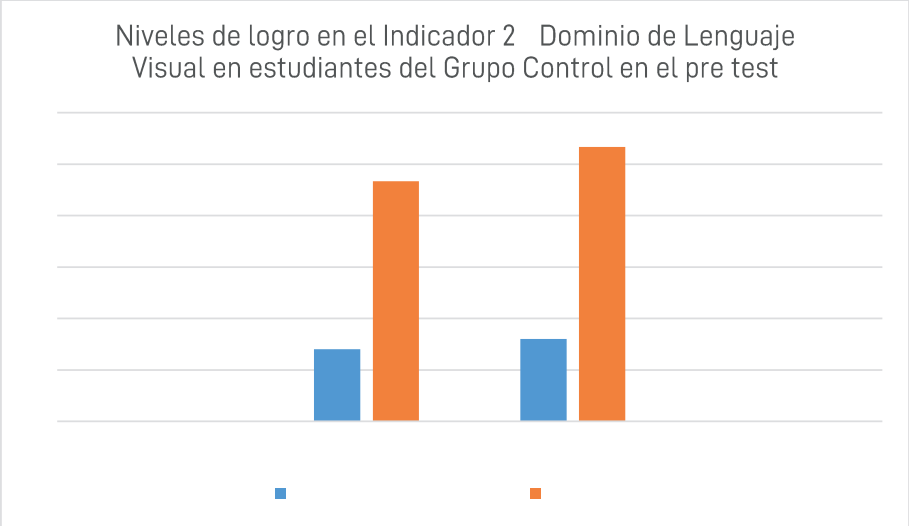


Figura 7. Grupo control. Pre test. Niveles de logro del indicador 2. Orrillo, J. (2018)

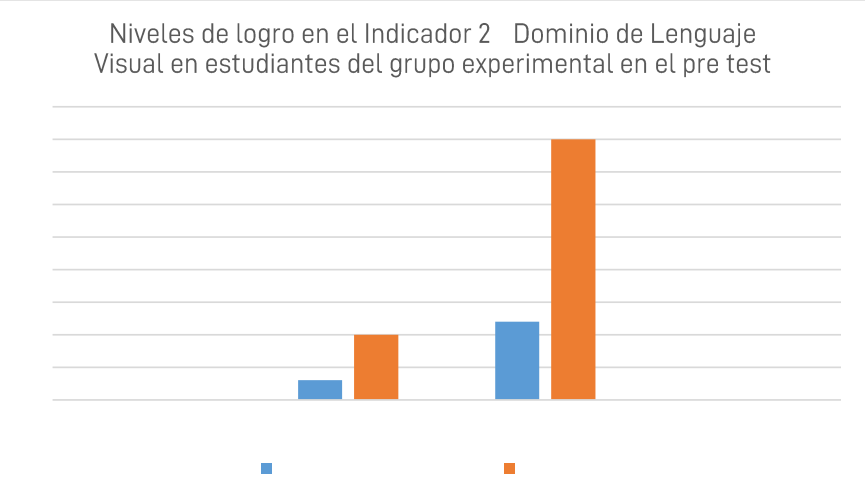


Figura 8. Grupo experimental. Pre test. Niveles de logro del indicador 2. Orrillo, J. (2018)

Estos puntajes se pueden atribuir, como en el caso anterior, a los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre fotografía en entornos digitales, dada su relación precoz con dispositivos tecnológicos y el acceso a internet desde sus primeros círculos sociales: la casa, la calle y la escuela.

Así, este resultado aparentemente contradictorio que ubica a los estudiantes en un nivel satisfactorio al inicio de la investigación, se explicaría por una circunstancia ya comentada por diferentes autores: la influencia de la cultura visual que rodea y moldea a los nativos digitales. Al respecto, Marzal (2010) afirma que, si bien existe entre los estudiantes españoles de Ciencias de la Comunicación un nivel cultural visual bajo, un porcentaje mayoritario de ellos son usuarios de cámaras digitales y realizan regularmente fotografías, si bien con intereses y frecuencia disímiles. Por contraste, la mayoría de estos estudiantes no visita nunca exposiciones de fotografía, configurándose así una realidad muy similar a la observada en el medio local, por lo cual coincidimos con el autor en señalar que existe entre los jóvenes una cercanía con el medio fotográfico, pero carente de una base conceptual sólida.

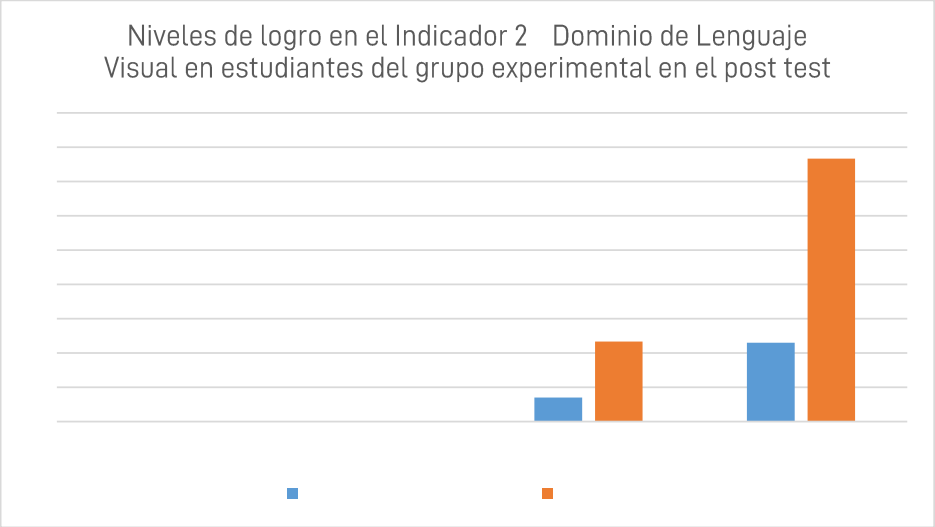


Figura 9. Grupo experimental. Post test. Niveles de logro del indicador 2. Orrillo, J. (2018)

Los nativos digitales asumen una actitud pragmática que les lleva a tomar fotos sin pensar mucho el por qué. Esta actitud se convierte en una suerte de entrenamiento errático que sin embargo les provee algunas herramientas básicas para el manejo del lenguaje visual. Podemos inferir entonces que los resultados mencionados son atribuibles a esta condición de familiaridad empírica con el lenguaje fotográfico.

Por otro lado, es importante mencionar que al aplicar el post test, el indicador dominio de lenguaje visual arrojó los puntajes más altos en el GE, alcanzando un promedio de 222 puntos sobre una escala de 250 que los ubica en el nivel excelente. Esto nos permite inferir la eficacia del tutorial específicamente en este indicador que mide el nivel de manejo creativo del lenguaje visual en el desarrollo del proyecto fotográfico.

