

T e k h n ê

Tecnología al servicio de la sociedad

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad Tecnológica

Volumen 11 - Número 1 - 2014

ISSN 1692-8407



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

Editor

Ph.D(c) Prof. Fredy H. Martínez S.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Comité editorial

Ph.D César Augusto García Ubaque
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Ph.D José Javier Padilla Torralvo
Old Dominion University (USA)

Ph.D Carlos Arturo Ramírez Escobar
Universidad Autónoma de Colombia (Colombia)

Ph.D Luis Fernando Martínez Sarmiento
Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio
de Bogotá (Colombia)

M.Sc Jhon Jairo Galvis López
Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad,
Electromecánica, Electrónica y Afines (Colombia)

Comité científico

Ing. Pablo Emilio Garzon Carreño
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Ph.D César Augusto García Ubaque
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc Fernando Martínez Santa
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Edwar Jacinto Gómez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Árbitros

M.Sc(c) Diego Mauricio Acero Soto
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

M.Sc José Iván Madrid Vega
Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)

M.Sc(c) Mariela Castiblanco Ortiz
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Jorge Eliecer Posada
Natura Software Ltda (Colombia)

M.Sc(c) Cristian Camilo Forero Díaz
Corporación Universitaria Republicana (Colombia)

M.Sc César Augusto Hernández Suárez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Diego Armando Giral Ramírez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) José Alexander Martínez Valencia
VATIA S.A. E.S.P. (Colombia)

Lic. Diego Fernando Quiroga
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

M.Sc Yaqueline Garzón Rodríguez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Asistentes de edición

Luisa Fernanda Castañeda Farieta

Fotos cubierta y contracubierta

Cubierta: Parc Jean-Drapeau, Montreal (Canada)
Contracubierta: Montreal Biosphère, Montreal (Canada)
Autor: Fredy H. Martínez S.

Coordinación editorial

María Elvira Mejía

Corrección de estilo español

Óscar Oswaldo Torres Angarita

Corrección de estilo inglés

Andrea Castiblanco Ortiz

Impresión

Imprenta Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Formato 21.5 × 28 cm
Papel Bond 75 g
Tiraje de 100 ejemplares

Revista Tekhnê

La revista Tekhnê es una publicación institucional de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Posee un carácter científico-académico, y atiende a la comunidad nacional e internacional especialista en áreas de ingenierías eléctrica, electrónica, mecánica, de sistemas, industrial y civil. Publica resultados de investigación en español o inglés (artículos originales e inéditos), y está completamente abierta a especialistas de todo el mundo en calidad de autores y/o lectores. Es arbitrada mediante un proceso doble ciego, con rotación continua de árbitros. Como elemento particular, en cada volumen de la revista se incluye, a modo de difusión, una relación de los trabajos finales de grado de la Facultad Tecnológica en sus ciclos de tecnología e ingeniería.

Periodicidad

La revista Tekhnê posee una periodicidad semestral, coincidente con los semestres académicos de la Universidad Distrital. La publicación se realiza los meses de julio y diciembre. El primer volumen de la revista se publicó el primer semestre de 2003, manteniendo su regularidad hasta la fecha.

Forma de adquisición

La revista Tekhnê se puede adquirir a través de compra, canje o suscripción.

Declaración de ética y buenas prácticas

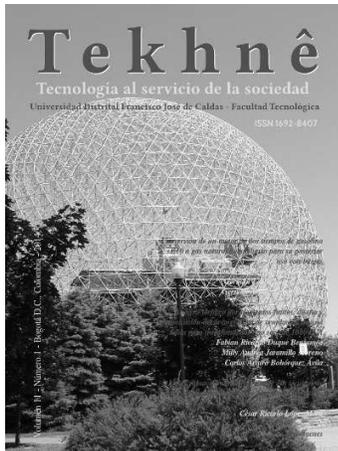
La revista está comprometida con altos estándares de ética y toma las medidas posibles para evitar las malas prácticas como el fraude y el plagio. Todos los autores deben declarar que sus manuscritos son originales, inéditos y de su autoría, condición necesaria para ser considerados por el Comité Editorial. La revista también se compromete a garantizar una justa, objetiva y rápida revisión de los manuscritos tanto por árbitros como por parte del Editor. Los autores reconocen que han dado a conocer cualquier conflicto real o potencial de intereses con su trabajo o de beneficios parciales asociados a través de la cesión de derechos.

Reproducción

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos de la revista para uso académico o interno de las instituciones citando adecuadamente la fuente y el autor. Las ideas expresadas se publican bajo la exclusiva responsabilidad de los autores, y no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial o de la Universidad Distrital.

Dirección postal

Prof. Fredy H. Martínez S.
Editor y director revista Tekhnê
Sala de Revistas, Bloque 5, Oficina 301
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Transversal 70B No. 73A-35 sur
Teléfono: (571) 3238400 Ext. 5003
Celular: (57) 3005585481
Bogotá D.C., Colombia
E-Mail: tekhneud@udistrital.edu.co



Volumen 11 - Número 1 - 2014
ISSN 1692-8407

Índice

I	Editorial	4
II	Artículos	5
1.	Aplicativo para ubicación de sitios turísticos en Bogotá a través de dispositivos tablet (Samsung Galaxy Tab 10.1, touchpad y Xyboard 10.1) implementando realidad aumentada y geolocalización por proximidad <i>Leidy D. Martínez</i> <i>Mery H. Barreto</i> <i>Luis F. Wanomen</i>	5
2.	Conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario para su posterior uso con biogás <i>Camilo A. Suesca</i> <i>Germán F. Suárez</i> <i>Germán A. López</i>	9
3.	Exploración de un modelo comportamental basado en el Quorum Sensing bacterial para describir la interacción entre individuos <i>Mariela Castiblanco Ortiz</i> <i>Fredy H. Martínez</i>	21
4.	Influencia del temple desde temperaturas intercríticas y el revenido en las propiedades mecánicas de tensión y dureza en un acero AISI-SAE 1018 <i>David S. Barrera</i> <i>Paubla A. Calderón</i> <i>Carlos A. Bohórquez</i>	27
5.	Análisis térmico por elementos finitos, diseño y optimización del área efectiva de ventilación de una celda para transformador tipo seco de 1000 kVA <i>Fabián R. Duque</i> <i>Milly A. Jaramillo</i> <i>Carlos A. Bohórquez</i>	35

6.	Evaluación de desempeño de dos técnicas de optimización bio-inspiradas: Algoritmos Genéticos y Enjambre de Partículas <i>César R. López M.</i>	49
7.	Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I <i>Jonathan A. Hernández P.</i>	59

III Resúmenes 69

1.	Tecnología en Construcciones Civiles	69
2.	Tecnología en Electricidad	74
3.	Tecnología en Electrónica	75
4.	Tecnología en Sistematización de Datos	78
5.	Tecnología Industrial	80
6.	Tecnología Mecánica	85
7.	Ingeniería Civil	87
8.	Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas	90
9.	Ingeniería Eléctrica por Ciclos	90
10.	Ingeniería en Control	91
11.	Ingeniería en Control Electrónico e Instrumentación	93
12.	Ingeniería en Telecomunicaciones	93
13.	Ingeniería en Telemática	95
14.	Ingeniería de Producción	95
15.	Ingeniería Mecánica	97

IV Instrucciones para los autores 100

V Indicadores del número 102

Editorial

TEKHNE recién cruza su primera década de vida. La revista cumple 11 años de trabajo continuo promoviendo y divulgando la investigación en ingeniería, en particular aquella que ayuda a solucionar problemas reales tanto sociales, como industriales. El primer número publicó en el año 2003 cinco artículos que reflejaban los esfuerzos de investigación de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, como parte de su actividad misional de generar impacto local y regional. Desde entonces, la odisea que que ha significado gestionar, promover, financiar, producir y publicar un número semestral durante once años se ve hoy recompensada en una revista sólida, de visión amplia hacia la ingeniería, abierta a la comunidad nacional e internacional, y con la intención de seguir consolidándose como una revista científica institucional.

Ésta entrega de la revista presenta siete nuevos artículos de investigación aplicada en ingeniería. Como es costumbre, también se integra al final un resumen completo de los trabajos de grado adelantados por los estudiantes de la Facultad Tecnológica durante el periodo académico.

El primer artículo presenta el desarrollo de una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android, cuyo objetivo es el de facilitar a turistas la localización de puntos de interés en la ciudad de Bogotá; para ello hace uso de realidad aumentada y geolocalización. El segundo artículo presenta el diseño de un proceso de conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario, para su posterior uso con biogás. El tercer artículo integra la teoría de modelos híbridos bio-inspirados con la teoría de las organizaciones empresariales, y trata de formular un modelo de comportamiento que pueda ser utilizado para describir la interacción de comunidades, desde un punto de vista matemático. El cuarto artículo documenta una investigación cuyo objetivo es el de determinar la influencia del tiempo de revenido en la resistencia a la tensión, dureza y la evolución microestructural de un acero AISI 1018 templado desde temperaturas intercríticas y revenido a 350°C. El quinto artículo presenta un análisis y diseño por elementos finitos de la transferencia de calor de un transformador tipo seco de una potencia aparente de 1000 kVA, con el fin de optimizar el área efectiva de ventilación de su celda de acuerdo a la normatividad pertinente. El sexto artículo muestra un estudio de comparación de desempeño entre dos técnicas de búsqueda no informada bio-inspirada: Algoritmos Genéticos y Enjambre de Partículas, específicamente en una aplicación de sintonización de un esquema de control PID. Y finalmente, el séptimo y último artículo de éste número, presenta un seguimiento y análisis de las patologías de temprana edad encontradas en proyecto de construcción debido a procedimientos con deficiencias en su ejecución respecto al sistema usado en la obra.

Deseamos agradecer a los árbitros por su excelente y oportuno trabajo evaluando los manuscritos postulados para publicación, y al Prof. Pablo Garzón por su apoyo en la edición y publicación de este nuevo ejemplar. Además, agradecemos a la Editorial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el acompañamiento brindado.

Ph.D(c) Prof. Fredy H. Martínez S.
Docente Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Aplicativo para ubicación de sitios turísticos en Bogotá a través de dispositivos tablet (Samsung Galaxy Tab 10.1, touchpad y Xyboard 10.1) implementando realidad aumentada y geolocalización por proximidad

Application for location of tourist sites in Bogota through tablet devices (Samsung Galaxy Tab 10.1, touchpad and Xyboard 10.1) implementing augmented reality and geolocation by proximity

Leidy D. Martínez
Intergrupo
leidc72@gmail.com

Mery H. Barreto
MIC System S.A.
meryhelenb@gmail.com

Luis F. Wanomen
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
luchofelipe20002000@gmail.com

La aplicación fue diseñada e implementada con el objetivo de facilitar la localización de áreas turísticas en la ciudad de Bogotá, permitiendo el uso de nuevas tecnologías que han sido desarrolladas y poco utilizadas en nuestro país. Un ejemplo es la realidad aumentada, la cual permite muchas implementaciones, e integrada con la tecnología de geolocalización permite a los usuarios localizar fácilmente y dinámicamente los lugares que están cerca a la posición del usuario. El desarrollo fue realizado usando la metodología RUP para hacer el análisis, diseño e implementación de la aplicación por etapas, y así tratar de reducir los cambios y detectar errores en las etapas iniciales. Dos componentes fueron desarrollados para implementarla, uno móvil para dispositivos con sistema operativo Android incorporando Wikitude facilitando el uso de realidad aumentada y así la localización de los lugares, y otro componente web desarrollado en Java y SEAM como framework el cual usa EJB 3 y JSF, este fue instalado en un servidor para permitir la creación de sitios en una base de datos central.

Palabras clave: Geolocalización, realidad aumentada, turismo

The application was designed and implemented with the objective to facilitate the location of tourist sites in the Bogotá city, allowing to use new technologies that have been developed and are little used in our country. A example is the augmented reality that allows many implementations and integrated it with geolocation technology allows users to locate easily and dynamically the places that are close to user position. The development was realized using the RUP methodology to do the analysis, design and implementation of the application by stages, so we try to reduce the changes and detect errors in the initial stages. Two component were developed for the implement it; one mobile, for device with Android operating system incorporating Wikitude facilitating the use of augmented reality and thus the location of sites and other web component developed in Java and SEAM as framework which uses EJB 3 and JSF, it was installed on a server to allow the creation of sites in a central database.

Keywords: Augmented reality, geolocation, tourism

Introducción

Bogotá se ha convertido en el destino turístico preferido de los extranjeros y de algunos viajeros locales. Según cifras del Observatorio Turístico del Instituto Distrital de Turismo,

IDT, en 2013 (Castaño, Valbuena, López, y Merchán, 2014) ingresaron al país más de un millón de extranjeros a la capital del país, y la cifra sigue creciendo año tras año. De otro lado, el uso de smartphones, tabletas y dispositivos electrónicos

crece exponencialmente en todo el mundo (Aldhaban, 2012). Este trabajo de investigación y desarrollo logró que estas dos realidades se dieran la mano para que los visitantes encontraran una manera fácil de guiarse en la capital.

Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del aplicativo fue la metodología RUP. Es una metodología muy madura que está basada en principios de ingeniería del software para la obtención de sistemas de información de calidad. Se divide en 4 fases: Iniciación, Elaboración, Construcción y Transición.

En cada fase se refinan los objetivos de las fases anteriores en el proceso de conseguir el objetivo u objetivos de la fase. Por ejemplo, en la fase de construcción se pueden modificar, añadir o eliminar requisitos, casos de uso, etc., lo que tiene un impacto en lo obtenido en fases anteriores, acercándonos cada vez más a un sistema que satisfaga las necesidades de los usuarios.

Se realizó un enfoque en la construcción del software sobre tres puntos importantes: Realidad Aumentada, Información en tiempo real y Georreferenciación. Estos tres aspectos ofrecen beneficios que en la actualidad son demandados por los usuarios en sus dispositivos móviles.

Información en tiempo real

Como objetivo principal del proyecto se define una arquitectura que permita la comunicación de la aplicación móvil y un servidor central que contiene toda la información de turismo. En la implementación se utilizaron servicios web basados en RestFull, que utilizan protocolo Json, adecuados para comunicación en dispositivos móviles por su bajo consumo en transporte y en lectura.

Georreferenciación

A partir de la ubicación actual del dispositivo, la aplicación visualiza los sitios más próximos por medio de Realidad Aumentada y en un mapa, mostrando la ruta optima del punto actual hasta el sitio turístico.

Realidad Aumentada

En su forma más simple, la Realidad Aumentada es un medio digital que puede ser visto en la presencia de una pantalla en cualquiera de sus formas: Smartphone, Computadora, Vallas, etc. La Realidad Aumentada, emplea una tecnología que permite crear entornos virtuales a partir de una base física real (Burdea y Coiffet, 2003; Heimo, Kimppa, Helle, Korkalainen, y Lehtonen, 2014).

En el desarrollo del proyecto se utilizó la Realidad Aumentada como herramienta central, para la ubicación de los sitios. Es sin duda un componente innovador que por su fácil uso ofrece al usuario una ayuda idónea al momento de encontrar lugares u objetos en distancias próximas (Fig. 1 y Fig. 2).

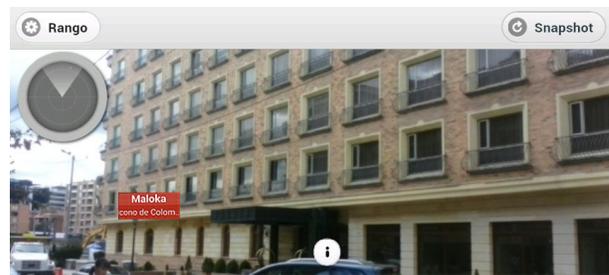


Figura 1. Imagen de la aplicación mostrando un sitio turístico con Realidad Aumentada.

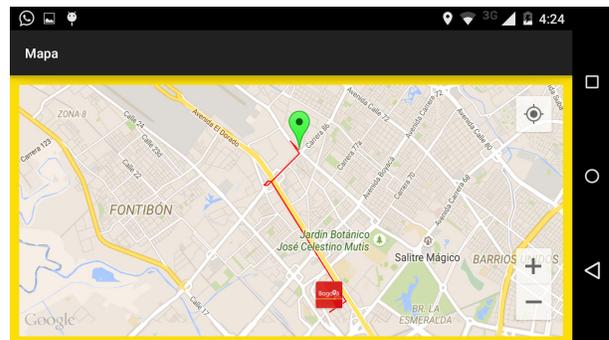


Figura 2. Imagen tomada de la aplicación, mostrando la ruta optima en un mapa.

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

Leidy D. Martínez, Intergrupo; Mery H. Barreto, MIC System S.A.; Luis F. Wanomen, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Leidy Dayana Martínez. Email: leidc72@gmail.com

Resultados

Luego de realizar la correspondiente identificación del contexto que enmarca al problema, se realizó la revisión bibliográfica de los principales conceptos relacionadas a esta investigación, encontrando que actualmente en Colombia no existen aplicativos que ofrezcan a los usuarios acceder a información de sitios turísticos implementando realidad aumentada, y dado que los dispositivos móviles han tenido gran evolución y sus costos se han reducido, se hace necesario contar con un aplicativo que ofrezca estos

servicios, no sólo para los ciudadanos corrientes si no más importante aún para los turistas que visitan nuestro país y específicamente la ciudad de Bogotá.

Al realizar un análisis del desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada en Bogotá se encontraron empresas dedicadas al desarrollo de aplicaciones implementado está tecnología, como 3dementes, VisionAR y Bakia, sin embargo las aplicaciones desarrolladas no tienen un enfoque hacia la implementación de Realidad Aumentada combinada con la Geo-localización o Geo-referenciación.

Por otro lado, el sector bancario si ha visto la necesidad de orientar a sus usuarios, para la ubicación de sucursales, cajeros y demás puntos de atención, es el caso de Bancolombia quien ofrece el servicio de ubicación de puntos de atención utilizando Realidad Aumentada y geo-localización.

Sin embargo para el sector turismo en el caso de Colombia solo se encuentra la aplicación *Viajando por Colombia* (EstrategiaWeb.co, 2013). Es una aplicación que permite la ubicación de centros de interés y una breve descripción del lugar. La forma en la cual presentan estos puntos de interés es con la utilización de mapas en el dispositivo.

Con la intención de adaptar los resultados a los avances tecnológicos, y la curiosidad de las personas por utilizar herramientas que permitan de una manera fácil, llevar sus actividades diarias, como en este caso ubicar sitios turísticos de interés, se decidió realizar la implementación de esta aplicación de fácil uso utilizando un componente más llamativo y preciso como la Realidad Aumentada y la geo-localización.

Dispositivos móviles

De acuerdo a un estudio realizado (El Espectador, 2011) sobre las tabletas más vendidas en el año 2011 se encuentra el siguiente orden: Ipad 2, Samsung Galaxy Tab 10.1, El Kindle Fire, El TouchPad de Hewlett Packard, El PlayBook de RIM. De acuerdo a este orden es necesario descartar las tabletas que no se ajustan a nuestros requerimientos de Hardware y Software. El Ipad 2 es descartado por que su Sistema Operativo no es abierto, Kindle Fire no cuenta con GPS por lo cual tampoco se puede utilizar dicho dispositivo, y por último el PlayBook de RIM también es descartado por su Sistema Operativo. Por lo cual las tabletas que se tomaran como referencia son la Samsung Galaxy Tab 10.1 y la TouchPad de Hewlett Packard.

Teniendo en cuenta las características tanto de hardware como de software, también se escoge la tableta Motorola DROID XYBOARD 10.1 MZ617, la cual es equivalente en características de resolución de pantalla, GPS y conectividad. Por lo cual se concluye que las tabletas adecuadas para la implementación del proyecto son Samsung Galaxy Tab 10.1, TouchPad de Hewlett Packard y Motorola DROID XYBOARD 10.1 MZ617.

Librerías realidad aumentada

Después de analizar varios API OpenSource ofrecidos por distintos fabricantes de software, especializados en el área de Realidad Aumentada como Layar, JSARToolKit, NyARToolKit, Andar, Simple ARToolKit y que se encuentran disponibles para el Sistema Operativo Android, se decidió utilizar Wikitude para el desarrollo e implementación de la aplicación.