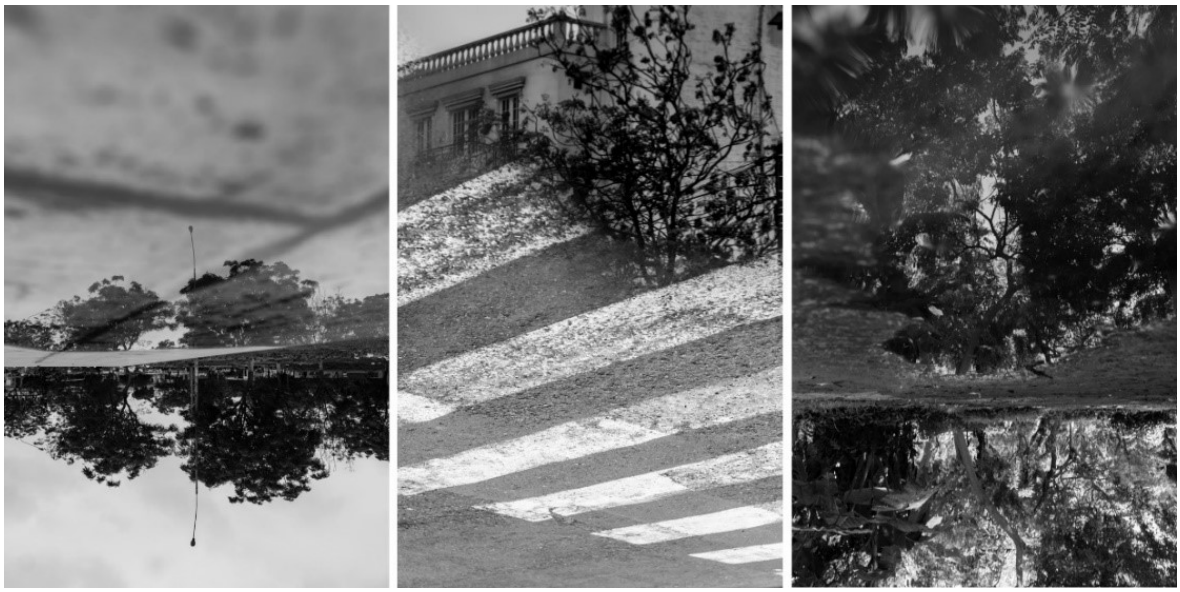


Fig. 10. Serie fotográfica. Orrillo, J. (2018). Citas visuales del proyecto final elaborado por el estudiante Luis Felipe Arroyo Cornejo.

Finalmente, con respecto al indicador manejo de narración visual se obtuvieron los resultados más bajos para ambos grupos de estudio en el pre test, con un porcentaje mayoritario de estudiantes ubicados en el nivel inicio, con promedios de 62 puntos para el grupo control y 66 puntos para el grupo experimental.

Esto se explica por el mayor nivel de complejidad que implica el dominio de este último indicador, el cual exige, además del dominio de los dos primeros, un mayor nivel de elaboración conceptual y la aplicación creativa de las capacidades para la elaboración de los proyectos fotográficos. En otras palabras, el dominio de este indicador exige un mayor nivel de alfabetización visual, que no puede adquirirse empíricamente sólo consumiendo o compartiendo imágenes en entornos digitales.

Posteriormente, en el post test este indicador arrojó, frente a los 67 puntos obtenidos por el grupo control, un promedio de 111 puntos para el grupo experimental, lo que los ubica en el nivel satisfactorio y nos permite confirmar el éxito en la aplicación del tutorial "El lenguaje de la fotografía" para lograr un desarrollo significativo en las capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos.

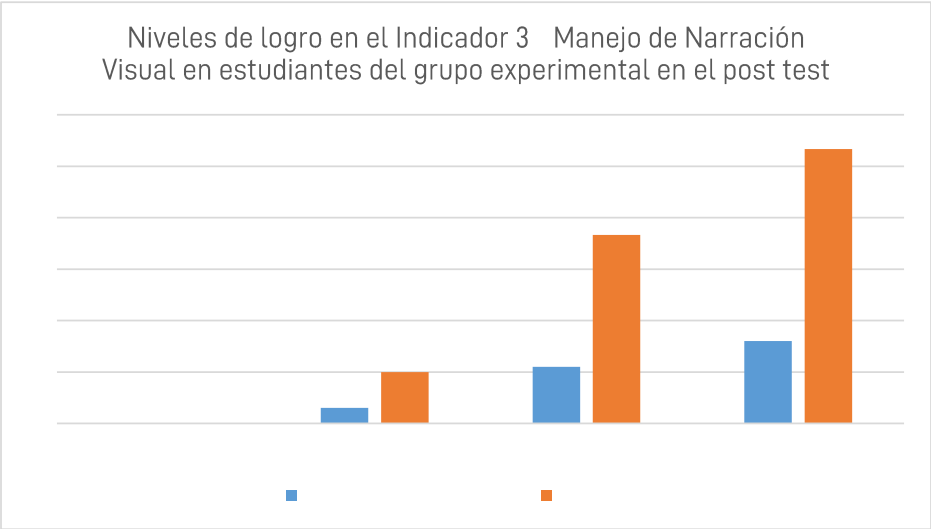


Figura 11. Grupo experimental. Post test. Niveles de logro del indicador 3. Orrillo, J. (2018)



Fig. 12. Serie fotográfica. Orrillo, J. (2018). Citas visuales del proyecto final elaborado por el estudiante Kesley Fernández Rodriguez

CONCLUSIONES

A modo de síntesis final, quedó demostrada la eficacia del tutorial "El lenguaje de la fotografía" para el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes de Ciencias de la Comunicación. La influencia significativa del tutorial se determinó con la aplicación del post test que arrojó como resultado 15.51 puntos de promedio en el grupo experimental y 12 puntos en el grupo control; es decir que mientras este último experimentó un desarrollo moderado, el promedio del grupo experimental se elevó ampliamente. Hemos demostrado así que al sistematizar bajo la forma de un tutorial la enseñanza del lenguaje fotográfico se produce un desarrollo significativo de las capacidades para la elaboración de proyectos fotográficos y, por ende, se estaría contribuyendo a elevar el nivel de alfabetización visual de los estudiantes.

Si las fotografías son cortes en la realidad enmarcadas en una cultura y una forma de ver determinada (Renobell, 2005), entonces, a partir de los resultados obtenidos, podemos afirmar que la precisión y la originalidad en el corte está dado por el nivel de alfabetización visual de los fotógrafos.

La alfabetización visual se mide por la capacidad de comprender y decodificar, pero también de generar imágenes fotográficas. En ese sentido, podemos equiparar el desarrollo de las capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos como un primer eslabón en el proceso de alfabetización visual de los estudiantes, el cual debería continuar a través de análisis transversales de los mensajes visuales realizados desde los diferentes cursos de la carrera de Ciencias de la Comunicación, especialmente desde las áreas de periodismo, publicidad y medios audiovisuales.

Hemos equiparado aquí alfabetización visual con el entrenamiento básico en el manejo, comprensión y lectura del lenguaje fotográfico. La alfabetización visual, sin embargo, excede con mucho el campo de lo estrictamente fotográfico y es prácticamente una condición indispensable para sobrevivir en el mundo vertiginoso de la comunicación y la cultura visual que nos rodea. Aun así, la fotografía está plenamente reconocida en el ámbito académico como la piedra angular en el estudio del complejo edificio de la comunicación visual contemporánea. Como lo señalan Marzal y Soler (2011): "Creemos que no es posible abordar, de forma seria y rigurosa, el estudio de la imagen cinematográfica, televisiva o videográfica, si no es partiendo de una sólida base de conocimientos de fotografía. Debemos asumir que la fotografía ha de tener un protagonismo mucho mayor en los planes de estudio de las titulaciones de ciencias de la comunicación, si queremos formar profesionales más competitivos".

Si bien ha quedado demostrada la eficacia del tutorial para el desarrollo de capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos, esto no constituye sino el primer paso en el largo proceso de consolidar el nivel de alfabetización visual de nuestros estudiantes. Esto significa que las capacidades alcanzadas pueden fácilmente diluirse si posteriormente no se articula el trabajo iniciado con diferentes cursos dentro del programa de estudios de Ciencias de la Comunicación.

En definitiva, la alfabetización visual y el adiestramiento en la construcción y/o deconstrucción de mensajes fotográficos deberían ser contenidos transversales en la academia, en la práctica docente y en la formación de estudiantes, para observar con lucidez el universo acrítico del consumismo visual que se nos impone desde fuera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Concha, J. (2001). Imagen fotográfica y lenguaje. *Aisthesis*, No.34, 264-273

2. Flusser, V. (1990). *Hacia una filosofía de la fotografía.* México: Editorial Trillas

3. Martínez Luna, S. (2014). *Cultura visual y educación de la mirada: imágenes y alfabetización.* Revista Digital do LAV, vol 7, num. 3, 3-18

4. Marzal, J. (Febrero de 2010). *Repensar la fotografía en el marco de la cultura visual contemporánea.* En J. García Galindo (Presidencia), *Comunicación y desarrollo en la era digital.* Ponencia llevada a cabo en el II Congreso Internacional de la Asociación Española de Investigación en Comunicación, Málaga, España.

5. Marzal, J. y Soler, M. (2011) *Hábitos de consumo y usos de la fotografía en la era digital entre estudiantes de Comunicación.* Comunicar. Revista científica de Educomunicación, vol. XIX, num.37

6. Orrillo, J. (2018). *Aplicación del tutorial "El lenguaje de la fotografía" para desarrollar capacidades en la elaboración de proyectos fotográficos en estudiantes de Ciencias de la Comunicación (Tesis de maestría).* Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú

7. Renobell, V. (2005) *Hipervisualidad. La imagen fotográfica en la sociedad del conocimiento y de la comunicación digital.* UOC Papers. Revista sobre la sociedad del conocimiento, num.1

8. Sontag, S. (2006). *Sobre la fotografía.* México: Alfaguara

9. Trivelli, C. (19 de mayo de 2016). *¿Qué es un proyecto fotográfico?* [Entrada en un blog]. Recuperado de https://centrodelaimagen.edu.pe/blog/que-es-un-proyecto-fotografico

10. Vich, V. (2014). *Desculturizar la cultura. La gestión cultural como forma de acción política.* Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

PuebloCont. Vol. 30(1): 227-233, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30119

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Características de la percepción docente sobre el perfil del egresado, 2018-10, de la Escuela de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego - campus Trujillo

Characteristics of the perception of the professor on the profile of students who have finished their studies, in 2018 - 10 at the School of Communication Sciences of the Universidad Privada Antenor Orrego, in Trujillo campus

Atilio León Rubio[1]

Recibido: 17 de enero de 2019
Aceptado: 03 de febrero de 2019

RESUMEN

Esta investigación se refiere a la percepción docente sobre el perfil de egreso, 2018 10, de la Escuela de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego. El objetivo de este estudio fue determinar las características de las áreas de formación profesional en el desarrollo de las habilidades genéricas y específicas que configuran el perfil de egreso de la promoción 2018 10, del campus Trujillo. El propósito del estudio fue también identificar la ubicación del rango de variabilidad del perfil de egreso durante el semestre académico 2018 10. Los datos fueron recolectados mediante una encuesta de opinión docente sobre la participación de las áreas de formación profesional en el desarrollo de las habilidades del perfil de egreso de la promoción. La principal característica de la percepción docente es la ubicación del perfil de egreso en el tercio inferior de su campo de variabilidad.

Palabras clave: Perfil de egreso, variabilidad del perfil de egreso, habilidades del perfil de egreso, tercio inferior.

1 Doctor en Educación – Docente ordinario principal - Universidad Privada Antenor Orrego

ABSTRACT

This research refers to the teacher's perception of the exit profile, 2018 10, from the School of Communication Sciences of the Universidad Privada Antenor Orrego, district of Trujillo, province of Trujillo, region La Libertad (Perú). The objective of this study was to determine the characteristics of the professional training areas in the development of the generic and specific skills that make up the graduation profile of the 2018 10 promotion, from the Trujillo campus. The purpose of the study was al so to identify the location of the range of variability of the graduation profile during the academic semester 2018 10. The data were collected through a teacher opinion survey on the participation of professional training areas in the development of skill s of exit profile of the promotion. The main characteristic of teaching perception is the location of the graduation profile in the lower third of its field of variability.

Keywords: Graduation profile, graduation profile variability, graduation profile skills, lower third.

INTRODUCCIÓN

La percepción docente sobre el perfil de egreso de una escuela profesional universitaria se entiende como la apreciación valorativa de lo que el estudiante considera que sabe, sabe hacer y sabe cómo es, al término de sus estudios universitarios (León, 2013:268).

El perfil de egreso establece los rasgos y competencias de un profesional que se desempeña en la sociedad, en campos que le son propios (o atribuidamente propios) y enfrenta los problemas, moviliza diversos saberes y recursos de redes y contextos; con capacidad para dar razón y fundamentar sus decisiones, y ser responsable de sus consecuencias (Hawes y Troncoso, 2007).

El perfil de egreso "describe el desempeño esperado de un egresado, certificado por la institución universitaria, en términos de las habilidades logradas en el proceso formativo, representa el compromiso social de la universidad en el logro de las competencias adquiridas en el curso de un itinerario formativo o plan de formación" (Hawes, 2010). Para CNA-CHILE (2008:18), el perfil de egreso precisa qué es lo que la universidad espera lograr.

En el perfil de egreso, la universidad expresa a la sociedad el compromiso de formar una determinada identidad académico-profesional, especifica con claridad los compromisos formativos y los principales espacios de realización del profesional y sus competencias de desempeño (León, 2013:268).

Una carrera profesional se beneficia de la calidad certificada del perfil con el que egresan sus estudiantes porque: a) contribuye al impacto y a la significatividad de sus campañas de promoción; b) incrementa las expectativas de sus grupos de interés; c) mejora la empleabilidad de sus egresados y d) influye en la decisión de elegir la carrera a estudiar (León, 2013:269).

La formación académico-profesional concluye con la expedición del reporte institucional de tener la condición de egresado. Este hecho expresa el logro del complejo de habilidades genéricas (HG) y específicas (HE) de orden intelectual y tecnológico en un campo profesional. El nivel de dominio del precitado complejo pone de manifiesto el perfil real de egreso que posee el estudiante, al término de ciento setenta semanas de participación en el desarrollo de un currículo o programa de formación profesional. Para alcanzar el nivel ideal de logro, "el programa de estudios implementa mecanismos para asegurar que los egresados logran el per fil de egreso establecido en los documentos curriculares" (Sineace, 2016:17).

El perfil de egreso comprende los aprendizajes de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales correspondientes a las áreas curriculares de formación profesional, mediante las cuales se posiciona en los estudiantes los saberes requeridos para su inserción laboral, tal como se describe en el modelo educativo UPAO (2017).

A partir del análisis de la colaboración de los grupos de interés (o stakeholders), se vislumbra y establece en el currículo el conjunto de saberes que debe poseer quien egresa de una carrera profesional universitaria.

El conocimiento del perfil real de egreso tiene singular importancia por evidenciar la naturaleza y calidad de la gestión, los procesos y los medios y materiales en la planificación, el desarrollo y la evaluación de los aprendizajes. Asimismo expresa el nivel de satisfacción y fidelidad de los estudiantes con su alma mater.

Teóricamente, el docente universitario conoce el perfil con el que los estudiantes deben concluir los estudios universitarios; sin embargo, esto no es válido por las siguientes peculiaridades del trabajo académico en la carrera de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego:

1. Desinformación del docente sobre el perfil de egreso.
2. Elaboración del sílabo a partir de la sumilla de la asignatura.
3. Establecimiento directo de las competencias de aprendizaje asignatural.
4. Ausencia de correspondencia entre la asignatura y las habilidades de egreso.
5. La precaria coordinación docente a nivel de áreas de formación profesional.
6. Ausencia de evaluación del perfil de egreso.

Las consecuencias de esta realidad se observan en el desempeño docente, caracterizado por:

1. Desvinculación del futuro profesional con las funciones en el campo laboral.
2. Falta de integración de los aprendizajes de la especialidad a nivel de ciclo y áreas de formación profesional.
3. Utilidad disminuida de los aprendizajes para el futuro desempeño laboral.
4. Preferente atención a la actualización de los contenidos de aprendizaje.
5. Uso bibliográfico por analogía con las carreras pares.
6. Tendencia al desarrollo de las asignaturas para su aprobación.

El desconocimiento del perfil de egreso por los docentes de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego indujo a postular las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son las características del perfil de egreso de la promoción 2018 10 de la carrera de Ciencias de la Comunicación?
2. ¿En qué medida las experiencias de aprendizaje de las áreas de formación profesional de la carrera de Ciencias de la Comunicación configuran el perfil de egreso de la promoción 2018 10?
3. ¿Qué discrepancia existe entre el perfil de egreso previsto oficialmente y el perfil de egreso real 2018 10 de la carrera de Ciencias de la Comunicación?
4. ¿En qué nivel las áreas de formación profesional de la carrera de Ciencias de la Comunicación intervienen en el desarrollo de las habilidades del perfil de egreso 2018 10?