Wikitude se integra de forma efectiva con aplicaciones Android y permite la customización de la Interfaz gráfica mediante código HTML, CSS y JavaScript.

En la solución tecnológica se desarrolló una aplicación de forma nativa para Android en su versión 2.2 Froyo, integrada con el API OpenSource Wikitude.

En el desarrollo de la aplicación se observaron varios componentes principales para permitir el correcto funcionamiento de la aplicación, los cuales fueron implementados teniendo en cuenta varios requerimientos no funcionales, como la extensibilidad, seguridad, y portabilidad, entre otros.

En la Fig. 3 se muestra un diagrama general de la arquitectura de la aplicación.

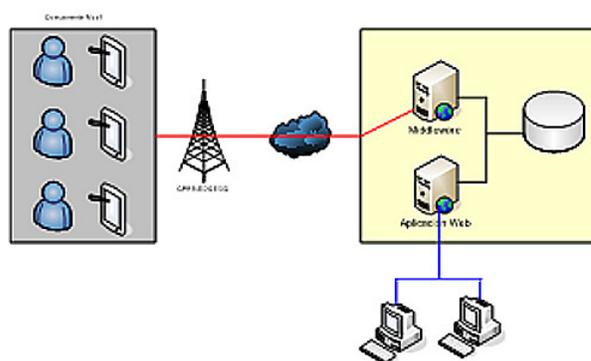


Figura 3. Diagrama arquitectura.

En el componente móvil se desarrollaron las funcionalidades de registro y autenticación de usuario para acceder a la aplicación, estas validaciones se realizaron contra la base de datos interna del móvil SQL Lite. Además se desarrolló la lógica para que por perfil se muestren los sitios turísticos correspondientes con la interacción con el usuario, graficando cada punto mediante Realidad Aumentada, junto con una información completa del sitio (descripción, horarios, imágenes) y mostrando en un mapa la ruta para llegar a dicho sitio desde el punto en el cual el usuario se encuentre.

En la base de datos central se almacenó toda la información correspondiente a los sitios turísticos que consulta el dispositivo móvil. Los datos almacenados para cada punto o sitio turístico fueron principalmente las

coordenadas GPS, descripción, nombre, un identificador (Id) y fotografías de los sitios.

El componente Middleware, fue el encargado de la comunicación con los móviles y el servidor central, para transmitir la información contenida en la base de datos para los sitios turísticos con respecto a la ubicación del usuario.

Para el desarrollo del módulo web se utilizó el framework Seam, el cual define un modelo de componente uniforme para toda la lógica empresarial de la aplicación. Un componente Seam puede ser de estado, con el estado asociado con cualquiera de los varios contextos bien definidos, incluyendo la larga ejecución, persistente contexto de procesos de negocio y el contexto de conversación, que se conserva en las distintas solicitudes web en una interacción con el usuario.

Para la interfaz de usuario se utilizó JSF que se encuentra integrado con el framework y con AJAX, lo cual permite agregar capacidad de AJAX a la interfaz de usuario, sin necesidad de escribir código JavaScript (Fig. 4).

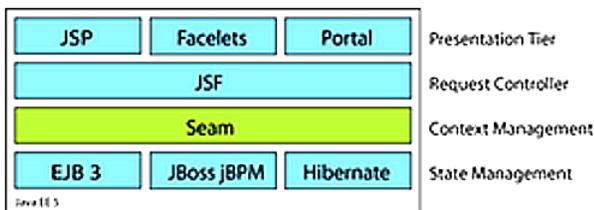


Figura 4. Arquitectura SEAM.

Bajo la anterior estructura se realizaron las interfaces correspondientes a la gestión de los sitios turísticos (creación, modificación y eliminación) a través de un *login* de usuario, éste realiza la carga de la información que es consultada por los dispositivos móviles.

Conclusiones

El artículo documenta el diseño, desarrollo y prueba de una herramienta para la geolocalización mediante Realidad Aumentada soportada en dos componentes: uno móvil y un servidor. Al momento de diseñar e implementar la capa de comunicación entre el dispositivo móvil y el middleware, se seleccionaron servicios web tipo Restfull con JSON, que permiten mayor capacidad de serialización que los servicios web tipo SOAP con formato xml. Para el componente web se utilizó el framework SEAM que permite una mayor integración y velocidad de comunicación entre la capa de negocio y de persistencia. Adicionalmente, permite que se puedan establecer diferentes arquitecturas según la necesidad del proyecto.

Teniendo en cuenta los requerimientos de la aplicación se diseñó una aplicación híbrida la cual permite una integración entre componentes nativos del sistema operativo Android con tecnologías como html, javascript y css. Se diseñó un sistema que es capaz de ubicar sitios turísticos mediante la utilización de Realidad Aumentada y geolocalización, esto es posible gracias al aprovechamiento del hardware del dispositivo móvil, en este caso concreto la cámara y el GPS. Se planteó una arquitectura de acuerdo a las necesidades técnicas y funcionales de la solución, implementando un componente middleware que permite la interacción entre el dispositivo móvil y la Base de Datos.

Durante la realización del proyecto se encontraron diferentes funcionalidades que se pueden implementar como trabajo futuro para el desarrollo de aplicaciones móviles utilizando realidad aumentada, como es el caso del reconocimiento de imágenes, juegos y ubicación de puntos específicos. Teniendo en cuenta que los dispositivos móviles se han convertido en una herramienta de uso cotidiano, se puede desarrollar aplicaciones que aportan servicios más útiles para los usuarios con nuevas tecnologías que hacen que sea más amigable.

Referencias

- Aldhaban, F. (2012). Exploring the adoption of smartphone technology: Literature review. En *Proceedings of picmet 12 technology management for emerging technologies* (p. 2758-2770).
- Burdea, G., y Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2.ª ed.). Wiley-Interscience.
- Castaño, O., Valbuena, A., López, L., y Merchán, O. (2014, Junio). *Investigación encuesta de viajeros 2013 bogotá*. On line. Retrieved from www.bogotaturismo.gov.co/sites/default/files/documento_viajeros_final_publicacion_.pdf
- El Espectador. (2011). *Las tabletas que más sonaron en 2011*. On line. Retrieved from <http://www.elespectador.com/tecnologia/tabletas-mas-sonaron-2011-articulo-401686>
- EstrategiaWeb.co. (2013). *Viajando por Colombia*. On line. Retrieved from https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app_v036.layout&hl=lt
- Heimo, O., Kimppa, K., Helle, S., Korkalainen, T., y Lehtonen, T. (2014). Augmented reality - towards an ethical fantasy? En *Ieee international symposium on ethics in science, technology and engineering* (p. 1-7).

Conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario para su posterior uso con biogás

Converting a two-stroke E10 petrol engine to house natural gas for later use with biogas

Camilo A. Suesca

Gas Natural Fenosa

casuescam@correo.udistrital.edu.co

Germán F. Suárez

Siemens

gfsuarezp@correo.udistrital.edu.co

Germán A. López

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

galopezm@udistrital.edu.co

Este artículo presenta la conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario para su posterior uso con biogás. En su desarrollo se encuentra la descripción del referente teórico, base para definir las partes del kit de conversión a utilizar, el re-diseño y adaptación de las partes y su ensamble en un banco de pruebas en el cual fue calculada la potencia eléctrica máxima a generar, potencia mecánica, torque y el análisis de productos de la combustión referentes para la adaptación posterior del motor a biogás.

Palabras clave: Gas natural, motor de dos tiempos, motor de gasolina

This article presents the conversion of two-stroke engine of E10 gasoline to domiciliary natural gas for later use biogas. In its development is the description of the theoretical basis for defining the parties concerning the conversion kit to use, redesign and adaptation of parts and assembly in a test in which was calculated the generate electric power, mechanical power, torque and analysis of combustion products related to retrofitting of the engine to biogas.

Keywords: Natural gas, two-stroke, petrol engine

Introducción

Con respecto a los cambios climáticos que se están observando, en el momento es importante disminuir el efecto invernadero causado por los gases contaminantes resultado de muchos procesos industriales y en mayor parte del parque automotor que circula por las calles a diario

(Bojin, Ghosal, Chuah, y Zhang, 2012). Por esta razón, es importante desarrollar nuevos tipos de combustibles para disminuir dicho impacto ambiental (Dam, 2008; Zieri y Forinton, 2009), el tema de este tipo de energías renovables ha sido desarrollado en la Universidad Distrital por el Grupo de investigación GIEAUD y el semillero de energías alternativas SEA. Se ha trabajado previamente en la parte de refrigeración pasiva, energía eólica y energía solar, pero en la parte de biomasa hasta el momento sólo se encuentran proyectos en curso. Se ha desarrollado también un prototipo de biodigestor para producir biogás.

Según lo anterior, surge el interrogante de si los motores de dos tiempos convertidos a gas natural domiciliario para un uso posterior con biogás contribuyen a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono causante de la contaminación en Bogotá (Castro, Aponte, Sanchez, y Castro, 2006).

De ser afirmativo este planteamiento, resultaría importante empezar a desarrollar los componentes de una planta de generación eléctrica para la investigación,

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

Camilo A. Suesca, Gas Natural Fenosa; Germán F. Suárez, Siemens; Germán A. López, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Camilo Andrey Suesca. Email: caansuma@hotmail.com

en especial sobre el motor de combustión interna, para empezar a investigar y producir este tipo de biocombustible, para así generar conciencia de su importancia, y por ende generar interés en el desarrollo de plantas para la generación eléctrica a base de este tipo de biocombustible.

Para ello, esta investigación propone realizar modificaciones al motor de combustión interna, y más específicamente sobre uno de dos tiempos, con el fin de evaluar los productos de la combustión, y comparar desempeño entre combustibles fósiles como la gasolina E10, el gas natural domiciliario y el biogás. El objetivo final es utilizar el motor con este biocombustible para generar electricidad, siendo esta una opción importante, en primera instancia, en pequeñas comunidades aisladas, ya que se podría aprovechar dicha electricidad para la iluminación de espacios comunitarios y el apoyo de otras necesidades básicas a partir del procesamiento de los residuos orgánicos que generan. Usos a nivel industrial también representan ventajas en costos, ya que se constituiría en una alternativa real de auto-sostenimiento eléctrico. El fin principal es la reducción al máximo de dichos índices de contaminación por dióxido de carbono, al tiempo que se visibiliza una solución energética.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En la Sección 2 se presenta la metodología de desarrollo, la cual incluye tanto los conceptos teóricos previos, como la estrategia de conversión del motor y la construcción del banco de pruebas. En la Sección 3 se presenta la memoria de cálculos realizados y las pruebas de validación aplicadas. En la Sección 4 se detalla la operación de la planta eléctrica a base de biogás, y finalmente, la Sección 5 concluye el artículo.

Metodología

Marco teórico

Gas natural. Es una mezcla de gases hidrocarburos livianos conformada principalmente por metano. Incluye además gases como etano, propano y otros hidrocarburos más pesados. Algunos gases inertes tales como nitrógeno y dióxido de carbono pueden estar presentes al igual que pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno y oxígeno. Se obtiene mediante la explotación de los depósitos subterráneos (yacimientos), en los cuales se encuentra en forma libre o asociado al petróleo. Una vez extraído se separa del crudo y se somete a un tratamiento para retirarle hidrocarburos (GLP y gasolina natural) e impurezas tales como vapor de agua, sólidos y productos corrosivos.

Kit de conversión a gas natural. Los componentes utilizados en conversiones a gas natural vehicular para motores carburados son los siguientes (YPFB Bolivia, 2012):

- Cilindro: ubicado en el baúl ó chasis.

- Válvula del Cilindro: instalada en el cuerpo del cilindro.
- Válvula de cierre manual: Instalada normalmente con la válvula de cilindro.
- Sistema de venteo: colocado en la válvula del cilindro.
- Tubería de alta presión: conexión entre el cilindro y el mezclador.
- Válvula de llenado: permite el abastecimiento de combustible.
- Manómetro indicador: permite controlar el nivel de combustible, a través.
- Mangueras de baja presión.
- Selector de combustible (conmutador).
- Interfaz para el sistema de información.
- Variador de encendido.
- Regulador de presión.
- Mezclador.
- Electroválvulas de combustible.

El motor de dos tiempos. En el ciclo de dos tiempos se realiza el ciclo completo en dos carreras de pistón. Son motores mucho más simples que los de cuatro tiempos pues no poseen válvulas ni distribución. En la Fig. 1 se puede ver un corte transversal del motor de dos tiempos para poder ver las partes internas del motor (Sanz, 1981).

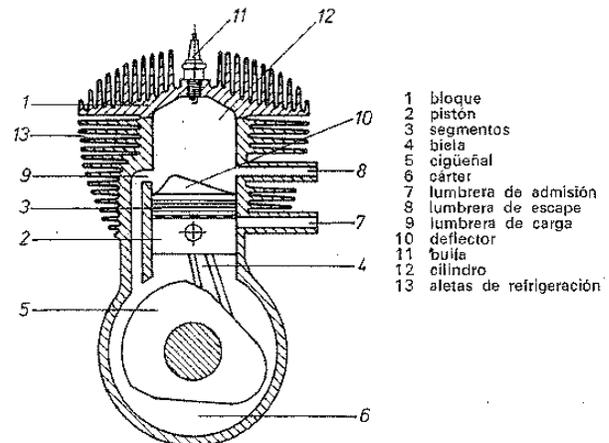


Figura 1. Motor de dos tiempos (Sanz, 1981).

Su funcionamiento es el siguiente:

- Primera media vuelta de cigüeñal: el pistón sube comprimiendo la mezcla fresca y descubriendo una (admisión y compresión) lunbrera (orificio situado en la parte inferior de la pared de cilindro) o abriéndose una válvula por donde entra la mezcla al cárter. Se produce la chispa y comienza a bajar el pistón.
- Segunda media vuelta de cigüeñal: casi al final de la bajada del pistón se descubre la lunbrera de (expansión + escape) escape o se abre la válvula de escape y se expulsan los productos quemados (inicio de expulsión). Poco después entra el combustible que entró al cárter, a través de la lunbrera de transferencia y entra mezcla fresca procedente

del cárter desalojando los productos quemados a través de la lumbrera de escape.

Biogás. El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de aire (esto es, en un ambiente anaeróbico).

Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación:

- Metano, CH₄ 54 - 70 % volumen
- Bióxido de carbono, CO₂ 27 - 45 %
- Hidrógeno, H₂ 1 - 10 %
- Nitrógeno, N₂ 0.5 - 3 %
- Ácido Sulhídrico, H₂S 0.1 %

El biogás es el resultado de la digestión de la biomasa en condiciones anaerobias, posee un valor calórico de unos 5.500 kcal/m³ (Aczia BioGas, 2012).

Potencia. En ingeniería mecánica, la determinación de la potencia se realiza a través de la medida de dos magnitudes elementales (el par y la velocidad angular) aplicando después la siguiente ecuación 1

$$P = M \times \omega \quad (1)$$

Donde:

- *P* Potencia (kW)
- *M* Par (Nm)
- ω Velocidad angular (rad/s)

La potencia al freno, también conocida como potencia efectiva representa la potencia transmitida al eje de salida del motor. Se conoce como potencia al freno porque se sensa con un dispositivo que acoplado al motor que se opone al torque del mismo. El dispositivo permite conocer el momento de freno, y dada la velocidad angular del eje se conoce la potencia efectiva.

- $T = R \times f = L \times F$ Torque desarrollado en freno

Conversión del motor

A continuación (tabla 1) se muestran los parámetros operativos de fábrica del motor objeto de estudio.

Regulador de presión. Mecanismo que reduce la presión del GNCV que llega del cilindro de almacenamiento a 205 bar (3.000 PSI), para entregarlo al mezclador a valores cercanos a la presión atmosférica.

Las presiones de regulación que maneja el fabricante (Lovato) son:

- De 220 bar a 4,5 +/- 0,5 bar con la primera etapa.
- De 4,5 +/- 0,5 bar a 1,7 bar con la segunda etapa.
- De 1,7 bar a 0,8 bar con la tercera etapa.

Entendiendo que en el proyecto no se maneja el mismo concepto de descompresión de cilindro (220 bar /3000 psi) sino el aprovechar la presión de la red domiciliaria (en

Tabla 1
Parámetros del motor Mitsubishi T-200 (ACCEFYN-UPME, 2003).

Especificaciones Motor	
Cilindrada	42,7 CC
Motor	2 TIEMPOS CON MEZCLA DE NAFTA CON ACEITE 2T
Proporción mezcla:	25:1 NAFTA SUPER 1L Y 40CC DE ACEITE
Potencia máx.	1,45 Kw A 7000 RPM
Tanque	0,9 L
Eje	MACIZO
Sistema de arranque	A CORDEL RETRACTIL
Embrague	CENTRÍFUGO
Vibración	4,9 / 6,3 m/seg.

promedio 19 milibares de entrada), se decide suprimir la primera etapa del regulador quitando la pieza accionadora del balancín ya que con ello se puede trabajar menores presiones con el regulador de presión y obtener un menor caudal a la salida del mismo que sería el factor más importante para evitar el ahogo del motor; con la nueva modificación el regulador reduce de 19 mbar a 9 mbar (Fig. 2 y Fig. 3).

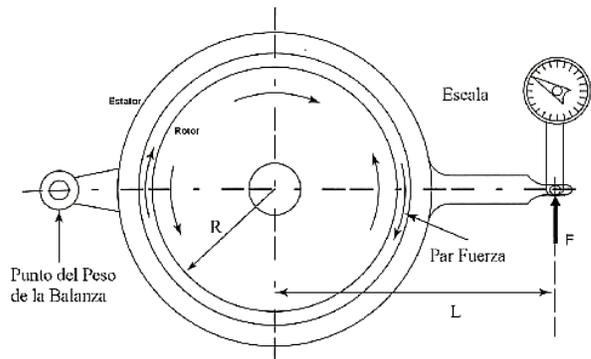


Figura 2. Diagrama de cuerpo libre para un freno utilizado para hallar la potencia al freno.

Mezclador. La función del mezclador es dosificar el ingreso de la mezcla aire-combustible a la admisión del motor, en la proporción óptima requerida para una perfecta combustión. Para el funcionamiento del motor con gas natural domiciliario y biogás se realizó el cálculo de las dimensiones del mezclador, el diseño se realizó por el Método Mitzlaff (Mitzlaff, 1988). En Mitzlaff se expone las siguientes consideraciones para un alto flujo volumétrico de aire:

- La velocidad del aire es alta.
- La presión del aire es baja en la sección del venturi.
- La diferencia de presión entre el gas combustible y la corriente de aire es alta.



Figura 3. Modificación a la primera etapa de regulación del regulador de presión.

- Gran parte del gas combustible fluye a través de las aberturas del mezclador junto con la corriente de aire.
 - Para un bajo flujo volumétrico de aire:
 - La velocidad del aire es baja.
 - La presión del aire es alta en la sección del venturi.
 - La diferencia de presión entre el gas combustible y la corriente de aire es baja.
 - Una pequeña parte del gas combustible fluye a través de las aberturas del mezclador junto con la corriente de aire.
- Según la teoría del método se deben calcular los parámetros de operación del motor para el diseño del mezclador, los cuales se referencian en la tabla 2.

Tabla 2
Parámetros de operación del motor.

Parámetro	Valor
Flujo de aire	0,77 Kg/s
Velocidad media del aire	20,88 m/s
Velocidad media del gas natural	73,05 m/s
Velocidad media del biogás	61,17 m/s
Flujo volumétrico del aire	$4,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
Flujo volumétrico del gas natural	$4,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
Flujo volumétrico del biogás	$2,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

Con los parámetros anteriormente calculados se obtienen las dimensiones del mezclador tanto para gas natural domiciliario y biogás, los cuales se referencian en la tabla 3.

Tabla 3
Dimensiones del mezclador para gas natural domiciliario y biogás.