La novedad, trascendencia, utilidad y el impacto fueron criterios para ponderar estas interrogantes. La mayor ponderación se asignó a la cuarta interrogante, a juicio de experto (Tabla 1).

El texto de la interrogante de investigación fue:

¿En qué nivel las áreas de formación profesional de la carrera de Ciencias de la Comunicación intervienen en el desarrollo de las habilidades del perfil de egreso 2018 10?

CRITERIO INTERROGANTE	SIGNIFICATIVIDAD	APORTE	NOVEDAD	IMPACTO	VIABILIDAD	TOTAL
1	2	3	3	2	4	14
2	5	3	4	3	3	18
3	3	4	4	4	3	18

Tabla 1. Ponderación de las interrogantes de investigación

JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica por ser de necesidad institucional:

1. El conocimiento de las áreas de formación profesional del egresado para la inserción de innovaciones de actualización y desarrollo curriculares.
2. La disposición de información para determinar e implementar estrategias de mejoramiento de la imagen y prestigio de la carrera profesional.
3. Disponer de información para consensuar la orientación y el desarrollo de los procesos de ejecución curricular para la obtención de un perfil de egreso competitivo y deseado por el mercado de trabajo del comunicador social orreguiano.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue determinar las características de la percepción docente de las áreas de formación profesional en el desarrollo de las habilidades genéricas y específicas que configuran el perfil de egreso de la promoción 2018 10.

MATERIAL Y PROCEDIMIENTO

La percepción de los profesores sobre las características de las áreas de formación profesional es que tales áreas participan de manera reducida, en un máximo de 30%, en el logro de las habilidades genéricas y habilidades específicas del perfil del egresado. La recopilación de esta información se realizó en la población muestral, conformada por treintidós docentes de asignaturas de la especialidad.

El instrumento utilizado fue un cuestionario de encuesta, de 20 ítems referentes a las habilidades genéricas (8) y habilidades específicas (12) de la promoción 2018 10. Este cuestionario fue administrado de manera personalizada, con respeto a la libertad de actuación y a la privacidad de cada docente.

La información se organizó y tabuló para, luego, procesarla globalmente y deducir, de la gráfica integral, lo correspondiente a cada área. Mediante el procesamiento se visualizó la ubicación porcentual de la intervención de las seis áreas de la formación profesional en el desarrollo de las habilidades genéricas y específicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 y figura 1 se muestran los datos sobre la percepción porcentual de las áreas en el desarrollo de habilidades genéricas. Luego del análisis respectivo, se afirma que:

Tabla 2. Percepción porcentual de las áreas en el desarrollo de habilidades genéricas

HG	PE	RA	TV	MKT	CPD	CC
1	8	25	13	17	17	21
2	20	13	10	17	30	10
3	16	19	16	13	16	19
4	17	13	17	8	29	17
5	10	18	15	21	18	18
6	7	7	7	29	25	25
7	16	16	23	14	19	12
8	0	0	13	20	33	33

Leyenda: PE periodismo, RA radio, TV televisión, MKT marketing, CPD comunicación para el desarrollo, CC comunicación corporativa

1. El predominio de las seis áreas se ubica en el tercio inferior del campo de formación de las habilidades genéricas.
2. El predominio de las cinco primeras habilidades genéricas se ubica en el quinto inferior.
3. En el logro de las habilidades genéricas dos y cuatro, el área de comunicación para el desarrollo tiene la mayor ponderación, en tanto que el área de marketing en la habilidad seis; la mayor ponderación en la formación de la habilidad ocho es ejercida por las áreas de comunicación para el desarrollo y la de comunicación corporativa.
4. El área de marketing tiene menor ponderación en la formación de la cuarta habilidad genérica.
5. Las áreas de radio, televisión y periodismo tienen menor ponderación en el desarrollo de la sexta habilidad genérica.
6. Solo las áreas de comunicación para el desarrollo y la comunicación corporativa tienen mayor ponderación en el logro de la sexta habilidad genérica.
7. En el desarrollo de la habilidad genérica dos, las áreas comunicación corporativa y televisión tienen igual ponderación; en tanto que en el desarrollo de la habilidad genérica seis concurren las áreas de periodismo, televisión y radio con igual nivel de ponderación.

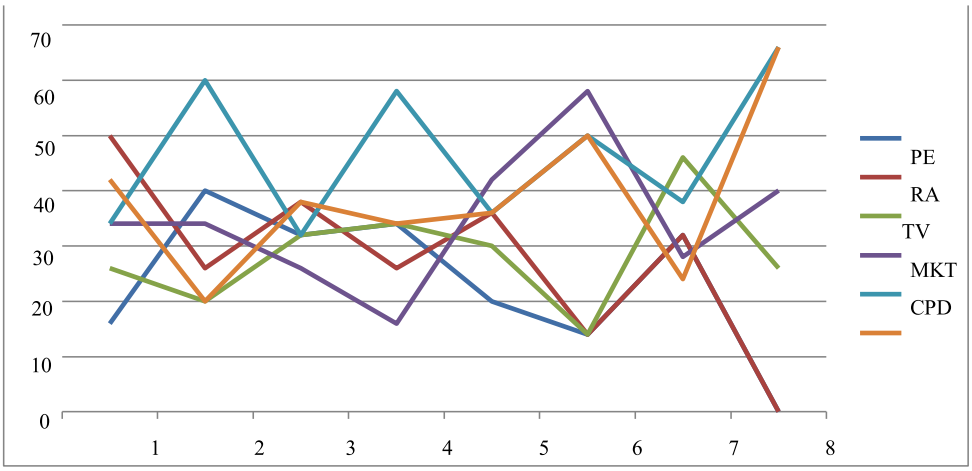


Figura 1. Percepción porcentual de las áreas en el desarrollo de habilidades genéricas.

Tabla 3. Percepción porcentual de las áreas en la formación de las habilidades especificas

HE	PE	RA	TV	MKT	CPD	CC
1	24	24	24	15	3	12
2	27	20	27	0	20	7
3	7	13	7	33	20	20
4	10	10	13	20	20	27
5	4	12	4	23	27	31
6	0	0	8	15	23	54
7	11	11	11	5	31	31
8	5	9	9	29	19	29
9	8	12	12	26	19	23
10	5	5	5	38	16	31
11	9	18	23	23	9	18
12	13	17	17	9	30	13

En la tabla 3 y figura 2 se presentan los datos de la percepción porcentual de las áreas en la formación de las habilidades específicas. Luego del análisis respectivo, se afirma que:

1. El área de comunicación corporativa tiene la mayor participación en el logro de la sexta habilidad específica; en tanto que el área de periodismo la mayor ponderación corresponde a las áreas de radio, televisión, marketing y comunicación para el desarrollo, en el logro de la tercera y décima habilidades específicas.

2. El área de periodismo carece de intervención en el desarrollo de la segunda habilidad específica.

3. Las áreas de comunicación para el desarrollo y comunicación corporativa no tienen presencia en el desarrollo de la sexta habilidad.

4. El área de radio tiene mayor participación en el desarrollo de la habilidad específica uno y, en menor nivel, en la habilidad especifica dos, en las que las áreas de periodismo y televisión tienen mayor participación.

5. Las áreas de periodismo y radio no intervienen en el desarrollo de la habilidad específica seis.

6. Las áreas de periodismo, radio y televisión tienen idéntico nivel de intervención en el desarrollo de las habilidades específicas siete y diez.

7. El área de comunicación para el desarrollo tiene mayor participación en el desarrollo de las habilidades específicas siete y doce, y menor en las habilidades específicas uno y once.

8. El área de marketing tiene mayor intervención en el desarrollo de la habilidad especifica diez, ligeramente mayor que la del área de comunicación corporativa; el área de marketing carece de participación en el desarrollo de la habilidad específica dos.

9. Las áreas de periodismo, radio y marketing tienen similar nivel de intervención en el desarrollo de la habilidad específica.