Método Mitzlaff	A_i	d_{A_i}	A_T	d_{A_T}	A_d	d_{A_d}
Gas natural	$1,327 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	13mm	$2,79 \times 10^{-5} \text{ m}^2$	5,97mm	$1,327 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ $\geq 5,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2$	5,05mm $\geq 2,64 \text{ mm}$
Biogás	$1,327 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	13mm	$2,79 \times 10^{-5} \text{ m}^2$	5,97mm	$1,327 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ $\geq 4,593 \times 10^{-6} \text{ m}^2$	5,05mm $\geq 2,41 \text{ mm}$

En la Fig. 4 se puede ver el plano para construcción y geometría sugerida para el correcto funcionamiento del mezclador para gas natural domiciliario y biogás en donde se acotan las dimensiones relacionadas en la tabla 3.

Construcción del banco de pruebas

Los pasos preliminares para la construcción del banco fueron los siguientes:

- Verificar las condiciones del motor asegurando óptimas condiciones de funcionamiento.
- Medida de la compresión del motor.

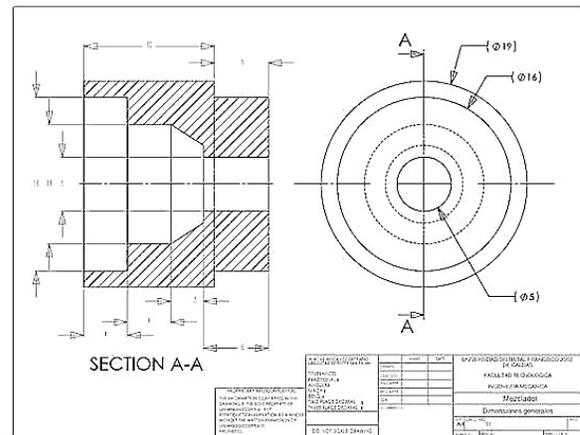


Figura 4. Plano del mezclador para gas natural domiciliario y biogás.

- Verificar el sistema eléctrico y de encendido del motor. En la fabricación del banco se realizaron los siguientes procesos:

- Proceso de corte y soldadura.
- Procesos de mecanizado.
- Proceso de ensamble.
- Proceso de pintura.

A continuación se da una descripción de los componentes del banco de pruebas.

Medición de potencia al freno. Los frenos utilizados en la medición de potencia actualmente, presentan mayor tecnología que el freno de Prony, el cual fue el pionero en este campo, sin embargo el principio sigue siendo el mismo, y los diseñadores actualmente buscan mejorarlos cada vez más, a continuación se presenta la selección del tipo de freno que se utilizó en el proyecto.

Freno de Prony. El freno de fricción mecánico por zapata y tambor fue el primero utilizado, llamado *Freno de Prony*. En el Freno de Prony por medio de una palanca se produce una fuerza que actúan sobre un sistema para poder vencer el torque proporcionado por el motor.

Diseño preliminar: Se identificaron los requerimientos para tener en cuenta en el diseño, luego, se utilizó la herramienta “matriz binaria” para identificar los más relevantes a tener en cuenta para su diseño, en dicha matriz se hizo la evaluación de la importancia que tiene un requerimiento sobre otro, para ello se hizo uso de los números 0 y 1, en donde el número 1 implica que un requerimiento tiene más relevancia sobre otro, y el cero que no la tiene; al final se tiene un porcentaje ponderado por cada requerimiento según su puntuación, Según los resultados de la evaluación anterior se identificó que los tres requerimientos con mayor puntuación fueron:

- Facilidad para medir peso (13 %).

- Efectividad en el freno (13 %).
- Costo reducido (12 %).

Ingeniería de detalle: Para determinar la fuerza que debe aplicar la mordaza del freno para detener el motor se tiene que (ecuación 2):

$$B_t = B_f \times r_e \quad (2)$$

Donde:

- B_f Torque de frenado (Torque del motor (N))
- B_t Fuerza de frenado (Nm)
- r_e Radio del disco (0,136 m en este caso)

$$P = \frac{T \times \omega}{1000} \quad (3)$$

- P = es la potencia generada por el motor, medida en kW
- ω = es la velocidad angular del eje, medida en rad/s
- T = es el torque, medido en Nm

Para determinar el torque del motor se debe determinar la velocidad angular con la cual desarrolla la máxima potencia, para lo cual se tiene que (ecuación 4):

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \times n \quad (4)$$

Dónde:

- n = Revoluciones del motor, medidas en rpm.

Según datos de catalogo del motor, el valor máximo de revoluciones que se puede llegar a obtener son 7000 rpm, que equivalen a 733,03 rad/s, tal como se detalla a continuación (ecuación 5):

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \times n = \frac{2\pi}{60} \times 7000 = 733,03 \text{ rad/s} \quad (5)$$

El torque teórico realizado por el motor, con una potencia máxima de 1,45 kw según catálogo es (ecuación 6):

$$T = \frac{P \times 1000}{\omega} = \frac{1,45 \text{ kW} \times 1000}{733,03 \text{ rad/s}} = 2 \text{ Nm} \quad (6)$$

De esta manera se puede determinar la fuerza aplicada por la mordaza del freno de la siguiente forma (ecuación 7):

$$B_t = \frac{B_f}{r_e} = \frac{2 \text{ Nm}}{0,136 \text{ m}} = 14,70 \text{ N} \quad (7)$$

De acuerdo con el cálculo se decide adquirir un freno mecánico ya que es el que necesita menos fuerza de frenado (0,51 kN), de esta manera determinamos adquirir un sistema de freno de disco mecánico de bicicleta accionado manualmente ya que la fuerza de frenado calculada es relativamente pequeña y este mecanismo es capaz de brindarla, los frenos de disco de este tipo están diseñados para tener cargas variables aplicadas para diferentes longitudes de tiempo.

Con respecto a los cálculos para seleccionar la celda de carga que censa la fuerza de frenado de la mordaza del

freno de disco, se halló la fuerza ejercida por el torque en la longitud L de la palanca, que se transformó en kilogramos dando como resultado 1,77 kg, con lo cual se decidió adquirir una celda de carga para 150 kg, ya que da un margen de seguridad y un buen nivel de precisión en la medición además porque es el rango mínimo de medición que se encuentra en el mercado.

Acompañado de la celda de carga se adquirió el indicador digital el cual interpreta la señal que le envía la celda de carga marca BBG para poder ver el dato de peso que esta brinda.

Eje transmisión de potencia. Se realizó el diseño y cálculo del eje teniendo en cuenta los componentes que estarían acoplados en él como son las chumaceras, la tensión proporcionada por la polea-correa, el peso del sistema de freno y el peso propio del eje.

Este eje va acoplado directamente al embrague del motor por medio de la campana y a su vez tuviera la longitud necesaria para acoplar los componentes ya mencionados.

El material en el que se desea realizar el eje es acero AISI-SAE 4140 (UNS G41400) el cual tiene una resistencia a la fluencia de 690 Mpa a tensión y a cortante se divide este dato sobre raíz de 3 y nos da que a cortante es de 398,37 Mpa. Inicialmente se asume un factor de seguridad de 2 para determinar el diámetro mínimo del eje.

$$\tau_y = \frac{\tau_{4140}}{F.S.} = \frac{398,37 \text{ Mpa}}{2} = 119,18 \times 10^6 \text{ pa} \quad (8)$$

Despejado de la ecuación 9 a c tenemos el diámetro mínimo para el eje de la siguiente forma:

$$c = \sqrt[3]{\frac{2 \times T}{\pi \times \tau_y}} = \sqrt[3]{\frac{2 \times 2 \text{ Nm}}{\pi \times 119,18 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}} = 1,85 \text{ mm} \quad (9)$$

Pero como c es el radio, lo que indica que el diámetro mínimo es de 3,71 mm para el eje, se decide fabricar el eje de 5/8- porque la campana ya tiene una perforación por donde se va a acoplar el eje, de esta manera y de acuerdo con los cálculos no hay riesgo de sufrir una falla por torsión.

En la Fig. 5 se puede ver el plano para construcción y geometría sugerida para el correcto funcionamiento del eje para la transmisión de potencia entre el motor y el freno.

Alternador. El principio básico de generación de corriente, es por inducción electromagnética. Cuando las líneas de fuerza producidas por un campo magnético cortan un conductor en movimiento, se obtiene en los extremos de éste una diferencia de potencial o tensión inducida. Si se conectan dichos extremos a un circuito provocaran una circulación de corriente eléctrica a través del mismo.

Rodamientos. Se definió inicialmente que la mejor disposición es ubicar el sistema de freno de disco entre dos rodamientos con soporte de pedestal (chumaceras) autoalineantes con rodamiento rígido de bolas, este tipo

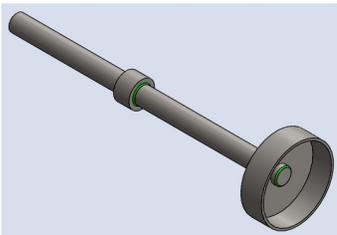
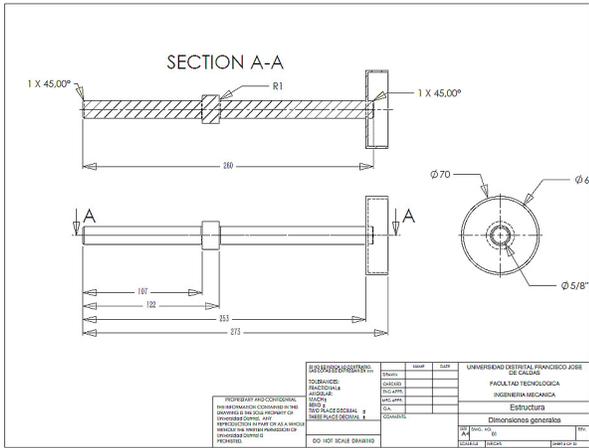


Figura 5. Plano e isométrico del eje en CAD.

de componentes son de fácil instalación y mantenimiento. Se seleccionaron rodamientos SKF con pedestal dada su amplia representación y calidad, de diámetro del eje: 35 mm tolerancia h6.

Tacómetro digital. Para obtener la medición de las rpm del motor se decidió utilizar un sensor de proximidad con un visualizador digital (medidor de pulsos con cinta reflectiva), este sensor genera un pulso cada vez que la cinta interrumpe la señal del láser, así que ubicando este sensor cerca al eje se obtiene la medición. Se adquirió entonces el tacómetro digital láser marca LIXE COLOMBIA referencia DT2234C.

Tablero de instrumentos. El tablero se diseñó para contener los indicadores principales del motor, el visualizador de la celda de carga, el indicador de las rpm del motor, testigo de la batería, medidor de voltaje, medidor de amperaje, el interruptor de las luces de las exploradoras, las exploradoras, interruptor para paso de corriente a los instrumentos, el caliper del freno de disco, el acelerador de gasolina y la parada de emergencia.

Cable de acero de aceleración para el carburador. El acelerador es de accionamiento manual y está ubicado a mano derecha del tablero de control como se puede observar en la Fig. 6. Por Medio de una palanca similar a la del freno permitiendo el paso de combustible gasolina E10 al carburador, solo funciona cuando el motor está operando en gasolina y una parada de emergencia la cual es independiente en qué tipo de combustible está operando el motor gasolina o gas natural domiciliario.

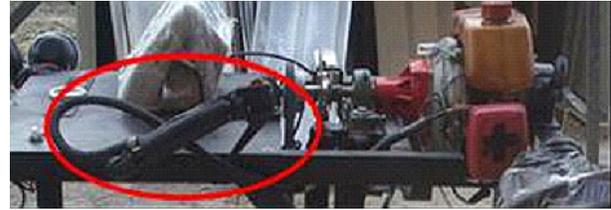


Figura 6. Cable de acero para aceleración del carburador.

A continuación en la Fig. 7 se muestra de manera ilustrativa en CAD una imagen del banco de pruebas terminado con todos sus componentes anteriormente descritos.

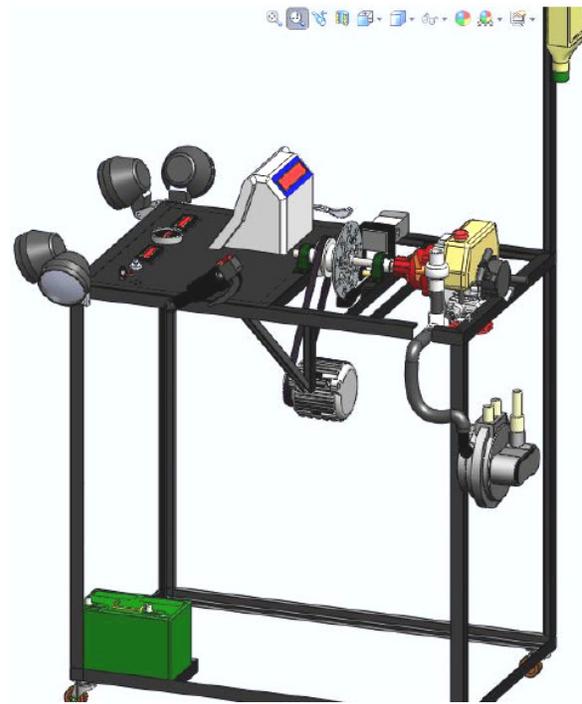


Figura 7. Imagen CAD del banco de pruebas.

Cálculos y pruebas

Verificación de sistema de lubricación

El sistema de lubricación para el motor de dos tiempos Mitsubishi T200 funciona en la mezcla del lubricante con el combustible, los dos en propiedad física líquida, en el proyecto al momento de emplearlo con combustible gaseoso (gas natural) se debe cambiar la forma como se lubrica el motor, por ello, se procedió a introducirlo por goteo en el conducto de admisión de combustible y aire al motor, este, por succión es aspirado para lubricar las partes internas del motor (pistón, biela, cigüeñal y cojinetes).

Una de las mejores formas para garantizar el goteo fue la selección de un venoclisil el cual controla las gotas que

deben bajar a través de una válvula. La cantidad de gotas de lubricante se regularon a través de la prueba de gases en las que se tuvieron en cuenta las revoluciones y las concentraciones en los gases de escape que este expulsaba por causas de la combustión, en la tabla 4 se puede observar la frecuencia de goteo recomendada a determinado rango de revoluciones por minuto empleando como combustible el gas natural.

Tabla 4

Goteo sistema de lubricación a gas natural.

RPM	HC	Gotas/min
5188	280	6
3767	200	5
2100	130	5

Después de encender el motor varias veces funcionando con gas natural luego de su conversión y exactamente después de haberlo apagado funcionando con este, se decide desarmar el motor para inspeccionar sus piezas internas para descartar residuos no deseados, partículas de hollín o excesivo desgaste en las piezas.

Al desarmar el motor la primera impresión que se tiene es que se observa muy pocos residuos de hollín y una fina película de aceite en todas las piezas lo cual nos indica que en la succión y gracias al movimiento del pistón el lubricante está llegando a todas las piezas móviles lo cual evita el desgaste excesivo en las piezas, en la Fig. 8 se puede observar dicho comportamiento.



Figura 8. Estado general de las piezas móviles del motor.

Medición de torque y potencia mecánica del motor

La prueba de torque y potencia se realiza a distintas revoluciones, los elementos del banco utilizados para tal fin son el conjunto de freno prony con su celda de carga e indicador junto con el sensor óptico de revoluciones de rpm.

Con los datos obtenidos de torque en la prueba se obtuvieron las siguientes gráficas (Fig. 9), aclarando que con carga es cuando se tiene una en marcha el circuito eléctrico de las exploradoras.

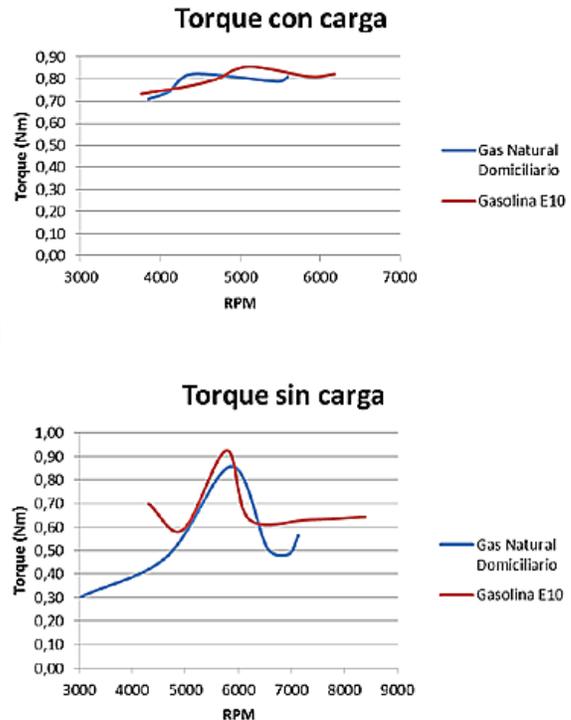


Figura 9. Gráfica Torque vs RPM.

Los valores más altos obtenidos de la Fig. 9 son los siguientes para cada combustible de acuerdo a la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Valores torque máximos.

Combustible	Torque con carga	Torque sin carga
Gasolina E10	0,86 N/m	0,92 N/m
Gas natural domiciliario	0,82 N/m	0,86 N/m

En la Fig. 10 se puede ver el valor de Potencia vs RPM del motor con carga y sin carga, la diferencia del comportamiento de la tendencia de los combustibles se debe a que con carga es más difícil observar el pico máximo debido al esfuerzo que generan los componentes mecánicos acoplados, sin carga esta característica física se puede observar mejor, observando un pico máximo y un decrecimiento de ella.

Comparando los valores de la tabla 6 se tiene una reducción del 25,74 % entre la potencia teórica (Alvarez, 2005) y la que nos da el fabricante, una reducción del 38,11 % entre la prueba de potencia del motor en gasolina y la potencia teórica y una reducción del 35,64 % entre la prueba de potencia del motor en gas natural y la potencia teórica.

Dichos porcentajes de reducción son aceptables ya que no difieren mucho del valor ideal o teórico y se pueden

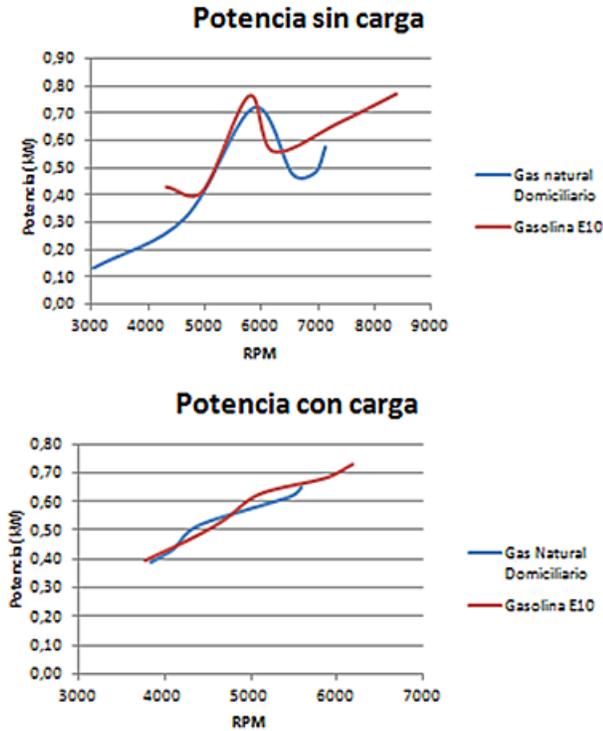


Figura 10. Gráfica de Potencia vs RPM.

Tabla 6

Comparación datos de Potencia vs RPM.

Dato	Gasolina E10		Gas natural domiciliario	
	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga
Potencia teórica del motor (bruta)	2,02 KW		1,96 KW	
Potencia del motor según el fabricante	1,5 KW		N/A	
Prueba de potencia en el motor (con potencia corregida)	0,73 KW	0,77 KW	0,65 KW	0,72 KW

considerar resultado del estado del motor ya que es de segunda y los componentes del motor ha sufrido desgaste, además se puede ver que el comportamiento del motor con gas natural no difiere mucho del comportamiento de gasolina teniendo esto como referente para decir que la conversión no afecta el funcionamiento del motor, las pérdidas de potencia de la conversión entre gasolina y gas natural son del 10,7 % con carga (correa del alternador acoplada) y del 25,4 % sin carga (correa del alternador no acoplada).

Análisis de los productos de la combustión con gasolina E10

Se realiza el análisis de los gases para gasolina E10 según la resolución 0910 DE 2008 del MINISTRO

DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, los valores de referencian en la tabla 7.

Tabla 7

Máximos niveles de emisión permisibles (motor dos tiempos) según Resolución nacional.

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)
2009 y anterior	4,5	700	10	5
2010 y posterior	5	600	10	5

Los valores obtenidos en la prueba se muestran en la tabla 8.

Tabla 8

Resultados análisis de gases para gasolina.

	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)
Norma	5	600	10	5
5324 RPM	0,57	482	0,5	19,60
2100 RPM	0,43	290	0,5	19,77
Aprueba	Si	Si	Si	Si

Los datos obtenidos se compararon con los datos de la resolución (tabla 7) y, según el análisis realizado con los valores obtenidos consignados en la tabla 8, el motor no es contaminante y pasa la prueba de gases ya que los valores están dentro del rango permitido (ACCEFYN-UPME, 2003).

Análisis de los productos de la combustión con gas natural

Se realiza ahora el análisis de la combustión con gas natural determinando el exceso de aire utilizado para la combustión de metano, de acuerdo al análisis que nos da el analizador de gases, según la tabla 9 se realiza el balance estequiométrico teniendo en cuenta los porcentajes del análisis Orsat.

Tabla 9

Resultados análisis de gases para gas natural.

	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)
5188 RPM	0,18	280	0,2	20,13
1500 RPM	0,02	130	0,5	20,02

Por lo tanto según los cálculos para determinar el exceso de aire se obtiene un porcentaje de 19,21 % en máxima revolución y 26,67 % en mínima revolución, con este resultado se está presentando una combustión completa lo que indica que se están quemando todos los productos

de la combustión sin generar residuos de la combustión y con ello la operación no se está realizando con un motor contaminante.

Comparación resultados análisis de gases entre gas natural y gasolina E10

Según la tabla 8 y el análisis del numeral anterior, se obtuvo una considerable disminución en el porcentaje de CO (Monóxido de carbono), HC (Hidrocarburos) y, un aumento en el porcentaje de oxígeno. Lo anterior indica que el motor de dos tiempos funcionando con gas natural domiciliario tiene un mejor trato al medio ambiente ya que disminuye la emisión de los gases contaminantes tan importantes como el CO, el cual, es un gas tóxico, resultado de una combustión incompleta que con el gas natural es menos notoria siendo característica de los motores de dos tiempos por la ineficiencia de su ciclo de funcionamiento y de hidrocarburos (emitidos en una forma de quemado incompleta) visible en los resultados de los análisis de los productos de la combustión, de lo anterior se puede decir que se logra el objetivo de ayudar al medio ambiente con la adecuación del motor a gas natural.

Planta eléctrica a base de biogás

Según el método de Mitzlaff se calcularon los parámetros de funcionamiento del motor (tabla 10) los cuales se garantizan con las medidas del mezclador de la tabla 11.

Tabla 10

Parámetros de operación del motor.

Parámetro	Valor
Flujo de aire	0,77 Kg/s
Velocidad media del aire	20,88 m/s
Velocidad media del biogás	61,17 m/s
Flujo volumétrico del aire	$4,20 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
Flujo volumétrico del biogás	$2,81 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

Tabla 11

Parámetros constructivos del mezclador calculados por el método Mitzlaff.

Método Mitzlaff	A_t	d_{ut}	A_r	d_{ar}	A_e	d_{ae}
Biogás	$1,327 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	13 mm	$2,79 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	5,97 mm	$1,327 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \geq 4,593 \times 10^{-6} \text{ m}^2$	$5,05 \text{ mm} \geq 2,41 \text{ mm}$

Biodigestor

La capacidad de almacenamiento de gas debe tener en cuenta la tasa de producción, así como la velocidad y el período de consumo de gas [6]. Con los datos calculados de los parámetros de operación del motor se sabe que el flujo volumétrico del biogás (f_c) es de $1,01 \text{ m}^3/\text{h}$ durante un

período de funcionamiento de dos horas (t), frecuencia de tiempo recomendada para la operación del motor según el fabricante. El volumen de gas consumido por período es de (ecuación 10):

$$1,01 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 2\text{h} = 2,02 \text{ m}^3 \quad (10)$$

Ya que se necesita saber la producción de biogás (V_{bg}) y partiendo de la medición de combustible obtenida de la línea de presión domiciliaria en gas natural, se estima que es de $0,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, lo cual se traduce en un volumen producido de (ecuación 11):

$$0,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 2\text{h} = 1,65 \text{ m}^3 \quad (11)$$

Durante el período de funcionamiento. El volumen de almacenamiento de gas (V_s) sólo tiene que atender a la diferencia entre el volumen consumido y producido durante el período de funcionamiento de (en h , ecuación 12):

$$V_s = (f_c \times t) - (V_{bg} \times t) = t(f_c - V_{bg}) \quad (12)$$

En este caso concreto, el volumen de almacenamiento es (ecuación 13):

$$V_s = 2\text{h} \left(1,01 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - 0,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = 0,38 \text{ m}^3 \quad (13)$$

La tasa de producción de planta por día y hora es (ecuación 14):

$$V_{bg} = 2 \times 1,01 \times 0,77 = 1,55 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 0,06 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (14)$$

Con los datos anteriores volumen del digestor sería de (ecuación 15):

$$V_d = 2,02 \times \left(\frac{1}{0,8} \right) = 2,525 \text{ m}^3 \quad (15)$$

Generador de potencia

Partiendo de los datos obtenidos de la figura 13 en la que se presenta el resumen de la comparación de la potencia del fabricante, teórica y de prueba, las potencias máximas obtenidas en la prueba de potencia mecánica fueron de 0,77 KW con gasolina y 0,72 KW en gas natural.

Con estos datos se recomienda un generador eléctrico que pueda operar bajo las condiciones del motor Mitsubishi T200, como mínimo 1300 RPM a 1,45 HP, y siguiendo todo esto que este pueda producir 0,7 KW.

El generador que se tiene acoplado es un alternador de carro Mazda 323 el cual es el que distribuye la energía para todo el circuito eléctrico del carro y este es capaz de generar como máximo 0,72 KW y opera como mínimo desde las 800 RPM.

Para la segunda fase del proyecto se recomienda diseñar un generador que aproveche las revoluciones del motor (7000 rpm máximo) a 1 Hp ya que comercialmente no se consigue debido a que los generadores de AC se consiguen a partir de 2 HP.

Conclusiones

La conversión del motor de gasolina E-10 de dos tiempos a gas natural domiciliario fue un éxito, el motor es operativo y se comprobó que puede trabajar a bajas presiones a diferencia del gas natural vehicular teniendo en cuenta la presión del gas natural domiciliario es 19 milibares. Se concluye que el buen estado del motor obtenido al realizar el diagnóstico del mismo es un factor muy importante para el éxito de la conversión a gas natural.

Teniendo como referente el kit de conversión de un motor de cuatro tiempos, se identificaron los componentes a tener en cuenta y modificar para poder realizar la conversión de un motor de dos tiempos, dichos componentes fueron el mezclador y el regulador de presión. Luego de realizar y certificar que la conversión fue satisfactoria se procedió a garantizar la correcta lubricación del motor de dos tiempos al desarmar el motor y ver en qué condiciones se encontraba el pistón la cámara de combustión, posterior al haber sido puesto en funcionamiento solamente a gas natural el resultado fue óptimo pues estas partes estaba muy bien lubricadas a través del sistema de goteo empleado por medio de un venoclis.

Se realizaron los análisis de los productos de la combustión con gasolina E-10 y gas natural domiciliario y, según los datos arrojados por el analizador de gases OPA100 se demuestra que el motor trabajando con gas natural es más amigable al medio ambiente ya que se reducen los gases contaminantes (hidrocarburos, monóxido de carbono) y se aumenta el contenido de oxígeno. Al análisis de productos de la combustión del gas natural se le realizó el cálculo de la cantidad de exceso de aire a través de estequiometría de la reacción, la cantidad de exceso de aire en la combustión, si es mayor a cero quiere indicar que se están quemando todos los productos de forma satisfactoria para las dos marchas en ralentí y la máxima o crucero, en el caso del motor Mitsubishi fue mayor así que se tiene la seguridad de la quema.

Se diseñó el banco de pruebas logrando uno de los objetivos que era medir el torque y se logró adaptar un medidor de potencia para determinarla aplicando la Norma NTC 1930 con el fin de medir el torque teniendo en cuenta el factor de corrección atmosférico, así como lo sugiere la norma de acuerdo a las condiciones donde se esté realizando la prueba. La diferencia de la máxima potencia observada en la prueba en comparación con la teórica y la que menciona la ficha técnica, donde una de las posibles causas pudiese ser la altura, donde aproximadamente se pierde un 10 % de esta por cada 1000 metros de altura y la difícil obtención de unos

factores atmosféricos estables pues para obtener una potencia similar se debe realizar en un ambiente controlado y equipos de mayor precisión y resolución.

Se realizaron los cálculos preliminares para una futura construcción de una planta eléctrica a base de biogás comprendiendo los parámetros de funcionamiento del motor con el kit de conversión, el biodigestor y la generación eléctrica. Se obtuvo el dato de potencia eléctrica máxima generar (0,77 KW) con el banco de pruebas partiendo del dato de la potencia mecánica. Se calculó la cantidad de biogás necesaria para la combustión en el motor de dos tiempos a través del diseño del mezclador para la conversión, pues en este, se tuvieron en cuenta los dos combustibles tanto el gas natural como el biogás ya que en este elemento se hace la mezcla de aire combustible. Se elaboraron todos los planos del diseño del banco y sus respectivos procesos de fabricación logrando un correcto ensamble de los componentes.

Se elaboraron de manera satisfactoria los manuales de usuario, ficha técnica, guías para el mantenimiento del banco y un manual de calibración para el uso correcto por parte de los estudiantes. El desarrollo de bancos de pruebas es de gran utilidad para el estudio de diferentes fenómenos, máquinas y dispositivos en la práctica, en la cual se comprende de mejor manera los conceptos de ciencias térmicas.

Según los datos obtenidos del marco teórico sobre el gas natural según Lovato uno de los fabricantes de componentes para conversión de vehículos a gas natural vehicular (4 tiempos) el motor pierde aproximadamente un 14 % de potencia con respecto a la gasolina E10, en los cálculos realizados la pérdida de potencia del motor estudiado se encuentra en un rango del 10 al 25 % confirmando la teoría. Se determinó realizar mediciones de las revoluciones del motor a la salida del eje pues el tacómetro del motor es muy inestable y realizaba cambios en las revoluciones con forme se aceleraba el motor por esto se realiza la medición de rpm con un tacómetro láser a la salida del eje.

Referencias

- ACCEFYN-UPME. (2003, Julio). *Factores de emisión de los combustibles colombianos. informe final* (Inf. Téc.). Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.
- Aczia BioGas. (2012, Octubre). *Gestión integral de inversión en plantas de biogás*. On line. Retrieved from www.energrecol.com/ficheros_pdf/Plata%20de%20Biogas%20Dossier%20inversores.pdf
- Alvarez, J. (2005). *Máquinas térmicas motoras*. Alfaomega.
- Bojin, L., Ghosal, D., Chuah, C., y Zhang, H. (2012). Reducing greenhouse effects via fuel consumption-aware variable speed limit (FC-VSL).

- IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 61(1), 111-122.
- Castro, J., Aponte, G., Sanchez, V., y Castro, M. (2006). Colombian experience on insulation pollution level measurement applying the ESDD methodology. En *Tdc 06. ieeepes transmission & distribution conference and exposition: Latin america* (p. 1-5).
- Dam, Q. (2008). The MPG survey: Questioning the biased perception of automobile fuel economy. En *Ieee energy 2030 conference* (p. 1-5).
- Mitzlaff, K. (1988). *Engines for biogas: theory, modification, economy, operation*. ViewegTeubner Verlag.
- Sanz, A. (1981). *Motor alternativo de dos tiempos. tecnología automoción* (4.^a ed.). Edebé.
- YPFB Bolivia. (2012, Octubre). *Especificaciones técnicas kits de conversión para gnv. adquisicion de kits de conversión y cilindros para gnv*. On line. Retrieved from http://www.yppfb.gob.bo/documentos/contrataciones/gnrgd/CDA041/ANEXO_2.doc
- Zieri, W., y Forinton, J. (2009). From waste to efficient fuel utilisation. En *2009 ieee cement industry technical conference record* (p. 1-15).

Exploración de un modelo comportamental basado en el Quorum Sensing bacterial para describir la interacción entre individuos

Exploring a behavioral model based on the bacterial Quorum Sensing to describe the interaction between individuals

Mariela Castiblanco Ortiz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
mcastiblanco@udistrital.edu.co

Fredy H. Martínez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
fhhmartinezs@udistrital.edu.co

El *Quorum Sensing* es una respuesta bacterial condicionada por expresiones genéticas ampliamente estudiada en biología sistémica. Cuando un grupo de bacterias supera un determinado umbral poblacional, transmiten al medio una proteína que permite la activación de cierto comportamiento almacenado en su ADN. Este comportamiento consiste en el disparo de una acción colectiva de las bacterias en contra de su anfitrión. Este tipo de respuesta puede ser utilizada para modelar el comportamiento de comunidades en las cuales un grupo de individuos y su actividad esta directamente relacionada por la interacción entre ellos y con el medio. En este artículo, se presenta un modelo simplificado de dicho comportamiento con miras a desarrollar un modelo adaptativo complejo para describir dinámicas en organizaciones empresariales. Se muestra un modelo matemático de la bacteria artificial y sus comportamientos, mismos que reflejan la auto-organización del sistema. Se plantea así una arquitectura que trata de describir este tipo de interrelación, así como algunas condiciones locales que pueden disparar el comportamiento colectivo agresivo. Luego de analizar la dinámica de modelo, se observa que los principios de auto-organización que se reflejan son equivalentes a otros observados en comunidades biológicas cuando cambian de un comportamiento a otro (cardúmenes de peces, migraciones de aves, o personas en un concierto).

Palabras clave: Comportamiento colectivo, modelo bio-inspirado, Sistema adaptativo complejo

Quorum sensing is a bacterial response conditioned by gene expression widely studied in systemic biology. When a group of bacteria exceeds a certain population threshold, they transmit to the medium a protein that allows the activation of certain behavior stored in its DNA. This behavior consists of triggering a collective action of bacteria against his host. This type of response can be used to model the behavior of communities in which a group of individuals and their activity is directly related to the interaction between them and with the environment. In this paper we present a simplified model of such behavior in order to develop a model to describe complex adaptive dynamics in business organizations. We show a mathematical model of the artificial bacteria and their behaviors, reflecting the self-organizing of the system. We argue as well an architecture that tries to describe this kind of interaction, as well as some local conditions that can trigger aggressive collective behavior. After analyzing the dynamic model, we see that the principles of self-organization that are reflected are equivalent to other observed in biological communities when switching from one behavior to another (fishes shoal, migratory birds, or people at a concert).

Keywords: Bio-inspired model, collective behavior, complexity adaptive system

Introducción

La teoría básica de los sistemas auto-organizables se fundamenta en el supuesto de que la funcionalidad del sistema no es el resultado del desempeño individual de

sus miembros, sino por el contrario, un resultado de la interacción entre sus individuos, es decir, un resultado de la auto-organización. Esto parte del principio de que el sistema se mueve dinámicamente de un estado menos organizado

hacia otro estado más organizado como consecuencia de la interacción interna de sus elementos entre sí, y con el medio.

Ahora bien, estudiando las características generales de los sistemas dinámicos auto-organizados (Prokopenko, 2008), es posible identificar tres elementos característicos de éstos sistemas (Polani, 2003): (1) La existencia en el sistema de un conjunto de individuos (Russell y Norvig, 2002) que interactúan entre ellos mismos, de tal forma que el sistema pasa de un estado menos organizado a un estado más organizado, de forma dinámica a lo largo del tiempo, mientras los individuos mantienen algún tipo de intercambio. (2) La organización es evidente en el comportamiento global del sistema como un resultado de la interacción de los individuos (Camazine et al., 2001), la funcionalidad no es impuesta sobre el sistema por ningún tipo de influencia externa, y (3) los individuos, todos ellos con características funcionales similares (no necesariamente idénticos, tan solo que actúen de forma similar), tiene solo información local para tomar decisiones (Polani, 2003; Santini y Tyrrell, 2009), lo cual implica que el proceso de auto-organización involucra algún tipo de transferencia local de información.

La auto-organización, productora de comportamientos emergentes a nivel del sistema, ha sido sujeto de gran investigación teórica, sin embargo, su aplicación práctica en la solución de problemas reales por el contrario no ha sido muy notoria, ni de impacto (Prokopenko, 2008). Algunos intentos documentados al respecto son los trabajos de Mange (Freitas y Gilbreath, 1980; Mange et al., 1996), en donde se documentan algunos desarrollos sobre FPGAs en hardware bio-inspirado que de alguna forma involucran modelos de reconstrucción celular, replicándolos para construir aplicaciones robustas, sistemas con capacidad de recuperación frente a daño físico. Este tipo de desarrollos involucran dos procesos biológicos importantes a nivel celular: replicación y regeneración. Estos dos procesos resultan ser cruciales en cualquier modelo bio-inspirado que trate de replicar estructuras a nivel celular, como es el caso del Quorum Sensing bacterial.

Este artículo se soporta en diferentes trabajos relacionados con investigaciones centradas en crecimiento

y desarrollo de bacterias, tanto desde el punto de vista biológico como del punto de vista de ingeniería (Besozzi, Cazzaniga, Mauri, y Pescini, 2011; Karafyllidis, 2011; Niu, Fan, Tan, Rao, y Li, 2010; Shen y Zhou, 2010; Taylor, Tinsley, Wang, Huang, y Showalter, 2009; Wiedermann, 2011). Desde éste último campo, se observa una gran cantidad de investigaciones en procesos de búsqueda y optimización, específicamente en inteligencia computacional, en donde el crecimiento, desarrollo e interacción entre bacterias ofrece interesantes modelos de comportamiento (Abdul Khalid, Md Ariff, Yahya, y Mohamed Noor, 2011; Cho y Kim, 2011; Connelly y McKinley, 2011; Gómez y Rodríguez, 2011; Goni, Redondo, Arroyo, y Castellanos, 2011; Zang, He, y Ye, 2010). En particular, se trata de presentar una estructura capaz de modelar individuos, grupos de individuos, y sus procesos de comunicación (Martínez y Delgado, 2010). Este es el punto de partida para una posterior definición de modelos de comportamiento de sistemas que podrían servir para modelar, e incluso diseñar, estrategias de interacción entre grupos de individuos. Algunos problemas interesantes al respecto sería, por ejemplo, el de orientar el movimiento de personas en un centro comercial o en un museo.

El artículo se organiza de la siguiente forma: en la Sección se introduce a los sistemas adaptativos complejos como herramienta de modelamiento de organizaciones, lo que da pie al uso del modelo bacterial. En la Sección se presenta una breve general introducción a la estructura del sistema que apoya el modelo basado en Quorum Sensing. En la Sección se presenta un acercamiento al modelo matemático propuesto por (Martínez y Delgado, 2010) para el comportamiento de cada individuo que conforma el sistema, lo que llama el autor *bacteria artificial*, así como los principios básicos de interacción dentro del sistema. Finalmente, la Sección concluye el artículo.

Modelo organizacional complejo

En el estudio para la comprensión de las organizaciones empresariales se ha encontrado que los enfoques lineales son insuficientes para describir sus características y dinámicas. Surge entonces la necesidad de abordar nuevas ópticas que permitan observar a las organizaciones como ecosistemas complejos. Uno de estos últimos enfoques es el de las ciencias de la complejidad, bajo el cual se busca plantear modelos de auto-organización que reflejen este tipo de dinámicas dentro de los entornos empresariales (Alaa, 2009; Bohórquez, 2013).