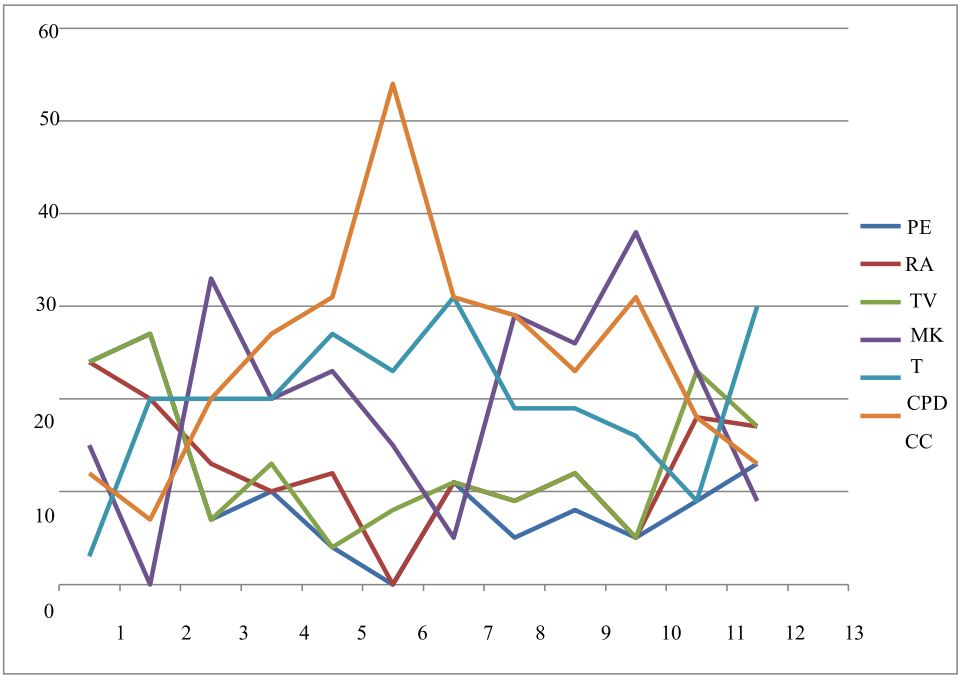


Figura 2. Percepción porcentual de las áreas en el desarrollo de habilidades específicas.

10. Las áreas de televisión y marketing tienen igual nivel de participación en el desarrollo de la habilidad específica once.

11. El área de marketing tiene igual nivel de participación en el logro de las habilidades específicas cinco y once.

12. Las áreas de radio y televisión tienen igual nivel de intervención en el desarrollo de la habilidad específica doce.

El análisis comparativo de la ponderación de las áreas de formación profesional en el logro de las habilidades genéricas y específicas conduce a puntualizar que:

1. El área de periodismo interviene en el desarrollo de la segunda habilidad genérica y, en la misma magnitud, en el desarrollo de la segunda habilidad específica. Esta área tiene su menor intervención en el desarrollo de la sexta habilidad genérica, en tanto que la menor participación en el desarrollo de la cuarta habilidad específica.

2. En el desarrollo de la primera habilidad genérica y primera específica, el área de radio tiene mayor intervención; y menor participación en el desarrollo de la sexta habilidad genérica y en la décima habilidad específica.

3. El área de televisión tiene mayor participación en el desarrollo de la sétima habilidad genérica y en la segunda habilidad específica; sin embargo, menor intervención en el desarrollo de la sexta habilidad genérica y en la quinta habilidad específica.

4. El área de marketing tiene mayor presencia en el desarrollo de la sexta habilidad genérica y en la décima específica, menor intervención tiene en el desarrollo de la tercera habilidad genérica y en la sétima específica.

5. El área de comunicación para el desarrollo tiene mayor presencia en el logro de la octava habilidad genérica y en la primera especifica.

6. El área de comunicación corporativa tiene mayor presencia en el desarrollo de la octava habilidad genérica y en la sexta especifica; en tanto que menor participación en el desarrollo de la segunda habilidad genérica y habilidad específica.

En cuanto a la intervención promedio de las áreas de formación profesional en el desarrollo de las habilidades genéricas y habilidades específicas, se resalta que:

1. No hay diferencia numérica apreciable en el nivel máximo de intervención de las áreas de formación profesional en el logro de habilidades genéricas y habilidades específicas. Este nivel se ubica en el tercio inferior.

2. La intervención de las áreas de formación profesional es mínima en el logro de las habilidades genéricas y habilidades específicas, que se ubican en el sexto inferior del tercio inferior de la máxima intervención de las áreas de formación profesional.

Las precitadas inferencias significan que las habilidades genéricas conforman un todo coherente de competencias del perfil de egreso. Lo sobresaliente es la secuencialidad e interrelación de las habilidades genéricas. Se nota que, sin excepción, las habilidades genéricas son indicadores de la participación, en mayor o menor grado, de las seis áreas en las que son formados los egresados de la carrera de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Las áreas de formación profesional configuran las habilidades específicas, correspondientes a las habilidades genéricas del perfil de egreso; las áreas, individuales o relacionadas, generan habilidades genéricas y habilidades específicas; sin embargo, es evidente la discrepancia entre el perfil de egreso real y el perfil que se espera lograr mediante el programa de formación profesional, tal como es concebido por el CNA-Chile (2018:18).

La variabilidad del nivel de participación de las áreas en la formación de las habilidades genéricas y habilidades específicas orienta la atención a la calidad de la gestión académica, los procesos académico-pedagógicos, así como a los recursos intervinientes en el desarrollo del proceso de formación profesional. Esta es la vía obligatoria a tomar en cuenta, en coherencia con el modelo educativo de la Universidad Privada Antenor Orrego y el modelo de acreditación para programas de estudios de educación superior universitaria de nuestro país.

CONCLUSIONES

La percepción docente se caracteriza por la ubicación del perfil de egreso en el tercio inferior de su campo de variabilidad.

La variabilidad de la participación de las áreas de formación profesional se focaliza en el intervalo porcentual 5 – 28 a nivel de habilidades genéricas y 5 – 33 a nivel de habilidades específicas.

El nivel de variabilidad de la participación de las áreas de formación profesional muestra la existencia de un perfil de egreso no deseado, que se caracteriza por el bajo nivel de dominio de las habilidades genéricas y específicas, establecidas en el currículo de formación.

Se detecta la existencia de un faltante del doble de habilidades reales de egreso. El nivel del perfil de egreso 2018 10, en la percepción de los docentes de la carrera de Ciencias de la Comunicación, induce a estimar la presencia de factores perturbadores en la implementación, gestión y desarrollo de los procesos para lograr las habilidades genéricas y habilidades específicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CNA-CHILE (2008). *Manual para pares evaluadores.* p. 16. Recuperado de: www.acreditacion.d/pdf/manual_para_evaluadores.pdf

2. Hawes, G. (2010). *Perfil de egreso*. Santiago de Chile: Universidad de Chile

3. Hawes., G. y Troncoso, K. (2007). *Perfil de egreso-educación superior.* Santiago de Chile-Universidad de Chile. Recuperado de: www.gustavohawes.com/Educacionsuperior/2010/Perfildeegreso.pdf.

4. León, A. (2013). Nivel de logro del perfil de egreso de una escuela profesional universitaria. Trujillo-Perú. *Pueblo Continente*.; 24(1)

5. *Modelo Educativo UPAO* (2016). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo: Perú.

6. Sineace (2016). *Modelo de acreditación para programas de estudios de educación superior universitaria.* Lima: Perú



PINTURA





"Cactus con personaje rojo"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 237-241, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont. 301.30120

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Los espíritus de Susana

Por Domingo Varas Loli



Pintora, dibujante, ilustradora, Susana Aguilar Yauri (Trujillo, 1980) desvela en esta entrevista los misterios de su obra.

Un día del año 2006, Susana Aguilar sintió una suerte de revelación cuando, en un simposio de arte rupestre, escuchó una frase del antropólogo Alfredo Mires que marcó de manera decisiva su obra creativa. "Mirar a un cerro como si solo fuera un montón de piedras es como mirar a una persona como si solo fuera un montón de huesos", dijo Mires.

"Esa frase caló bastante en mí. Creo que a partir de ahí comencé a mirar de distinta manera el paisaje. En los cerros descubrí que habitaban muchos personajes", dice la artista plástica varios años después tratando de esclarecer los hitos de su trayectoria artística, la génesis de su universo misterioso, en el que las fuerzas de la naturaleza cobran protagonismo. Entonces se dio cuenta que no era un desvarío el interés que había empezado



a sentir por el color, la textura y las formas en las huacas y otros lugares sagrados; primero, de modo inconsciente y, después, con la lucidez instantánea de una revelación.

Recuerda que cuando era una niña visitaba San Miguel del Faique (Piura) y su abuelo la llevaba a la chacra. Se sentía poseída por el intenso júbilo con que su espíritu libre se recreaba ante los espectáculos secretos que ofrece la naturaleza a los espíritus hipersensibles. Pero todavía no era consciente que en esa mirada zahorí iba a radicar la clave de su mundo creativo, su fascinación por las piedras, el viento y los cerros, aquel universo propio donde sus personajes parecen formar parte de la misma genealogía que los íconos del arte prehispánico.

Ahora lo puede responder con meridiana claridad porque la tregua en la creación que ha asumido desde hace algún tiempo le ha permitido aclarar los secretos de su enigmática iconografía. El recuerdo más antiguo se remonta a unas conversaciones y caminatas fuera de la ciudad con sus amigos arqueólogos Hendrik Espinoza y Bruno Alva. Posteriormente, en sus recorridos por el Cerro Oreja, el cerro Ochiputur y la Quebrada Santo Domingo comenzó a sentir una fuerte conexión con los seres de la naturaleza.

"Hasta el rumor de los vientos de pronto cobraba vida, sentía la arena como si fuera una piel", explica la artista que en cada una de esas salidas sentía como su imaginación descubría a esos espíritus que habitan en las entrañas de la Tierra, desapercibidos para la sensibilidad embotada de los citadinos que viven encerrados entre cuatro paredes.

Muchos de los personajes de sus dibujos y pinturas los concibió y plasmó sin hacer bocetos; otros los descubría en medio del proceso de la creación. En algunas ocasiones los motivos de sus cuadros le han caído como regalo del cielo. Por ejemplo, recuerda nítidamente al zorro que apareció y los acompañó hasta un campamento en la Quebrada Santo Domingo. Otras veces, en medio del desierto, las aves sobrevolaban quietas convocando su atención.

A partir de entonces, sin prisa pero sin pausa, fue asumiendo su vocación artística, la que se había manifestado desde niña haciendo dibujos para sus compañeras de estudios. Su primera vocación, sin embargo, no fue las artes plásticas sino la arquitectura. Esta indecisión no duró mucho, pues cuando tenía diecisiete años se matriculó en el taller de dibujo y pintura que dictaba el maestro Pío Ángel. En ese taller sintió el milagro de la creación: "Darme cuenta que podía dar volumen a las cosas, explorar las infinitas tonalidades de colores, pintar y dibujar me permitió descubrir lo que más me gustaba en la vida".

No lo pensó dos veces y al año siguiente ingresó a la Escuela Superior de Bellas Artes "Macedonio de la Torre" de Trujillo. El encuentro con otros jóvenes estudiantes -abrasados por la misma vocación y con sus propias búsquedas estéticas



"Oh Chiputur"
Susana Aguilar Yauri / Trujillo - Perú

-fue como salir de una burbuja. Allí satisfizo su insaciable curiosidad observando las obras de sus compañeros. De aquellos años, recuerda con admiración las obras de sus compañeros Fresia Zavaleta, Isabel Urquiaga y Guillermo Chávez.

EL PERIODO DE TRANSICIÓN

Cuando egresó de la Escuela de Bellas Artes, el 2004, la figura humana y los personajes conocidos como "cuchimilcos" pululaban en su imaginación y cautivaban su interés. Estos últimos los descubrió en los libros de arqueología que le prestaban sus amigos, mientras que su interés por la figura humana nació durante los años de formación en la escuela, donde los profesores ponían énfasis en el dominio de la representación fidedigna del cuerpo.

Los cuchimilcos son estatuillas de barro macizo, decoradas con pigmentos, que representan figuras humanas con los brazos cortos y extendidos, como dispuestos para volar o invitando un abrazo. Estos ceramios fueron hallados en los sitios arqueológicos de la cultura Chancay que se desarrolló en la costa central del Perú entre los años 1200 y 1470, cuyo epicentro fue la actual provincia de Huaral en la región de Lima.

"A mí me interesa que mis personajes transmitan algo de su propia vida, no solo que se vean bonitos", afirma Susana. Y añade que salir de este periodo implicó una ruptura porque tenía que deshacerse de cosas que no le gustaban. Sentía que su obra no representaba su sensibilidad con la misma potencia expresiva. Por eso sus dibujos y pinturas comenzaron a poblarse de otros seres como los cactus y las piedras, que empezaron a cobrar vida por la magia de su arte.

En ese proceso de búsqueda tuvo otra epifanía entre los años 2006 y 2007 cuando descubrió la obra de Tilsa Tsuchiya (Supe, 1928 – Lima, 1984), primero en el catálogo compilatorio de la Fundación Telefónica y luego en la colección privada de Gerardo Chávez. "Lo que me cautivó fue la atmósfera poética de sus pinturas, sus enigmáticos personajes, las veladuras que como neblinas crean una atmósfera de misterio", acota. La admiración por la obra de Tilsa fue mayor cuando, un año después, en la casa del poeta Arturo Corcuera, vio los dibujos originales que la artista había creado para ilustrar el poemario Noé delirante (1963).

Gerardo Chávez es otro de los pintores cuya impronta en su obra reconoce sin ambages. "Lo que más me gusta de su obra son sus personajes en barro, los colores tierra que utiliza especialmente en sus cuadros de gran formato sobre yute como Orígenes, El Otro Ekeko y La procesión de la papa", dice tratando de explicar el influjo del pintor trujillano. "Creo que hay una afinidad, una mirada compartida, ancestral, cada uno en su estilo tenemos una forma parecida de ver el mundo", añade sobre la influencia consciente que sobre ella han ejercido Chávez y Tsuchiya.

UNA TREGUA CREATIVA

Cuando nos recibe en su casa nos advierte que actualmente se encuentra dedicada a la crianza de sus hijos Illari y Gabriel. El 2011, con su primer embarazo, entró en una pausa creativa de ocho años durante los cuales sólo participó en algunas muestras colectivas, periodo que culminó el 2018 con la presentación de su segunda exposición individual Paisaje Mítico en la galería Impromptu de El Cultural. Sin embargo, ella no siente esta pausa como un sacrificio. "Por ahora mi mayor creación son mis hijos, me preocupa que ellos estén emocionalmente fuertes".

Aunque se levanta de madrugada para pintar o dibujar durante algunas horas, en su mente sigue creando incansablemente, bullen una serie de proyectos. Cualquier objeto, una planta, un ave, una palabra le sugieren formas y la retrotraen a su niñez cuando mantenía una comunicación asidua con la realidad invisible. Recuerda que, de pronto, la asaltaban imágenes en formas de puntos de colores y estos se extendían de una pared a la otra formando una figura deslumbrante en medio de la oscuridad. También sentía la presencia de seres que iban a morir, cuya identidad no adivinaba al principio. Este don lo perdió de alguna manera después de ser madre o simplemente cambió de forma esta predisposición para ver más allá de lo evidente.

Según el crítico de arte Manuel Munive Maco, en la obra de Susana Aguilar "no sólo encontramos una propuesta de alta exigencia pictórica sino también un imaginario complejo, resultante de su original y clarividente mirada sobre el mundo que la rodea: en sus pinturas quedan revelados a su vez otros mundos paralelos e interconectados mediante el paisaje, el cosmos y la memoria ancestral". Y sobre sus recientes dibujos hechos con la minuciosa técnica del puntillismo, el mismo autor señala "la persistencia de algunos de sus temas predilectos, específicamente sus visiones del paisaje desértico o pétreo y su ingente potencial mítico".