Se busca entonces explorar modelos bio-inspirados que permitan describir estos comportamientos, fundamentalmente identificando las características de los sistemas adaptativos complejos (CAS, por su sigla en

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

Mariela Castiblanco Ortiz, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Fredy H. Martínez, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Mariela Castiblanco Ortiz. Email: mcastiblanco@udistrital.edu.co

inglés *Complexity Adaptive Systems*), a fin de proponer un modelo de interacción organizacional que explique y duplique comportamientos reales de las organizaciones.

Dinámica del sistema

El Quorum Sensing es uno de los mecanismos más importantes en la comunicación bacterial célula a célula. Se le ha descrito como *la más trascendental historia en microbiología molecular de la última década* (Busby y Lorenzo, 2001; Winzer, Hardie, y Williams, 2002). Este mecanismo permite coordinar comportamientos colectivos en bacterias bajo condiciones específicas del ambiente. El Quorum Sensing se soporta en la activación de un sensor kinase o proteína reguladora de respuesta, en muchos casos, una señal molécula de bajo peso molecular (una feromona o autoinductor, Fig. 1) (Camara, 2006).

Durante la operación de éste mecanismo, la concentración de la señal molécula refleja el número de células bacterianas en un área determinada. La detección de un umbral de concentración, una señal molecular, indica que la población ha alcanzado el quorum, es decir, esta lista para ejecutar un comportamiento colectivo específico. Esto significa que el Quorum Sensing es un mecanismo utilizado por las bacterias para activar cambios fenotípicos en la población, es decir, para coordinar expresiones genéticas.

Modelo matemático

En ésta sección se presenta las definiciones básicas y el modelo de individuo para la bacteria artificial. A partir de allí, se formulan las reglas de auto-organización del sistema de acuerdo al modelo bacterial (Martínez y Delgado, 2010).

Una bacteria artificial se define como una dupla estructurada de la forma (Martínez y Delgado, 2010):

$$V = (f, P) \quad (1)$$

donde f es un entero no negativo ($f \in \mathbf{Z}$) que indica la cantidad de bacterias vecinas en contacto directo, y P es un punto en el espacio de dimensión q ($P \in \mathbf{R}^q$). Por ejemplo, en un ambiente de dos dimensiones ($q = 2$) si cada individuo se localiza en los cruces de líneas horizontales y verticales (ortogonales entre sí), entonces para este sistema f puede tomar valores de 0, 1, 2, 3 y 4 para cada individuo a lo largo del tiempo (el valor cambia continuamente de acuerdo a la reproducción de la población bacterial), y P es un punto en el plano bi-dimensional ($q = 2, \Rightarrow P \in \mathbf{R}^2 \Rightarrow P = (p_1, p_2)$).

El reconocimiento bacterial ocurre en una bacteria V_i cuando la bacteria define sus valores f y P . Esta definición corresponde a una extensión de la definición de célula en el modelo matemático del reconocimiento anticuerpo-antígeno construido por Tarakanov (Tarakanov y Dasgupta, 2000).

La densidad poblacional se evalúa utilizando la distancia entre bacterias. Es decir:

$$d_{ij} = d(V_i, V_j) \quad (2)$$

es la distancia entre las bacterias V_i y V_j , la cual se calcula por medio de alguna norma coherente con el sistema.

La población bacterial se define como un conjunto no vacío de bacterias.

$$W_0 = \{V_1, V_2, V_3, \dots, V_m\} \quad (3)$$

con distancia entre bacterias diferente de cero y definida como:

$$d_{ij} \neq 0, \quad \forall i, j, \quad i \neq j \quad (4)$$

Las bacterias que realizan el comportamiento virulento son llamadas Bacterias de Aplicación (*Application Bacteria*, AB), y son un sub-conjunto de la población bacterial (Fig. 2).

$$W \subseteq W_0 \quad (5)$$

El umbral de vecindad ρ indica la cantidad máxima de bacterias vecinas con contacto directo que una bacteria puede tener. El umbral de densidad h indica la distancia mínima entre bacterias necesaria para definir la población bacterial a fin de ejecutar el comportamiento virulento.

El comportamiento de las bacterias (auto-organización) es coordinado por las siguientes reglas (el modelo desarrollado por (Martínez y Delgado, 2010) no incluye muerte celular):

Regla de reproducción

Si la bacteria $V_i \in W_0 \setminus W$ se puede reproducir en el medio, es decir:

$$f_i < \rho \quad \text{y} \quad d_{ij} < h, \quad \forall V_j \in W \quad (6)$$

entonces V_i se debe reproducir duplicando su ADN (código) en el medio disponible.

Regla de virulencia, activación o diferenciación celular

Si la bacteria $V_k \in W$ es la más cercana a la bacteria $V_i \in W_0 \setminus W$ entre todas las bacterias de AB, es decir (Fig. 2):

$$d_{ik} < d_{ij}, \quad \forall V_j \in W, \quad k \neq j \quad \text{y} \quad (7)$$

$$d_{kj} < h, \quad \forall V_j \in W, \quad k \neq j \quad (8)$$

entonces V_i debe ser agregada a AB (la bacteria cambia su comportamiento y se activa).

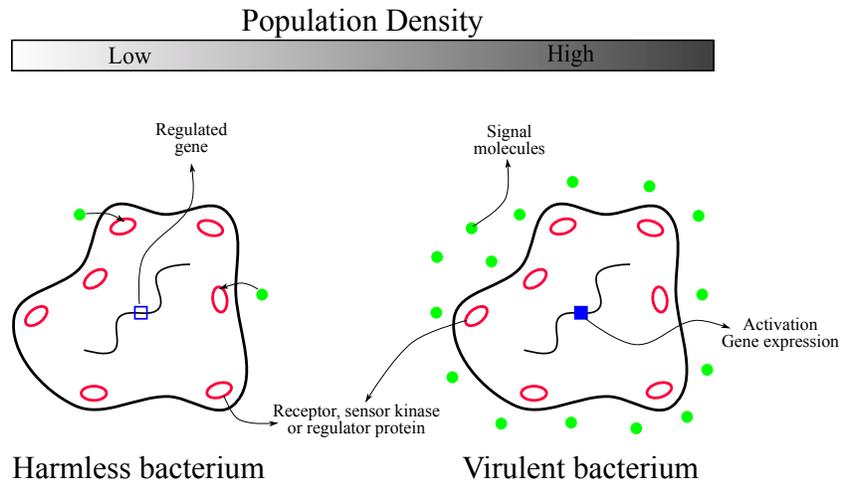


Figura 1. Quorum Sensing bacterial

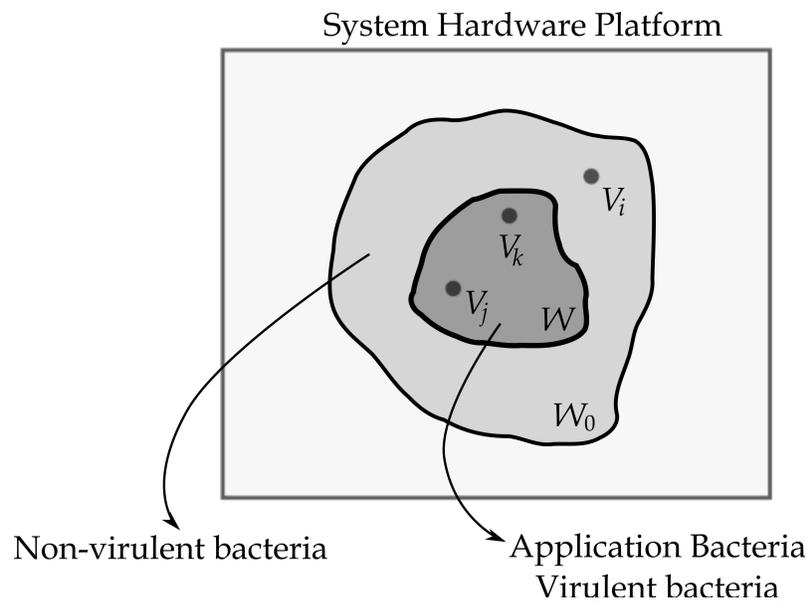


Figura 2. Población bacterial y bacterias de aplicación en el modelo basado en Quorum Sensing (Martínez y Delgado, 2010)

Conclusiones

En éste artículo se ha presentado un modelo bio-inspirado de comportamiento bacterial denominado Quorum Sensing, por medio del cual las bacterias son capaces de controlar expresiones genéticas a nivel poblacional. El modelo se soporta en umbrales poblacionales controlados por la intensidad de cierta molécula depositada en el ambiente. El modelo matemático presentado simplifica éste comportamiento definiendo una bacteria artificial y sus características, así como dos reglas básicas de comportamiento: reproducción y activación celular.

El modelo, así como su arquitectura, eventualmente podrían permitir emular y estudiar comportamientos biológicos, no solo de bacterias sino también de otros sistemas conformados por elementos cuyas dinámicas se

pueden describir a partir de interacciones locales. Esto podría llevar al entendimiento de dinámicas a nivel de comunidades de individuos, en particular las características de sus procesos de auto-organización, y por tanto servir para el estudio de organizaciones, por ejemplo, a nivel empresarial, alrededor de procesos grupales como las dinámicas de trabajo de grupos en un proyecto, o la forma en que se afectan y organizan bajo nuevas condiciones laborales.

Reconocimientos

Esta investigación es soportada financieramente por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y conceptualmente por el grupo de investigación ARMOS. Los puntos de vista expresados en el artículo no son

necesariamente avalados por la Universidad Distrital. Los autores agradecen al grupo de investigación ARMOS por la evaluación sobre prototipos de las ideas y estrategias documentadas.

Referencias

- Abdul Khalid, N. E., Md Ariff, N., Yahya, S., y Mohamed Noor, N. (2011). A review of bio-inspired algorithms as image processing techniques. En *Software engineering and computer systems* (Vol. 179, p. 660-673). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22170-5_57
- Alaa, G. (2009). Derivation of factors facilitating organizational emergence based on complex adaptive systems and social autopoiesis theories. *E:CO Emergence: Complexity and Organization*, 11(1), 19-34.
- Besozzi, D., Cazzaniga, P., Mauri, G., y Pescini, D. (2011). Biosimware: A software for the modeling, simulation and analysis of biological systems. En M. Gheorghie, T. Hinze, G. Paun, G. Rozenberg, y A. Salomaa (Eds.), *Membrane computing* (Vol. 6501, p. 119-143). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-18123-8_12
- Bohórquez, L. (2013). La organización empresarial como sistema adaptativo complejo. *Estudios Gerenciales*, 29(127), 258-265.
- Busby, S. J. W., y Lorenzo, V. de. (2001). Cell regulation: putting together pieces of the big puzzle. *Current Opinion in Microbiology*, 4, 117-118.
- Camara, M. (2006). Quorum sensing: A cell-cell signalling mechanism used to coordinate behavioral changes in bacterial populations. En H. Hoogeboom, G. Paun, G. Rozenberg, y A. Salomaa (Eds.), *Membrane computing* (Vol. 4361, p. 42-48). Springer Berlin Heidelberg.
- Camazine, S., Deneubourg, J., Franks, N., Sneyd, J., Theraulaz, G., y Bonabeau, E. (2001). *Self-organization in biological systems*. Princeton University Press.
- Cho, J. H., y Kim, D. H. (2011). Intelligent feature selection by bacterial foraging algorithm and information theory. En *Advanced communication and networking* (Vol. 199, p. 238-244). Springer Berlin Heidelberg.
- Connelly, B., y McKinley, P. (2011). Evolving social behavior in adverse environments. En G. Kampis, I. Karsai, y E. Szathmáry (Eds.), *Advances in artificial life. darwin meets von neumann* (Vol. 5777, p. 490-498). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21283-3_61
- Freitas, R., y Gilbreath, W. (1980). Chapter 5: Replicating systems concepts: Self-replicating lunar factory and demonstration. En *Advanced automation for space missions, 1980 nasa/asee summer study*.
- Gómez, P., y Rodríguez, A. (2011). Simulating a rock-scissors-paper bacterial game with a discrete cellular automaton. En *New challenges on bioinspired applications* (Vol. 6687, p. 363-370). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21326-7_39
- Goni, A., Redondo, M., Arroyo, F., y Castellanos, J. (2011). Biocircuit design through engineering bacterial logic gates. *Natural Computing*, 10, 119-127.
- Karafyllidis, I. G. (2011). Regulating the quorum sensing signalling circuit to control bacterial virulence: in silico analysis. *IET Systems Biology*, 5(2), 103-109.
- Mange, D., Goeke, M., Madon, D., Stauer, A., Tempesti, G., y Durand, S. (1996). Embryonics: A new family of coarse-grained field programmable gate array with self-repair and self-reproducing properties. *LNCS Towards Evolvable Hardware*, 1062, 197-220.
- Martínez, F. H., y Delgado, J. A. (2010). Hardware emulation of bacterial quorum sensing. En D.-S. Huang, Z. Zhao, V. Bevilacqua, y J. Figueroa (Eds.), *Advanced intelligent computing theories and applications* (Vol. 6215, p. 329-336). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14922-1_41
- Niu, B., Fan, Y., Tan, L., Rao, J., y Li, L. (2010). A review of bacterial foraging optimization part i: Background and development. En *Advanced intelligent computing theories and applications* (Vol. 93, p. 535-543). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14831-6_70
- Polani, D. (2003). Measuring self-organization via observers. En *7th european conference on artificial life* (p. 667-675). Springer Berlin Heidelberg.
- Prokopenko, M. (2008). *Advances in applied self-organizing systems*. Springer Berlin Heidelberg.
- Russell, S., y Norvig, P. (2002). *Artificial intelligence: A modern approach* (2.^a ed.). Pearson - Prentice Hall.
- Santini, C., y Tyrrell, A. (2009). Investigating the properties of self-organization and synchronization in electronic systems. *IEEE Trans. on Pub.*, 8, 237-251.
- Shen, J., y Zhou, H. (2010). The dynamics of quorum sensing mediated by small rnas in vibrio harveyi. En *Life system modeling and intelligent computing* (Vol. 97, p. 177-184). Springer Berlin Heidelberg.
- Tarakanov, A., y Dasgupta, D. (2000). A formal model of an artificial immune system. *Biosystems*, 55(1-3), 151-158. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303264799000933>

- Taylor, A. F., Tinsley, M. R., Wang, F., Huang, Z., y Showalter, K. (2009). Dynamical quorum sensing and synchronization in large populations of chemical oscillators. *Science*, 323(5914), 614-617.
- Wiedermann, J. (2011). Nanomachine computing by quorum sensing. En J. Kelemen y A. Kelemenova (Eds.), *Computation, cooperation, and life* (Vol. 6610, p. 203-215). Springer Berlin Heidelberg.
- Winzer, K., Hardie, K. R., y Williams, P. (2002, April). Bacterial cell-to-cell communication: sorry, can't talk now - gone to lunch. *Current Opinion in Microbiology*, 5, 216-222.
- Zang, T., He, Z., y Ye, D. (2010). Bacterial foraging optimization algorithm with particle swarm optimization strategy for distribution network reconfiguration. En *Advances in swarm intelligence* (Vol. 6145, p. 365-372). Springer Berlin Heidelberg.

Influencia del temple desde temperaturas intercríticas y el revenido en las propiedades mecánicas de tensión y dureza en un acero AISI-SAE 1018

Influence from intercritical temperature hardening and tempering on the mechanical properties of hardness and tension in a steel AISI-SAE 1018

David S. Barrera

Armalco

dsbarrerac@correo.udistrital.edu.co

Paubla A. Calderón

Famoc Depanel

pacalderonc@correo.udistrital.edu.co

Carlos A. Bohórquez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

cabohorqueza@udistrital.edu.co

Hoy en día la mayoría de los materiales empleados en la industria automotriz, deben ser livianos sin que se disminuya las características mecánicas. Por eso en las aplicaciones estructurales de los vehículos, una buena combinación de propiedades (alta resistencia y gran deformación) es la ideal, y en ese orden de ideas, la relación peso/esfuerzo puede hacerse cada vez más pequeña. Como resultado de las investigaciones existentes acerca de los aceros DP (*Dual Phase*), se han aumentado sus aplicaciones en este campo, pues cumplen estos requerimientos. Para el acero AISI SAE 1018 no se encuentran trabajos previos de tratamientos térmicos, este trabajo de investigación pretende determinar la influencia de una secuencia de tratamientos de temple y revenido en las propiedades mecánicas de tensión y dureza. Los resultados de la secuencia de tratamientos evidencian una disminución de la dureza al aumentar el tiempo de revenido, y el análisis metalográfico muestra como varían las estructuras permitiendo encontrar martensita revenida y ferrita sin ser necesario llevar al material a una temperatura de austenización total.

Palabras clave: Aceros doble fase, temple, temperaturas intercríticas, revenido

Today most of the materials used in the automotive industry should be light without the mechanical properties is decreased. So in structural applications of vehicles a good combination of properties (high strength and high strain) is the ideal, and in that vein the weight/strain relationship can become increasingly smaller. As a result of existing research on the DP steels (*Dual Phase*), they have increased their applications in this field as they meet these requirements. For steel AISI SAE 1018 are no previous studies of head treatment, this research aims to determine the influence of a sequence of treatments of quenching and tempering on the mechanical properties of tension and hardness. The results show a sequence of treatments hardness decreased with increasing annealing time and the like vary metallographic analysis shows structures allowing find tempered martensite and ferrite without being necessary to take the material to a total austenitization temperature.

Keywords: Dual-phase steels, hardening, intercritical temperature, tempering

Introducción

El estudio de los aceros no solo se centra en las propiedades físicas o mecánicas que puede tener el material, su estudio también plantea las posibles modificaciones internas que puede tener. Estas modificaciones se obtienen

gracias a diferentes tratamientos térmicos que se pueden aplicar sobre los materiales (Ju, Zhang, y Zhang, 2006; Rocha, Melo, Pereloma, y Santos, 2005). Dependiendo de qué es lo que se está buscando, estos tratamientos pueden ser de lo más variados, pues las modificaciones que cada uno de estos tratamiento le hace al material, trae consigo

una modificación considerable a las propiedades iniciales del material (Silva, Pacheco, y Savi, 2004; Totten, 2006).

Los tratamientos térmicos brindan la posibilidad de mejorar las propiedades mecánicas de los aceros, las cuales se relacionan directamente con la microestructura obtenida (Liedl, Traint, y Werner, 2002; Liu, Xu, y Liu, 2003). Uno de estos tratamientos es el temple, que generalmente se realiza desde temperaturas superiores a A_3 , lo que permite tener una sola fase. Con el propósito de obtener propiedades diferentes a las del clásico temple, se lleva el material al campo $\alpha + \gamma$ del diagrama Fe-C, con lo que se consigue una microestructura DP (Hüseyin, Havva, y Ceylan, 2010). Realizando un enfriamiento rápido desde estas temperaturas, la austenita presente se transforma en martensita obteniendo dos fases a temperatura ambiente (Idesman, Levitas, Preston, y Cho, 2005). Al aumentar la temperatura desde A_1 cambian las fracciones de los constituyentes modificando las estructuras finales y en consecuencia sus propiedades mecánicas.

Los tratamientos térmicos han sido un amplio campo de investigación, pues aunque ya lleve un largo tiempo desde su auge, aún son muy utilizados en el campo de la ingeniería para facilitar el uso de materiales que cumplan diferentes características, y así ampliar el uso de ellos. Este proyecto de investigación pretende determinar las variaciones en las propiedades térmicas de tensión y dureza de un acero AISI SAE 1018 luego de ser sometido a un temple a temperaturas intercríticas y a revenidos de 2, 4 y 6 horas. Como resultado de esta serie de tratamientos se busca obtener un acero DP (Doble Fase) que cumpla con condiciones de alta dureza y alta resistencia a la tensión (Demir y Erdoğan, 2008; Erdogan y Tekeli, 2002). Para ello se formulan tres actividades centrales: (1) Realizar pruebas de tensión y de durezas que determinen las mejoras obtenidas con los diferentes tratamientos térmicos al que fue sometido el material, (2) determinar el estado microestructural del acero tratado, para correlacionar los datos obtenidos, y (3) determinar valores de microdureza en la microestructura del acero AISI SAE 1018.

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

David S. Barrera, Armalco; Paubla A. Calderón, Famoc Depanel; Carlos A. Bohórquez, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Paubla Andrea Calderón. Email: paublalcalderonc@gmail.com

Con el propósito de establecer el número adecuado de probetas, se realizó un diseño experimental el cual arrojó que eran necesarias tres probetas por cada temperatura. Se llevó el acero a 800°C para mirar la influencia del temple, posteriormente se hacen revenidos de 2, 4, y 6 horas a una temperatura de 350°C , con la intención de obtener martensita revenida que brinde una buena combinación de características mecánicas en el material. Los resultados de la primera etapa del tratamiento muestran que el material ha disminuido significativamente su dureza, pasando de 93 Rb a 80.5 Rb y después de un día se hace el revenido a diferentes tiempos de permanencia en el horno muestra que su dureza y resistencia mecánica han sido variadas.

Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental factorial fraccionado previo con el fin de determinar el número de probetas necesarias para cada una de los tratamientos térmicos, el cual arrojó que debían ser tres probetas por cada temperatura (tabla 1).

Tabla 1

Cantidad de probetas para los ensayos.

Tratamiento	Cantidad de probetas
Material Base	3
Temple	3
Temple + revenido 2 horas	3
Temple+ revenido 4 horas	3
Temple + revenido 6 horas	3

Las probetas se fabricaron para el ensayo de tensión de acuerdo a la norma ASTM E8-00, y con dicha norma se determinó las medidas de las probetas para realizar el ensayo de tensión.

Para corroborar que el material cumpla con las condiciones de un acero AISI SAE 1018, se tomaron mediante una espectrometría de emisión los porcentajes de sus elementos constituyentes. Los resultados se enuncian en la tabla 2, en comparación con los datos nominales para un acero de este tipo, datos que fueron tomados de las especificaciones técnicas de la empresa SUMINOX.

tabla 2

De acuerdo a la composición química suministrada por la espectrometría de emisión del acero AISI SAE 1018, se determinaron los rangos de temperaturas para las temperaturas comprendidas entre A_1 y A_3 , zona conocida como de austenización parcial, de temperaturas intercríticas o de doble fase, que han derivado su nombre por la presencia de ferrita y austenita (Movahed, Kolahgar, Marashi, Pouranvari, y Parvin, 2009).

Tabla 2

Composición química acero AISI SAE 1018.

	Datos espectrometría	Datos nominales
C %	0.17	0.15-0.20
Mn %	0.85	0.60-0.90
Si %	0.22	0.15-0.35
P %	0.01	0.04 (max)
S %	0.02	0.04 (max)
Cr %	0.03	0
Ni %	0.02	0
Mo %	0.00	0
Cu %	0.04	0
Sn %	0.006	0

Dichas temperaturas se pueden calcular mediante las siguientes expresiones (ecuación 1):

$$\begin{aligned}
 A_{c1} (^{\circ}C) = & 723 - 7,08[Mn] + 37,7[Si] \\
 & + 18,1[Cr] + 44,2[Mo] + 8,95[Ni] + 50,1[V] \\
 & + 21,7[Al] + 3,18[W] + 297[S] - 830[N] \\
 & - 11,5[C * Si] - 14,0[Mn * Si] - 3,10[Si * Cr] \\
 & - 57,9[C * Mo] - 15,5[Mn * Mo] - 5,28[C * Ni] \\
 & - 6,0[Mn * Ni] + 6,77[Si * Ni] - 0,80[Cr * Ni] \\
 & - 27,4[C * V] + 30,8[Mo * V] - 0,84[Cr2] \\
 & - 3,46[Mo2] - 0,46[Ni2] - 28[V2]
 \end{aligned} \quad (1)$$

Cuando se realiza en un estado de austenización total la temperatura debe estar por encima de A3, lo que se calcula de acuerdo con (Hakan y Jiansheng, 2008) (ecuación 2):

$$\begin{aligned}
 A3 (^{\circ}C) = & 912 - 203 + 15,2[\%Ni] + 44,7[\%Si] \\
 & + 104[\%V] + 31,5[\%Mo] + 13,1[\%W] - 30[\%Mn] \\
 & - 11[\%Cr] - 20[\%Cu] + 700[\%P] + 400[\%Al] \\
 & + 120[\%As] + 400[\%Ti]
 \end{aligned} \quad (2)$$

Para llevar a cabo la secuencia de tratamientos se lleva a cabo un revenido a baja temperatura, para que no haya un cambio de fase la temperatura debe ser menor a Ms (Martensita start), de acuerdo a esto Ms se puede calcular mediante (Hakan y Jiansheng, 2008) (ecuación 3):

$$\begin{aligned}
 Ms (^{\circ}C) = & 496 * [1 - 0,62 * C] \\
 & * [1 - 0,092 * Mn] * [1 - 0,033 * Si] \\
 & * [1 - 0,045 * Ni] * [1 - 0,07 * Cr] \\
 & * [1 - 0,029 * Mo] * [1 - 0,018 * W] \\
 & * [1 - 0,012 * Co]
 \end{aligned} \quad (3)$$

Aplicando las ecuaciones 1, 2 y 3 para los valores porcentuales obtenidos del material, se calculan las temperaturas A1, A3 y Ms respectivamente. Estas

temperaturas se enuncian en la tabla 3. Los valores que se presentan son los valores máximos de las temperaturas, según la bibliografía especializada disponible, estos valores tiene una desviación de $\pm 15^{\circ}C$ en cada una de las temperaturas mencionadas.

Tabla 3

Temperaturas A₁, A₃ y Ms para el acero AISI SAE 1018.

A ₁ (°C)	A ₃ (°C)	Ms (°C)
729	851	405

Las temperaturas empleadas para la secuencia de tratamientos térmicos, al igual que los tiempos para cada una de los tratamientos se muestran en la Fig. 1. Se seleccionan temperaturas intermedias que comprendan valores para la zona de austenización parcial para el temple y por debajo de la zona de comienzo de transformación de martensita. Se escogieron 800°C para temple y 350°C para revenido. Para asegurar la aparición de martensita, se emplea una solución de salmuera del 3 al 5 % para realizar el enfriamiento.

Luego de realizar cada una de las secuencias de tratamientos térmicos, se realizaron las pruebas respectivas de tensión, de dureza y microdureza. Para el ensayo de tensión se utilizó una máquina de universal ensayo WIN UH-50A. Para las durezas se tomaron las especificaciones de la norma ASTM E18; se utilizó un durómetro SwissRock con un indentador punta de diamante con forma de esfera de 1/16. aplicando una precarga de 100 kg con un tiempo entre 15 y 20 segundos. Las microdurezas se tomaron de acuerdo a la norma ASTM B578 en la máquina HMV Micro Hardness Tester Shimadzu.

Se realizó un análisis metalográfico bajo la norma ASTM E3 a cada una de las probetas para confirmar el comportamiento microestructural del acero bajo los diferentes tratamientos. Para llevar a cabo el estudio, se emplearon dos métodos: el primero por medio de un microscopio electrónico de barrido (SEM) y el segundo utilizando un microscopio óptico para corroborar las imágenes obtenidas con el SEM, facilitando el análisis de los diversos tipos de microestructuras presentes en los diferentes muestras luego de sus respectivos tratamientos.

Análisis de datos

Pruebas de tensión

Las probetas fueron sometidas al ensayo de tensión (que es una de las propiedades a analizar) en la máquina universal de ensayos Win (Universal Hidráulica) UH-50A. Los resultados se muestran en la Fig. 2.

Las curvas de esfuerzo-deformación muestran el aumento de la resistencia a la tensión del mismo. En comparación frente al material base, la resistencia del mismo aumentó de manera significativa, para la cual se obtuvo una desviación

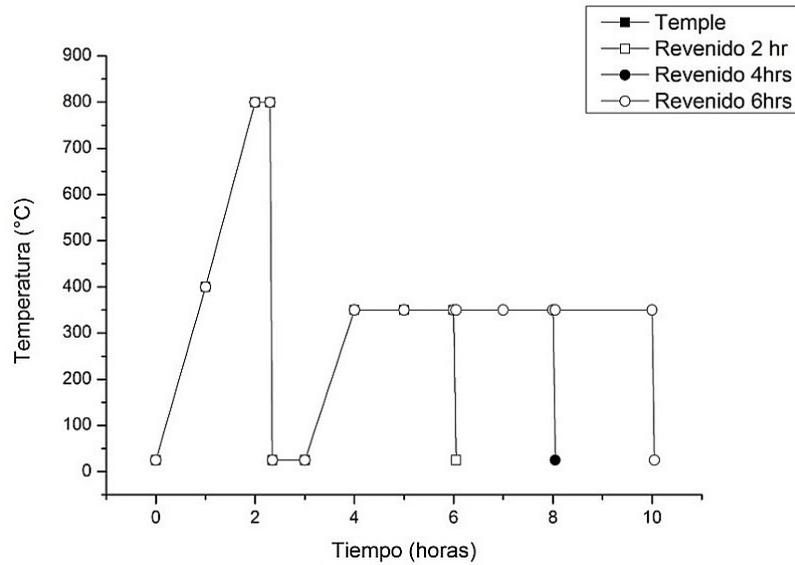


Figura 1. Representación esquemática de la secuencia de tratamientos empleados.

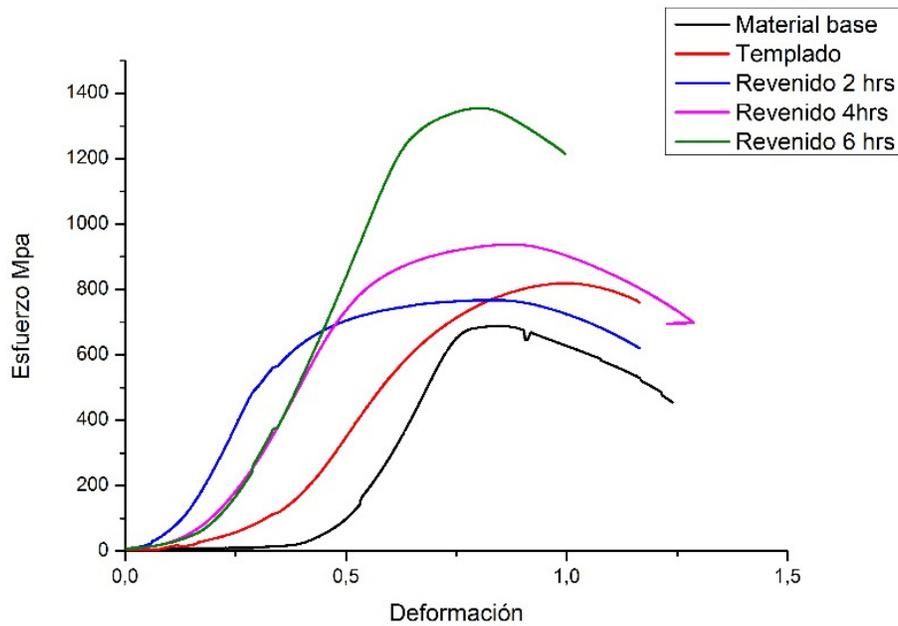


Figura 2. Pruebas de tensión promedio.

media de 1. Estas curvas fueron realizadas tomando valores promedio del total de las probetas con el mismo tratamiento.

En cuanto a los esfuerzos máximos (Fig. 3), se evidencia un aumento significativo en los valores que puede soportar el material luego de la secuencia de tratamientos.

Prueba de dureza

Otra de las propiedades a analizar es la dureza. A continuación se presentan los valores de dureza (Fig. 4) y microdureza (tabla 4) analizados luego de los respectivos

tratamientos térmicos. La tabla de durezas muestra el incremento que presenta con respecto al material base, evidenciando un crecimiento significativo con respecto al material de entrega. De acuerdo con los valores de dureza registrados, se procedió a realizar el estudio de las microdurezas, evidenciando un crecimiento en cada uno de los tratamientos.

Para realizar un acercamiento de cómo se debería comportar el material bajo la misma condición de tratamiento térmico a diferentes tiempos de revenido, se

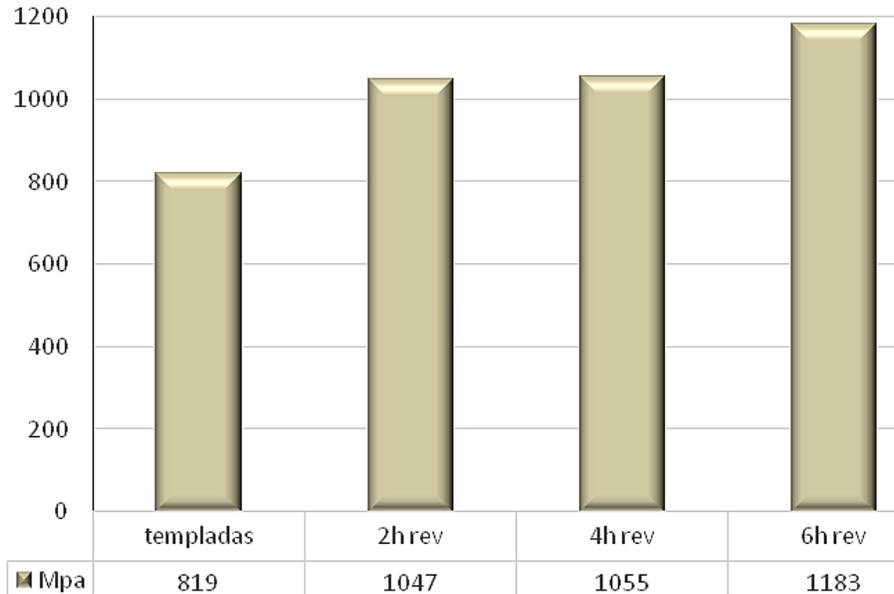


Figura 3. Valores de esfuerzo máximos para el material templado y los diferentes tiempos de revenido.

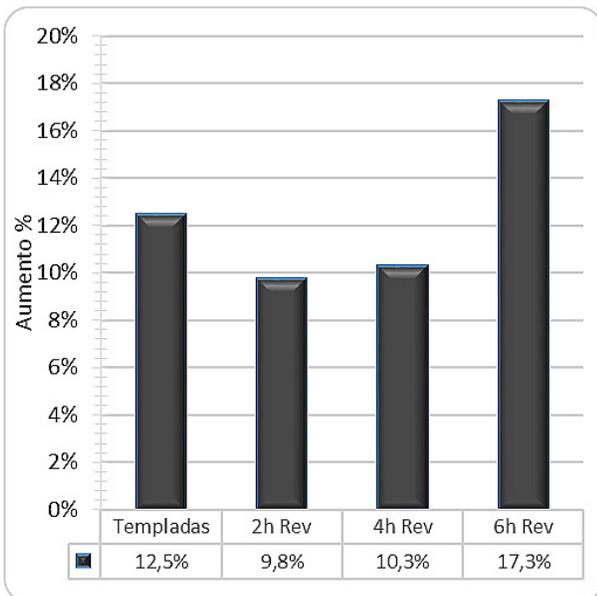


Figura 4. Aumento porcentual de la dureza después de la secuencia de tratamientos térmicos.

Tabla 4

Valores de microdurezas para los aceros tratados.

Tratamiento	Microdurezas (HV)					
		371	371	407	446	412
Temple						
Temple + Revenido 2 horas	429	393	387	396	347	322
Temple + Revenido 4 horas	316	343	397	367	374	386
Temple + Revenido 6 horas	518	557	514	572	595	579

utilizaron los valores anteriormente mostrados añadiendo

la medida promedio (tabla 5) para realizar una curva de seguimiento del patrón de microdureza, evidenciando un alto crecimiento luego del revenido de 6 horas.

Tabla 5

Valores promedio de microdurezas para los aceros tratados.

	Microdurezas promedio (HV)
Templadas	401
Temple + revenido 2 horas	379
Temple + revenido 4 horas	364
Temple + revenido 6 horas	556

Pruebas metalográficas

A continuación (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8 y Fig. 9) se muestran las metalografías con los tratamientos térmicos para determinar no solo como varía la dureza del Acero 1018, sino también su composición microestructural.

Se conoce gracias al estudio previo que con el temple se tiene martensita retenida, lo que hace que el material sea muy duro y que a mayor tiempo de revenido el material logre aliviar las tensiones superficiales, brindando así martensita revenida que es la causante de que el material logre soportar grandes esfuerzos con poca deformación plástica. Dichos cambios en las estructuras del material se muestran en las Fig. 10 y Fig. 11.

Se asume que la parte clara es martensita, ya que al poseer mayor dureza es más difícil de pulir, por lo tanto, no se desprende con tanta facilidad de la superficie del material. Por otro lado, se asume que la parte oscura es ferrita tanto por su forma, como por su baja dureza, y la posibilidad de ser atacada por el Nital.

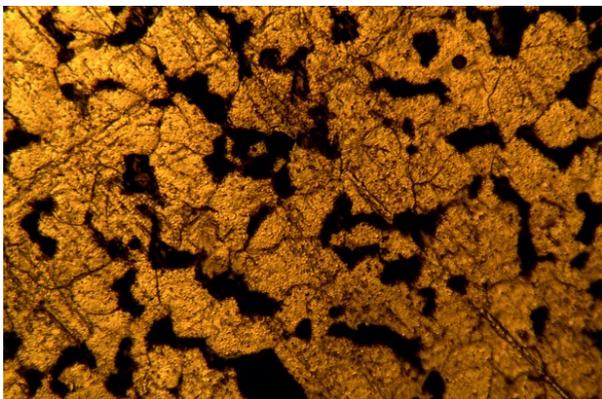


Figura 5. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento, con ataque de Nital al 3%. Material base X500.

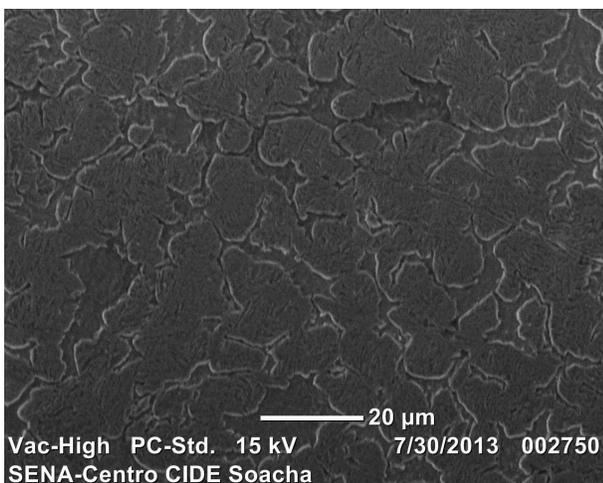


Figura 6. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento, con ataque de Nital al 3%. Material templado X500.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación se centra en determinar la influencia del tiempo de revenido en la resistencia a la tensión, dureza y la evolución microestructural de un acero AISI 1018 templado desde temperaturas intercríticas y revenido a 350°C con tiempos de 2, 4 y 6 horas.

En la prueba de tensión para las probetas templadas, se puede ver que el material soporta una carga más alta que el material base. Mientras que en las probetas de revenido se notó un comportamiento proporcional, es decir, a mayor tiempo de revenido el material puede soportar mucha más carga. Se encuentra que las proporciones de martensita obtenidas (de acuerdo a la norma ASTM 562) en las diferentes probetas aumenta significativamente la capacidad del material de soportar más carga. También, para los aceros con los tratamientos de revenido a diferentes horas, se pudo

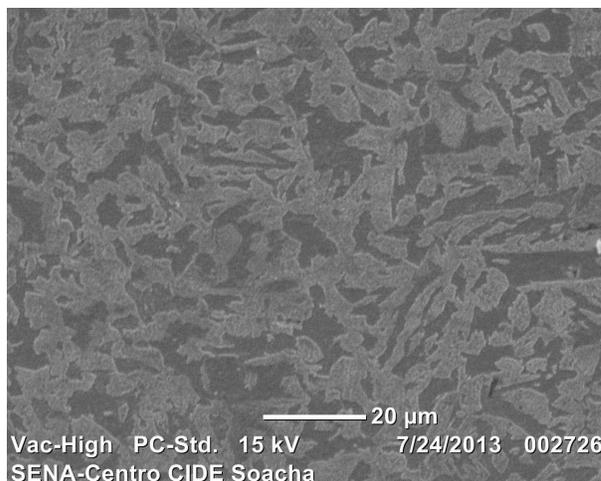


Figura 7. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento, con ataque de Nital al 3%. Material templado y revenido a 2 horas X500.