En los últimos años, Susana Aguilar ha tenido tiempo para hacer un balance de su arte y siente que ha ganado más seguridad y su mirada del mundo se ha vuelto más asertiva. "Lo único que quiero es que mi arte transmita vitalidad", afirma tajante antes de anunciar que tiene en mente una serie de proyectos, entre los que está la ilustración. En su imaginación creadora ha comenzado a almacenar dibujos, retazos de conversaciones, imágenes que le inspiran sus lecturas sobre arte prehispánico y mitología andina. Por ahora está en compás de espera.



Otro proyecto es aprender a teñir mantos y telares con pigmentos naturales. Su fascinación por el color y los personajes de los mantos Paracas no ha disminuido y le gustaría continuar explorando esta veta. Ya en su cuadro Espíritus de piedra, con el que ganó el XXVII Concurso Nacional Michell de Pintura, se hizo patente esta influencia.

Se define a sí misma como una exploradora. "No sé en qué búsqueda me encontraré, solo sé que siempre estaré ligada al paisaje del desierto y al arte ancestral, porque allí me siento bien. Quiero sobre todo que mis cuadros transmitan la vida secreta de esos espacios".

En medio de este mare mágnum de sensaciones y planes, Susana Aguilar sostiene, con pétrea convicción, que el arte la ha llevado a conectarse con lo trascendente y a encontrar una mirada personal del paisaje que nos rodea. "Es el medio de expresión que tengo, sin el arte no me sentiría completa", afirma la artista antes de terminar la entrevista y enfocar la mirada hacia sus próximos proyectos.

SUSANA AGUILAR YAURI

Trujillo, Perú 1980
tuti.aguilar@gmail.com
http://susanaaguilaryauri.blogspot.com/

Estudios

Escuela Superior de Bellas Artes de Trujillo "Macedonio de la Torre". Egresada el 2004

Diseño gráfico y publicidad, Instituto del Norte, Trujillo. 2001-2002

Premios y distinciones

Primer Premio, II Concurso Alfa Romeo de Pintura y Técnica Mixta, Lima, 2008

Primer Premio, XXVII Concurso Nacional Michell de Pintura, Arequipa, 2007

Finalista, Pasaporte para un Artista, Embajada de Francia, Lima, 2009

Finalista, Concurso Nacional del Año Internacional de la Papa, Lima, 2008

Exposiciones Individuales

2018: "Paisaje mítico" – Galeria Impromptu, Trujillo

2010: "Tierra + Tierra" - Galería Celda de Arte Virtual, Lima

2007: "Canto de los Apus"- Galería Impromptu, Trujillo

Bipersonales

2009: "Tierra" (con el fotógrafo José Carlos Orrillo) - Galería Azur, Trujillo

2007: "Mythes et légendes du Pérou" (con la pintora Zenaida Cajahuaringa) - Casa de América Latina Bruselas, Bélgica

"Habitantes" (con el fotógrafo José Carlos Orrillo) - Galería Club Colonial, Huanchaco, Perú

Colectivas

2017: El Desafío de la Realidad – Homenaje III Bienal de Arte Contemporáneo de Trujillo. Casa de la Identidad Regional, Trujillo

2016: El Desafío de la Realidad – Artistas visuales trujillanos. Galería de Artes Visuales, Universidad Ricardo Palma, Lima

2013: Del surrealismo al pensamiento crítico. Tres generaciones del norte peruano. Galería Enlace -

Sala de Arte Viajes El Corte Inglés, Lima

"Subasta de arte" La Casa de la Familia - Club Empresarial, Lima

2009: "Pasaporte para un Artista" Itinerante - Galería l'Imaginaire, Lima / Galería del Club Central,

Galería de Scotiabank, Trujillo / Museo de Arte Contemporáneo, Arequipa "Noche de Arte" - Sede del Banco Continental, Lima

"Ruway" - III Salón de artes visuales inspirado en arte rupestre - Galería Azur, Trujillo

"Donde el viento juega con las redes" - Centro de Arte y Cultura de Getafe / España

2008: "Subasta de arte". La Casa de la Familia- Museo de Osma, Lima

"La belleza no basta". II Concurso Alfa Romeo de Pintura y Técnica Mixta - Galería Artco, Lima "La Papa" Concurso Nacional del Año Internacional de la Papa - Centro Cultural de España

2007 "XXVII Concurso Nacional de Pintura Michell", Itinerante - Galería de Arte Mundo Alpaca, Arequipa / Escuela Superior Autónoma de Bellas Artes Mariano Fuentes Lira, Cusco / Centro Cultural Peruano Norteamericano de Tacna / Galería Le Carré d'Art, Lima / Galería Azur, Trujillo "Noche de Arte" - Museo de la Nación, Lima

"Ecos". II Salón de Artes Visuales Inspirado en Arte Rupestre - Casa de la Emancipación, Trujillo

2006: "Marché d'Art Latino-Américain" - La Maison d'Amérique Latine, Bruselas,Bélgica "Muyuqui". I Salón de Artes Visuales inspirado en arte rupestre - Galería Azur, Trujillo.

"Herencia Contemporánea" - Municipio de Dresden, Alemania / Centro Cultural Sucy en Brie, Francia