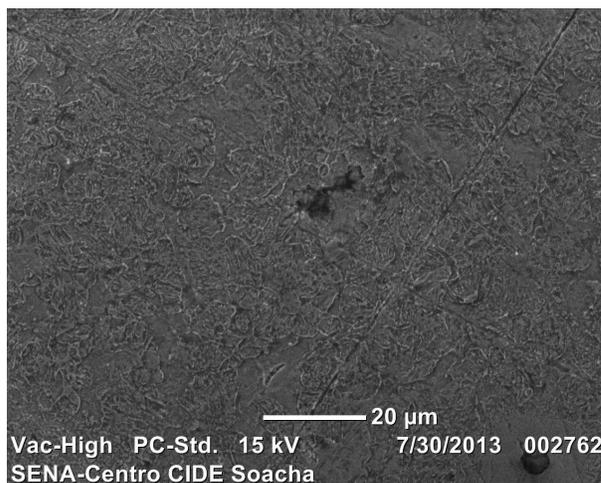


Figura 8. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento, con ataque de Nital al 3%. Material templado y revenido a 4 horas X500.

evidenciar que no logra tener una zona plástica extensa, lo cual es muy bueno ya que hoy en día se busca que los aceros cuenten con una alta resistencia al impacto pero con poca capacidad de deformación.

De acuerdo a bibliografía posterior, se encontró que un acero 1018 es denominado un acero *suave*. Dicho acero puede ser sometido a pruebas de endurecimiento y temple, pero no se puede suavizar debido a poseer un porcentaje bajo de carbono. Dicha afirmación se pudo comprobar en la prueba dureza. Se pudo notar que al templar el acero, su dureza incrementó notablemente respecto al material base, y en la toma de durezas de las probetas templadas - revenidas se evidenció que no hubo una disminución de dichas durezas, por el contrario, las durezas tienden a aumentar.

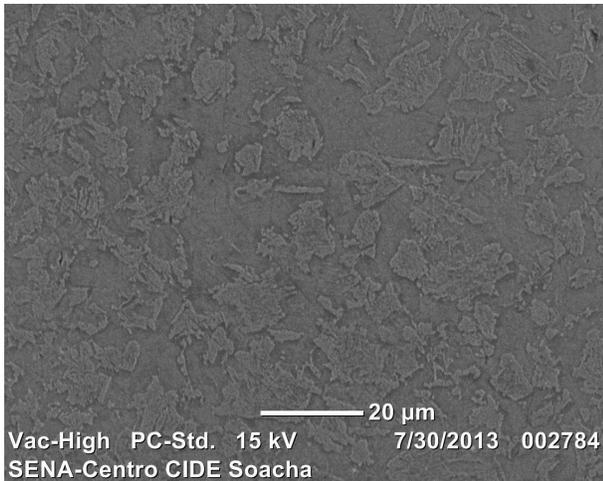


Figura 9. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento, con ataque de Nital al 3%. Material templado y revenido a 6 horas X500.

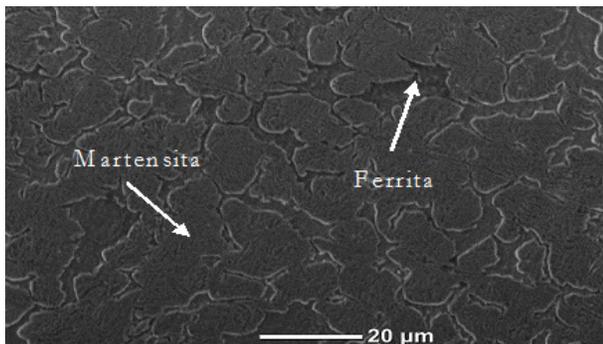


Figura 10. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento X1000. Material templado.

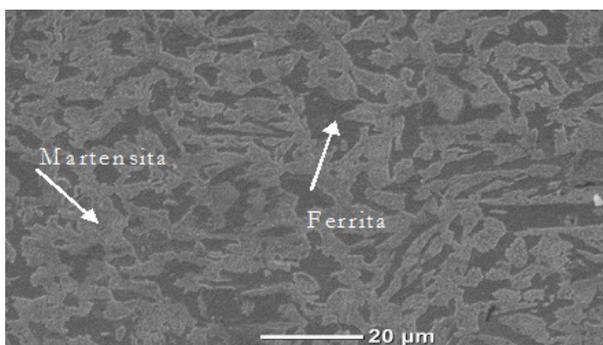


Figura 11. Metalografías del material en los diferentes momentos del tratamiento X1000. Material templado y revenido a 2 horas.

Es probable que la indentación tomada sea el promedio de dos fases, pues al hacer las pruebas de micrografía, la muesca que deja el indentador es muy grande, dificultando la medición de un grano en específico.

Con los resultados del estudio metalográfico, se puede decir que con el temple se obtiene más martensita retenida, ya que no se alcanza a llevar al punto de austenización total, lo que se evidencia en el estudio de durezas como un aumento considerable en dicha propiedad del material.

El revenido es un tratamiento que alivia un poco los esfuerzos, y cuando se realiza a bajas temperaturas tiene como finalidad la reducción de tensiones internas del material templado, sin reducir la dureza, incrementando los niveles de martensita obtenida durante el temple, aumentando la dureza y la resistencia a la tensión. Sin embargo, al aumentar estos valores se disminuye la zona plástica del material.

Referencias

- Demir, B., y Erdoğan, M. (2008). The hardenability of austenite with different alloy content and dispersion in dual-phase steels. *Journal of Materials Processing Technology*, 208(1-3), 75 - 84. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013608000174>
- Erdogan, M., y Tekeli, S. (2002). The effect of martensite volume fraction and particle size on the tensile properties of a surface-carburized {AISI} 8620 steel with a dual-phase core microstructure. *Materials Characterization*, 49(5), 445 - 454. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044580303000706>
- Hakan, C., y Jiansheng, P. (2008). *Handbook of thermal process modeling steels* (1.^a ed.). CRC Press.
- Hüseyin, A., Havva, K. Z., y Ceylan, K. (2010). Effect of intercritical annealing parameters on dual phase behavior of commercial low-alloyed steels. *Journal of Iron and Steel Research, International*, 17(4), 73 - 78. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1006706X10600891>
- Idesman, A., Levitas, V., Preston, D., y Cho, J.-Y. (2005). Finite element simulations of martensitic phase transitions and microstructures based on a strain softening model. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 53(3), 495 - 523. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022509604001735>
- Ju, D., Zhang, W., y Zhang, Y. (2006). Modeling and experimental verification of martensitic transformation plastic behavior in carbon steel for quenching process. *Materials Science and Engineering: A*, 438-440(0), 246 - 250. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509306006125> (Proceedings of the International Conference on Martensitic Transformations)

- Liedl, U., Traint, S., y Werner, E. (2002). An unexpected feature of the stress–strain diagram of dual-phase steel. *Computational Materials Science*, 25(1–2), 122 - 128. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927025602002562>
- Liu, C., Xu, X., y Liu, Z. (2003). A {FEM} modeling of quenching and tempering and its application in industrial engineering. *Finite Elements in Analysis and Design*, 39(11), 1053 - 1070. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168874X02001567>
- Movahed, P., Kolahgar, S., Marashi, S., Pouranvari, M., y Parvin, N. (2009). The effect of intercritical heat treatment temperature on the tensile properties and work hardening behavior of ferrite–martensite dual phase steel sheets. *Materials Science and Engineering: A*, 518(1-2), 1 - 6. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509309006248>
- Rocha, R., Melo, T., Pereloma, E., y Santos, D. (2005). Microstructural evolution at the initial stages of continuous annealing of cold rolled dual-phase steel. *Materials Science and Engineering: A*, 391(1–2), 296 - 304. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509304011189>
- Silva, E. P., Pacheco, P. M. C. L., y Savi, M. A. (2004). On the thermo-mechanical coupling in austenite–martensite phase transformation related to the quenching process. *International Journal of Solids and Structures*, 41(3–4), 1139 - 1155. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020768303005420>
- Totten, G. (2006). *Steel heat treatment: Metallurgy and technologies. steel heat treatment handbook* (2.^a ed.). CRC Press.

Análisis térmico por elementos finitos, diseño y optimización del área efectiva de ventilación de una celda para transformador tipo seco de 1000 kVA

Thermal finite element analysis, design and optimization of the effective area of a ventilation cell for dry type 1000 kVA transformer

Fabián R. Duque
GIM Ingeniería Eléctrica Ltda
frduqueb@correo.udistrital.edu.co

Milly A. Jaramillo
Dismet
majaramillom@correo.udistrital.edu.co

Carlos A. Bohórquez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
cabohorqueza@udistrital.edu.co

En el estudio que se realiza en este trabajo se hace un análisis por elementos finitos de la transferencia de calor de un transformador tipo seco de una potencia aparente de 1000 kVA, con el fin, de optimizar el área efectiva de ventilación de una celda diseñada para este tipo de transformadores, teniendo en cuenta la norma CODENSA CTS-518, CTS-518-2, CTS-519, que indica los parámetros principales que se deben cumplir para la instalación de transformadores tipo seco y la fabricación de las celdas que los van a contener, de acuerdo con las normas NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) y ANSI (*American National Standards Institute*) y diversas recomendaciones de seguridad y manejo de media tensión derivadas de dichas normas. A partir de esto, surge la problemática que la norma CODENSA CTS-518-2 aclara las áreas efectivas de ventilación para una celda de transformador tipo seco de una potencia de 150 kVA, 225 a 500 kVA y 630 a 800 kVA, pero no especifica el área efectiva de ventilación para una celda de transformador tipo seco de 1000 kVA.

Palabras clave: Elementos finitos, refrigeración, transformador de potencia

In the study performed in this work a finite element analysis of the heat transfer of a dry type transformer apparent power of 1000 kVA is done, in order to optimize the effective ventilation area of an enclosure designed for this type of transformer considering CODENSA standard CTS-518, CTS-518-2, CTS-519, indicating the main parameters that must be met for the installation of dry type transformers and manufacturing cell that will contain according NEMA (National Electrical Manufacturers Association) and ANSI (American National standards Institute) and various warning and management of medium voltage derived from these standards. From this arises the problem that the standard CODENSA CTS-518-2 clarifies the effective areas for an enclosure vent dry type transformer rated at 150 kVA, 225-500 kVA and 630-800 kVA, but does not specify the effective ventilation area to a cell dry type transformer of 1000 kVA.

Keywords: Cooling, finite element, power transformer

Introducción

La empresa GIM, Grupo Industrial Metalmecánico-GIM Ltda. (NIT: 830.005.424-3), dedicada a la fabricación metalmecánica e implantación eléctrica de tableros eléctricos de baja tensión (BT) y media tensión (MT), ofrece dentro de su variedad de productos la celda para transformador tipo seco, celda que se fabrica bajo las normas CODENSA

CTS-518, CTS-518-2, CTS-519 y las normas NEMA, IP y ANSI.

La norma CODENSA CTS-518 especifica cómo deben instalarse dentro de las celdas los transformadores tipo seco, de tal manera que cumpla con las normas NEMA en cuanto a la entrada de objetos extraños y protección contra la accesibilidad de personas no autorizadas y animales, además

de la ubicación de las ventanas de ventilación y las distancias mínimas de los transformadores secos al interior de la celda. Por último, esta norma aclara los parámetros de fabricación metalmeccánica de la celda para transformador como lo son: el soporte, las cubiertas laterales, posterior y frontal, el tipo de anclaje y el espacio al interior. La norma CODENSA CTS-518-2 (CODENSA S.A. ESP, 2009) aclara las áreas efectivas de ventilación para una celda de transformador tipo seco de una potencia de 150 kVA, 225 a 500 kVA y 630 a 800 kVA, pero no especifica el área efectiva de ventilación para una celda de transformador tipo seco de 1000 kVA.

Es por esta razón, que en esta investigación se modela mediante un software de elementos finitos (Roldan y Bastidas, 2002; Salas, Pérez, y Sepúlveda, 2006), una herramienta de análisis de la transferencia de calor de un transformador tipo seco de una potencia aparente de 1000 kVA, con el fin, de optimizar y complementar los parámetros que suministra la norma CODENSA CTS-518-2 (CODENSA S.A. ESP, 2009) en aspectos puntuales como lo son el valor y la ubicación del área efectiva de ventilación para una celda de transformador de 1000 kVA, que no se encuentra especificada en dicha norma (Holman, 1998).

Esta investigación es apoyada por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica. Se desarrolló en el Laboratorio de Automatización, bajo la asesoría del Ingeniero Carlos Bohórquez. El laboratorio cuenta con el software de elementos finitos requerido para el análisis. Además, en las instalaciones de la empresa Grupo Industrial Metalmeccánico GIM Ltda, ubicada en la carrera 73A No. 68B-28 en la ciudad de Bogotá, empresa donde en base a la experiencia en el mercado de fabricación metalmeccánica y eléctrica, existen también herramientas como software CAD y procesos de manufactura que apoyan el desarrollo del proyecto (Ullman, 2009).

Metodología

Hipótesis

Si se analiza térmicamente por elementos finitos, se diseña y se optimiza el área efectiva de ventilación de una celda para

transformador tipo seco de 1000 kVA, entonces, podremos observar el comportamiento térmico del transformador y la potencia que será necesaria disipar por medio de áreas efectivas de ventilación.

Si se calcula el valor del área efectiva de ventilación para una celda de transformador de 1000kVA de acuerdo al análisis por elementos finitos, entonces, se podrá realizar el diseño de la distribución de dicha área.

Si se diseña la distribución del área efectiva de ventilación en base al análisis térmico, entonces, se tendrán los parámetros necesarios para realizar un análisis y una correcta optimización de dicha área.

Si se Comparan los resultados del diseño y del comportamiento térmico, entonces, se optimizará el área efectiva de ventilación de la celda, mejorando óptimamente el proceso de disipación térmica.

Antecedentes

En la empresa Grupo Industrial Metalmeccánico Ltda en el año 2010 se llevó a cabo un estudio de las celdas para transformadores, este estudio tuvo como enfoque el diseño y la estandarización de un producto que cumpliera con las normas establecidas actualmente para este tipo de celdas, como resultado de dicho estudio se obtuvieron una serie de parámetros que se deben cumplir para la realización de celdas para transformadores en esta empresa, esos parámetros a tener en cuenta son los siguientes (Fig. 1 y Fig. 2):

- La fabricación de la celda será en lámina *Cold Rolled* calibre 14 y 16 exceptuando algunos accesorios y su estructura interna.
- El grado de protección que deberá llevar es del tipo IP 20. El grado de protección IP hace referencia al estándar internacional IEC 60529 (ANSI, 2004). *Degrees of Protection* utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico y/o electrónico).
- Para el ensamble de la celda esta deberá quedar atornillada internamente.
- La celda estará normalizada por la norma CODENSA CTS509/2002, CTS 509-1/2002 y CTS 518-2/2005.

Este estudio y posterior implementación bajo los estándares de la empresa se realizó en la ciudad de Bogotá. En la actualidad se han presentado algunos reclamos por parte de clientes insatisfechos, que justifican el recalentamiento de los transformadores de 1000 kVA, en el incumplimiento de un área efectiva de ventilación que cumpla con la exigencia hecha por estos equipos de tan alta potencia aparente (Fig. 3).

Es principalmente por esta razón, y debido a que las normas CODENSA CTS509/2002, CTS 509-1/2002 y CTS 518-2/2005 no brindan la información suficiente sobre el área de ventilación en equipos de más de 800 kVA, que surge la necesidad de dar solución a este problema realizando

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

Fabián R. Duque, GIM Ingeniería Eléctrica Ltda; Milly A. Jaramillo, Dismet; Carlos A. Bohórquez, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Fabián Ricardo Duque. Email: fduqueb@hotmail.com

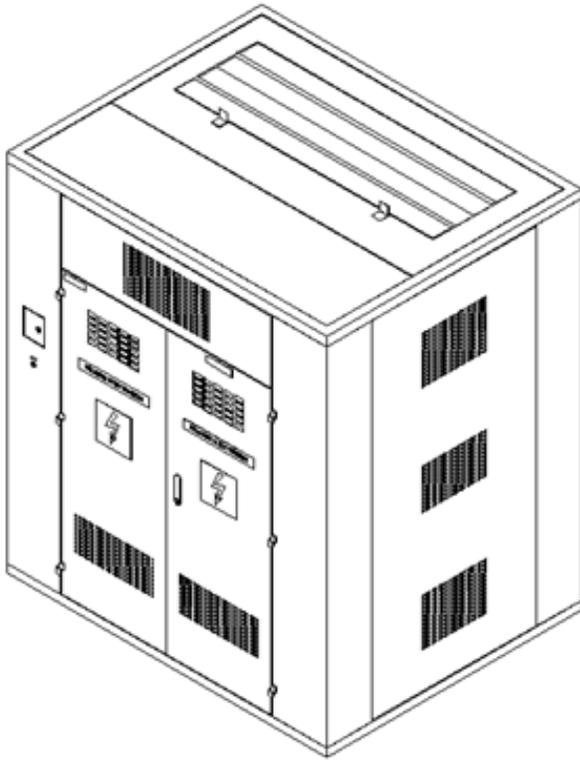


Figura 1. Celda para transformador fabricada en GIM Ltda (vista isométrica) (GIM Ltda, 2012).



Figura 2. Fotografía celda para transformador fabricada en GIM Ltda.

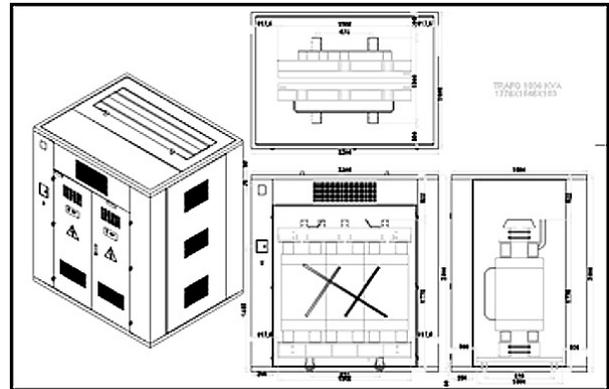


Figura 3. Detalle instalación del transformador de 1000 kVA (vistas isométrico) (GIM Ltda, 2012).

un nuevo estudio que con argumentos teórico-prácticos en base a transferencia de calor y procesos de manufactura metalmecánica. Se plantea la investigación de un nuevo diseño de estas celdas a fin de garantizar la satisfacción del cliente, y el crecimiento de la empresa.

Transformadores tipo seco

Los transformadores tipo seco que se usan generalmente, son equipos que están diseñados para instalarse junto a los centros de carga para optimizar la regulación del voltaje en instalaciones residenciales, comerciales e industriales con el propósito de obtener la mejor eficiencia que sea posible (Fig. 4 y Fig. 5). Principalmente son utilizados en sistemas de iluminación, sistemas de aire acondicionado, sistemas de ventilación y calefacción, en lugares como oficinas, hoteles, complejos habitacionales, fábricas, minas, plantas petroquímicas, cementeras, entre otros (Nacional de Transformadores Tesla, 2012).

Fenómenos térmicos y análisis por elementos finitos

El control de los fenómenos térmicos, en la investigación de equipos eléctricos, es de todos el más importante, principalmente por tres razones:

- Por la tendencia a instalar el material eléctrico bajo envolventes (seguridad) que suelen ser de material aislante (poco eficaces para disipar el calor).
- Por la evolución del equipamiento que integra, cada vez en mayor medida, la electrónica, cuyas dimensiones se van reduciendo sistemáticamente.
- Por la tendencia a ocupar el volumen del tablero al máximo y aumentar el coeficiente de diversidad, que se trata de instalar gran cantidad de equipos eléctricos en un espacio reducido y con poca tolerancia entre ellos.