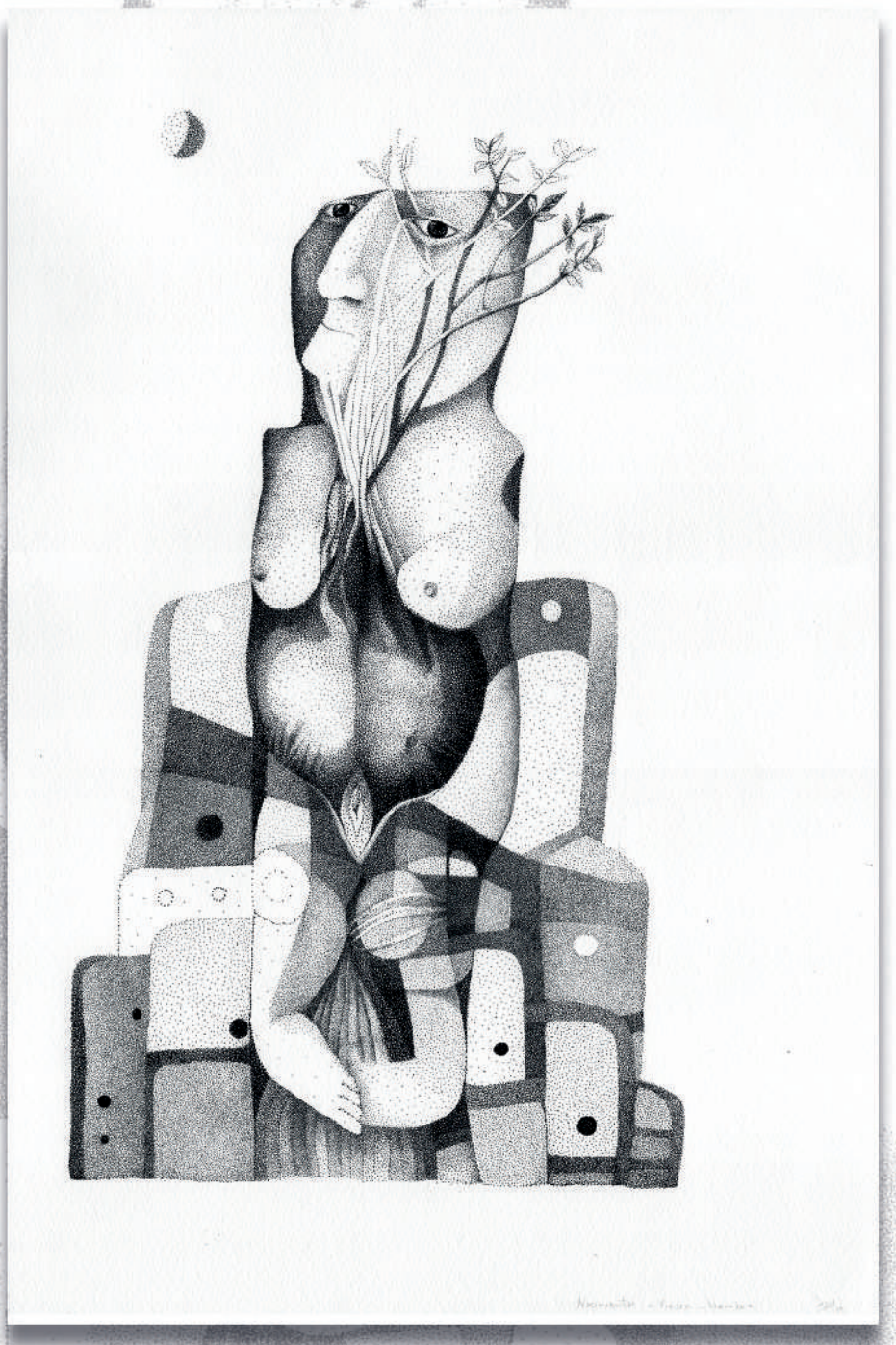
Publicaciones

2016-2017: Ilustraciones realizadas para la revista El Ojo Interior, editada con un tiraje de 10,000 ejemplares y distribuida mensualmente en todo el Perú.



CARTA AL EDITOR





"Nacimiento - Piedra-Hembra"
Susana Aguilar Yauri
Trujillo - Perú

PuebloCont. Vol. 30(1): 245-246, 2019
http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121

ISSN 1991 - 5837 (ed. impresa)
ISSN 2617 - 9474 (ed. en línea)

Población y muestra

Blanca Flor Robles Pastor[1]

Recibido: 13 de enero de 2019
Aceptado: 19 de febrero de 2019

Señor editor:

He leído el artículo "Modelo de gestión de calidad basado en la ISO 9001:2015 en la empresa Orión S.A.C." publicado en la última edición de la revista "Pueblo Continente". En dicho estudio los autores Landeras, Villalobos y Landeras (2018) afirman:

> *La población está constituida por la Curtiembre Orión S.A.C. La muestra está constituida por el proceso de producción (área de producción), específicamente la producción de pieles devueltas (cuyo ciclo es cada 3 semanas) de cuero de los últimos 3 años de operación de la empresa.* (p. 337)

Considero que no fue una forma adecuada para referirse a la población y muestra. Para diferenciar las definiciones de población y muestra cito a:

McClave, Benson y Sincich (2008) afirman "una población es un conjunto de unidades usualmente personas, objetos, transacciones o eventos; en los que estamos interesados en estudiar" (p. 7), y definen la muestra como "subconjunto de las unidades de una población" (p. 7). Para Lind, Marchal y Wathen (2008) definen la población como: "conjunto de individuos u objetos de interés o medidas obtenidas a partir de todos los individuos u objetos de interés" (p.7), y afirman que la muestra "es una porción o parte de la población de interés" (p. 7).

De lo definido por los autores citados, está claro que la *población objeto de estudio* en una investigación, es el conjunto total de elementos de interés y la *muestra* un subconjunto de la población. Un ejemplo de población es *conjunto de accidentes de tránsito en la Av. España de la ciudad de Trujillo en el 2017,* y son ejemplos de muestras de esta población *accidentes de tránsito registrados los fines de semana, accidentes de tránsito de vehículos menores motorizados, accidentes de tránsito de microbuses, etc.*; nótese que las unidades de interés son *los accidentes de tránsito* y claramente se identifican en la población y muestra, además la población es el conjunto total y la muestra es un subconjunto de la población.

En consecuencia, preciso que los autores del artículo debieron considerar como población a *ciclos de producción de cuero de los últimos tres años, de la empresa Orión.* Dado que los autores afirman que un ciclo equivale a tres semanas que demora la producción de un lote de cuero, en tres años se contabilizan 51 ciclos. Por lo que, *el tamaño de la población* es de 51 ciclos de producción. Siendo ésta una población pequeña y de fácil acceso a las unidades de análisis no es necesario seleccionar una muestra; tal como lo afirma Arias (2012): "si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra" (p.83). Según Tamayo (2003), "cuando para un estudio se toma la totalidad de la población, no es necesario realizar un muestreo para el estudio o investigación que se proyecta" (p. 176).

Por eso, no concuerdo con los autores del artículo que motiva esta carta, cuando Landeras, et al. (2018) afirman "por teoría, si la población es menor de 60 datos la fórmula nos hará obtener la muestra con misma cantidad de la población" y presentan el cálculo del tamaño de muestra en la que utilizan una fórmula, sin precisar la descripción de la simbología utilizada, tampoco describen como obtienen el valor de $\sigma 2=176.57$; al respecto debo precisar que dicha fórmula corresponde a un muestreo probabilístico aleatorio simple y se usa cuando se pretende estimar la *media* de la característica de interés. En el artículo, los autores mencionan que pretenden evaluar el *porcentaje de producción de cuero defectuoso* y lo consideraron como variable dependiente; en tal caso, la fórmula para estimar el tamaño de muestra que emplearon no fue la adecuada, debieron haber utilizado la fórmula para estimar una proporción, la cual, presento y describo en la figura 1. Así mismo, preciso que cuando se presenta una fórmula es necesario describir la simbología empleada para facilitar la comprensión del procedimiento utilizado. Según Boza, Pérez-Rodríguez y De león (2016, p. 53-54), para la proporción, el tamaño de la muestra se calcula mediante la expresión:

1 Doctoranda en Educación. Máster en Estadística Aplicada. Docente de UPAO.

$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2}pq}{e^2(N-1)+pqZ^2_{\alpha/2}}$$

Figura 1. Fórmula para cálculo de tamaño de muestra para estimar proporción y cuando se conoce el tamaño de la población.

Donde:

$Z_{\alpha/2}$ = valor de la distribución normal estándar para un determinado nivel de confianza

N = tamaño de la población

n = tamaño de la muestra

e = error de estimación máximo tolerable

p = proporción de elementos que poseen la característica de interés.

q = 1-p

Cuando no se tiene conocimiento de *p* o no se puede estimar mediante una muestra piloto, generalmente se usa el valor de 0,5 ya que este valor dará como resultado el tamaño de muestra más conservador, es decir, el mayor tamaño de muestra (Valdivieso, Valdivieso y Valdivieso, p. 158).

Finalmente, considero muy loable el esfuerzo de los autores en la investigación que presentan. Por medio de la presente carta busco contribuir en la comprensión de los conceptos y procedimientos estadísticos propios del muestreo. Pues, es crucial que todo investigador conozca adecuadamente la población objeto de estudio, la delimite con precisión; así como, profundice en el conocimiento de las técnicas básicas de muestreo, para disminuir errores de cobertura o de estimación que causan desmedro en la calidad y validez interna de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* 6a Edición. Editorial Episteme. Caracas. República Bolivariana de Venezuela. Recuperado de https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACI%C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf

2. Bocanegra, R., Hernández, Y. y Landeras, M. (2018). Modelo de gestión de calidad basado en la ISO 90001:2015 en la empresa Orión S.A.C. *Revista Pueblo Continente*, 29(2):335-341.

3. Boza, J., Pérez-Rodriguez, J. y De León, J. (2016). *Introducción a las técnicas de muestreo*. Ediciones Pirámide, Madrid.

4. Lind, D., Marchal, W. y Wathen, S. (2008). *Estadística aplicada a los negocios y la economía.* Décimotercera edición, McGraw-Hill. Interamérica editores S. A. de C.V. China.

5. McClave, J., Benson, G. y Sincich, T. (2008). *Statistics for business and economics.* Tenth edition. Pearson, Prentice Hall. New York.

6. Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica.* Cuarta edición. Editorial Limusa S. A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México. Recuperado de https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf

7. Valdivieso, C., Valdivieso, R. y Valdivieso, O. (2011). *Determinación del tamaño de muestra mediante el uso de árboles de decisión*. UPB - INVESTIGACIÓN & DESARROLLO 11: 148 – 176 Recuperado de ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/iad/wpaper/0311.pdf