Al involucrarse en el estudio de los aspectos más importantes a tener en cuenta, a la hora de analizar

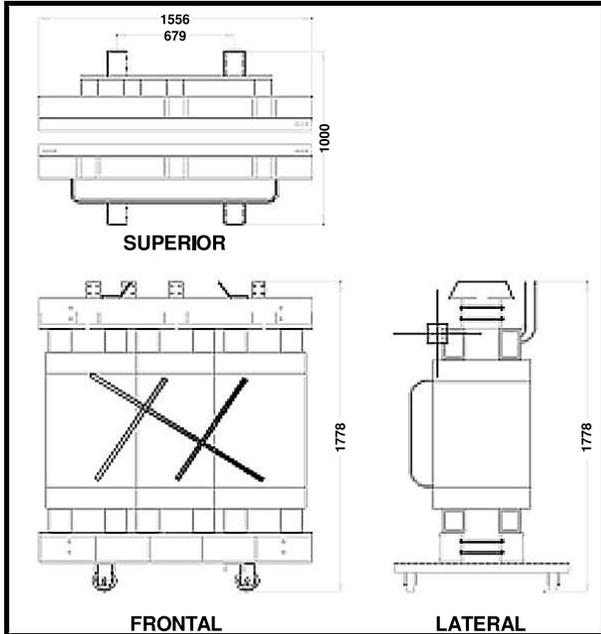


Figura 4. Detalle transformador Tesla (GIM Ltda, 2012).



Figura 5. Foto transformador Tesla (Nacional de Transformadores Tesla, 2012).

térmicamente un tablero eléctrico, se encuentra que la temperatura de un material eléctrico es el resultado de:

- Del efecto Joule ($P = I^2R$), es decir, de su resistencia al paso de la corriente.
- De la temperatura ambiente (Kilind, 1988).

Con la utilización de software (ANSYS, SOLIDWORKS CAD y FEA) es posible determinar, en función de las características de la envolvente, el área óptima de

ventilación, según factores de diseño y tipo de equipos, de voltajes e intensidad eléctrica y de temperatura para cada una de las fuentes de calor, dispositivos, conductores ó barraje) y todo ello en función de su posición, respecto a las rejillas de ventilación, y de la temperatura del aire que los envuelve.

Proceso metodológico

Para el desarrollo del proyecto se realiza una investigación y un análisis de las normas CODENSA CTS-518, CTS-518-2, CTS-519 y NEMA-IP para la construcción de celdas para transformadores tipo seco, y de esta manera se indaga sobre el área efectiva de ventilación necesaria en una celda para un transformador de 1000kVA, para garantizar un funcionamiento óptimo del equipo eléctrico y una temperatura segura de trabajo. Luego de este previo análisis, se realiza un estudio térmico mediante un modelado computacional por elementos finitos que se compone de tres partes principales que son: (1) El pre-procesador, que permite construir el modelo del transformador y añadir las variables, las constantes y las restricciones deseadas, (2) el solucionador, que permite ensamblar y resolver el sistema algebraico de ecuaciones que representan el sistema físico térmico, y (3) el pos-procesador, que facilita la manipulación de los resultados numéricos bien sea en forma de listas, tablas o en forma gráfica.

Posteriormente se realiza la toma de datos correspondiente al modelado para al final generar resultados y basados en estos se plasma en una gráfica final el comportamiento térmico del transformador según el software.

Finalmente, y en base a los resultados obtenidos en el modelado previo, se diseña y optimiza la distribución del área efectiva de ventilación en la celda para transformador, por medio del proceso de mejora óptima, obteniendo un resultado de diseño detallado siendo este la solución al problema formulado.

Modelado en ANSYS

Uno de los principales objetivos a alcanzar al momento de fabricar una celda para transformador de 1000 kVA y en general de cualquier tablero eléctrico, consiste en garantizar el funcionamiento eléctrico del tablero, garantizando el ciclo de vida de los componentes eléctricos y no eléctricos, es por esta razón, que la utilización de un software como ANSYS y con ayuda de la experiencia del fabricante, es posible determinar, en función de las características del equipo eléctrico, (transformador de 100kVA), las temperaturas ideales de trabajo para cada una de las fuentes de calor y conductores, todo esto en función de su posición dentro de la celda y de la temperatura del aire que envuelve dichos equipos.

Al realizar el estudio térmico del transformador de 1000 kVA en el software ANSYS, se decide hacerlo en

la plataforma Workbench mediante un estudio térmico - eléctrico de la temperatura, especialmente en los conductores eléctricos (Fig. 6).

La geometría se realiza en el software CAD SolidWorks, que permite diseñar con mayor detalle cada uno de los componentes principales de un transformador Tesla de 1000 kVA, teniendo en cuenta sus materiales y dimensiones. Posteriormente, se decide importar el modelo a la sección de geometría del análisis térmico eléctrico de la plataforma Workbench ANSYS (Fig. 7).

Hay que resaltar que el principal objeto de este estudio es el de lograr encontrar el promedio de la temperatura y los intercambios térmicos, que permiten describir el comportamiento del sistema referente a la transferencia de calor al interior de los cuerpos, dada la convección y conducción térmica de una barra de cobre recorrida por una corriente eléctrica. Con estos resultados se busca luego diseñar un área de ventilación en la envolvente o celda que permita garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos (Fig. 8).

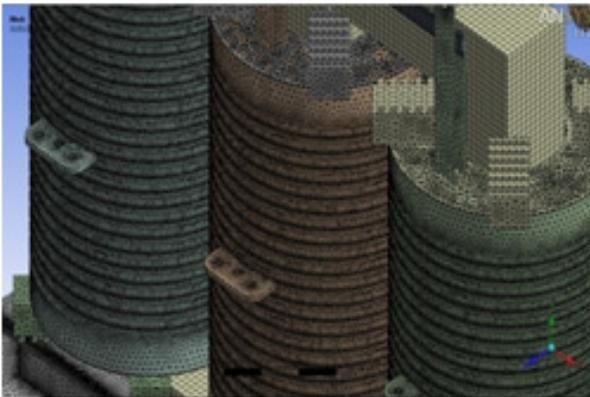


Figura 8. Detalle enmallado 1.

El software de ANSYS toma cada una de las partes del enmallado y las analiza según las variables y constantes introducidas en el *setup* (configuración) y genera un resultado acorde con lo que ocurre en cada una de las partes de la división geométrica (Fig. 9).

Al momento de realizar el análisis térmico del transformador de 1000 kVA, es necesario introducir varias variables y constantes que dependen del tipo de conductor eléctrico, el voltaje entrada, el voltaje de salida y la generación interna de calor, entre otros.

El principal parámetro de entrada es la conexión del barraje de cobre principal al suministro de energía, la cual generalmente se realiza mediante una línea trifásica de 13.2 kV. De la línea de media tensión trifásica de 13.2 kV se realiza la conexión del transformador de 1000 kVA, con el fin de tener un voltaje de salida común de 220 V, en la mayoría de los casos.

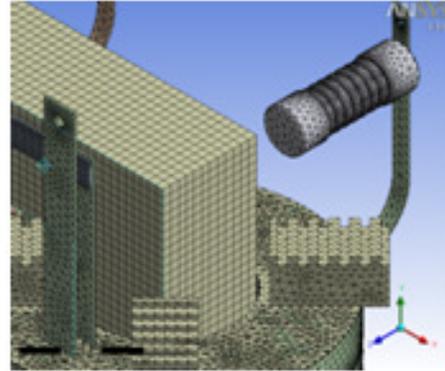


Figura 9. Detalle enmallado 2.

Teniendo en cuenta los valores térmicos relativos de un juego de barras situados en un ambiente dado, se sabe que una temperatura ideal de un barraje de entrada como el de este transformador es de 60°C y es muy importante saber que no se puede superar la barrera de los 110°C, debido a que se provocan deformaciones notables en las barras, rotura de los soportes aislantes y un calentamiento excesivo (Fig. 10).

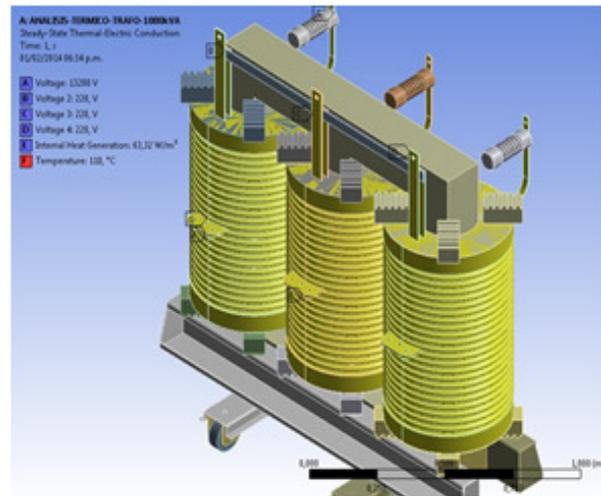


Figura 10. Disposición (*setup*) variables-constantes.

Se debe notar que además del voltaje de entrada de 13200 V, y el voltaje de salida de 220 V, se tiene una temperatura máxima de 110°C que es la temperatura luego de la cual el trabajo del transformador no es óptimo. Además, la generación interna de calor es de $63.32 \frac{W}{m^3}$, que se calcula mediante la ecuación de la ley de Stefan, que tiene en cuenta la geometría del cuerpo en cuestión, coeficientes térmicos y coeficientes de emisividad térmica aproximados, dependientes del material conductor por donde circula la corriente eléctrica. Ley de Stefan para generación interna de calor (*Internal Heat Generation*) esta dada en la ecuación 1 (Staff, 2003).

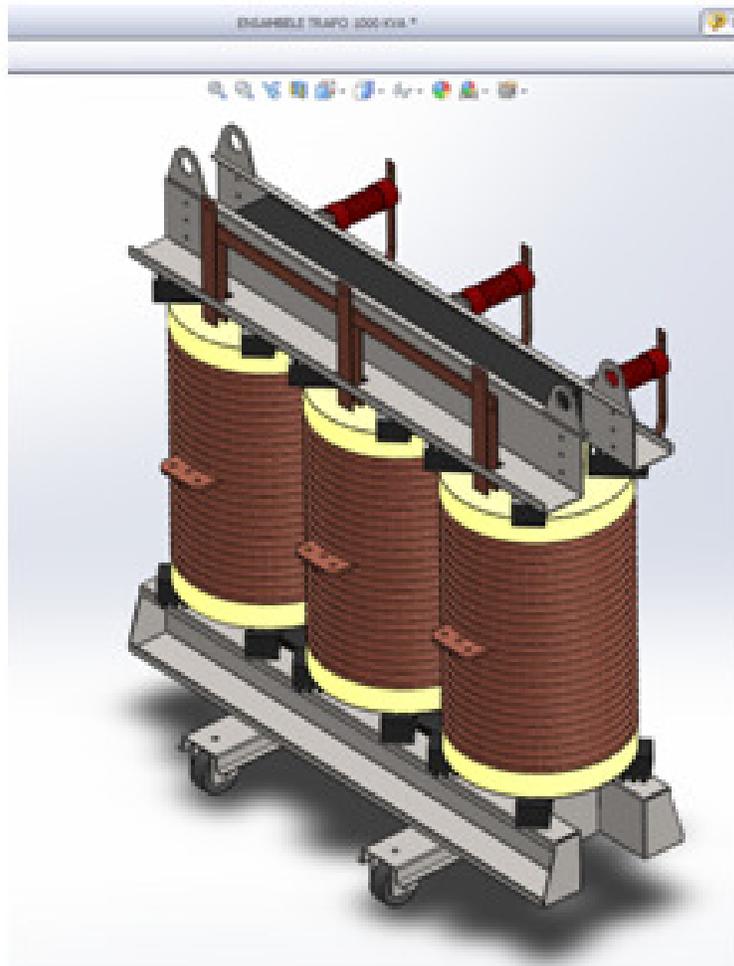


Figura 6. Diseño CAD en Solid Works transformador de 1000 kVA.

$$IGH = 5,7e \left(\frac{^{\circ}\text{C} + 273}{1000} \right) \frac{W}{\text{cm}^3} \quad (1)$$

Donde e es igual a la emisividad del cobre que es aproximadamente 0.2 en referencia a un cuerpo negro ideal (Fig. 11 y Fig. 12).

Al realizar el análisis de los resultados, se puede notar que a pesar de que el barraje está diseñado para poder soportar el paso de la corriente nominal necesaria, sin provocar un calentamiento de las barras que pueda ejercer un deterioro de los elementos del transformador causando la falla del equipo, la temperatura tiene un pico de 150°C lo cual genera un deterioro y mal funcionamiento al punto de llevar a el equipo a una falla total, razón por la cual se evidencia la necesidad de diseñar un área efectiva de ventilación que permita disminuir dicha temperatura en por lo menos 50°C, con el fin de llevar al transformador a un óptimo funcionamiento y que el barraje este trabajando entre los 70 y los 90°C.

De esta manera y conociendo la temperatura externa del aire, se puede manejar un fenómeno térmico convectivo, que

corresponde a la transferencia de calor entre un cuerpo sólido y un fluido en movimiento.

En este caso, la temperatura interna del aire en el tablero resulta de los intercambios de calor por convección entre el aire interno y las superficies de los diferentes dispositivos como por ejemplo los conductores, y la temperatura ambiente del aire externo transmitida a través de las paredes de la celda (Fig. 13).

Balance de resultados obtenidos en análisis por elementos finitos

Al finalizar el análisis por elementos finitos, de la transferencia de calor y temperaturas de los componentes del transformador, se puede observar que al realizar una convección con una temperatura ambiente de 30°C se llega a una generación interna de calor de 45 W/m³ lo que genera una reducción de alrededor del 18 % en la generación interna de calor, lo que nos lleva a tener una temperatura de trabajo de entre 80 y 100°C en condiciones extremas.

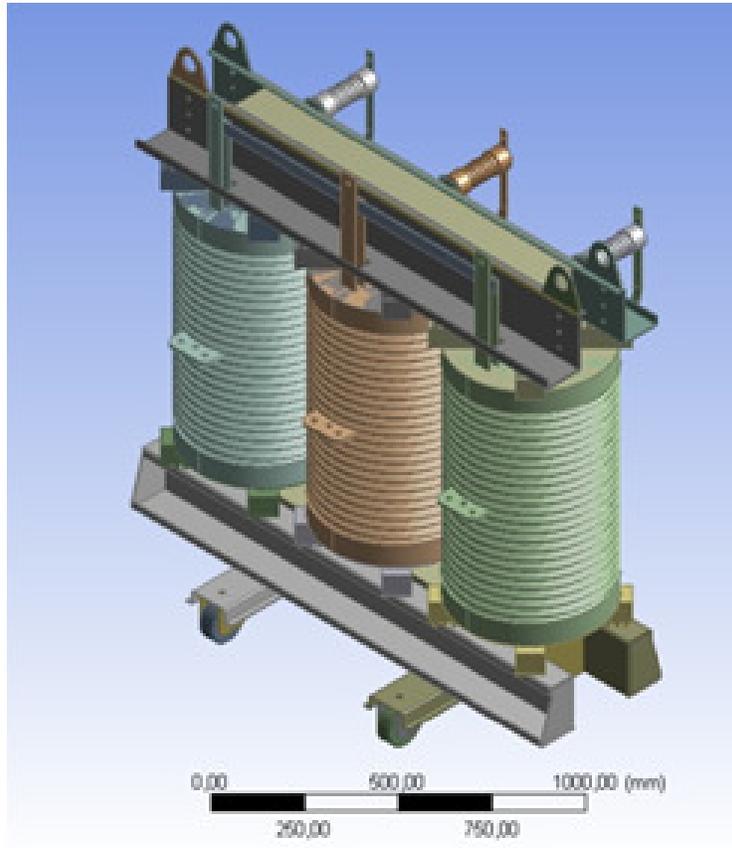


Figura 7. Análisis térmico eléctrico en la plataforma Workbench.

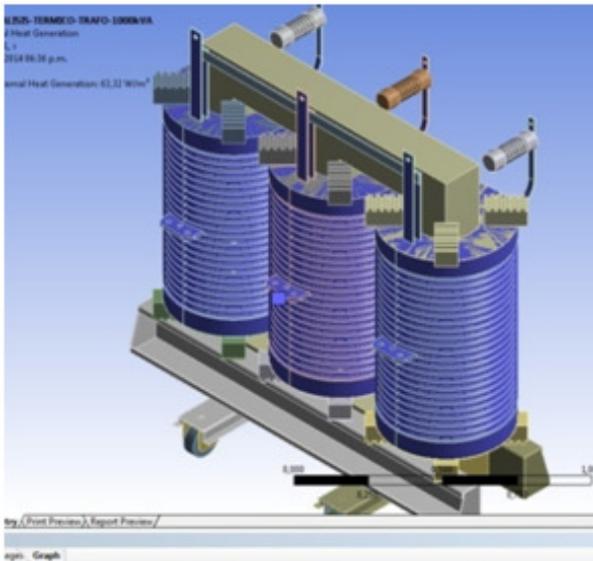


Figura 11. Generación interna de calor.

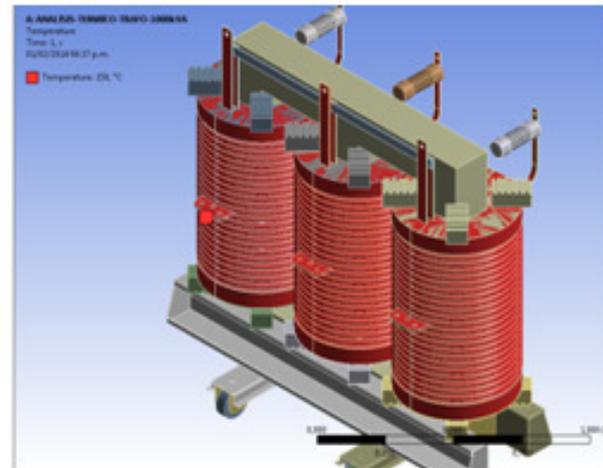


Figura 12. Temperatura emitida en cuerpos conductores.

Luego de este análisis térmico eléctrico, se procede a realizar el diseño de una celda para transformador, con un

área efectiva de ventilación que adecue el comportamiento de los componentes internos de la celda a una temperatura óptima de trabajo que oscile entre los 80 y los 100°C, por lo que se hace necesario que este diseño tenga como prioridad conseguir por lo menos el doble del área efectiva

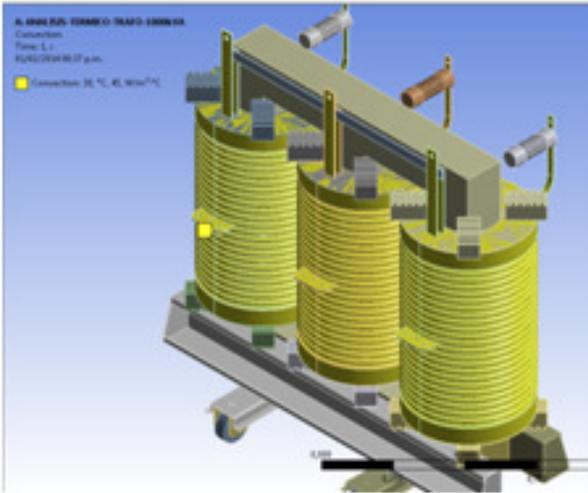


Figura 13. Fenómeno convectivo transformador de 1000 kVA.

de ventilación, propuesta para transformadores entre 360 y 800 kVA por la norma CODENSA CTS 518-2.

Opción de Diseño: Ventilación asistida por ventiladores eléctricos

En la Fig. 14 se puede observar una celda para un transformador de 1000 kVA con ventilación asistida. Los implementos usados en este caso son ocho ventiladores Unikey de 5 pulgadas.



Figura 14. Ventiladores Unikey 5 pulgadas.

Al realizar un análisis del comportamiento y de los requerimientos de una celda de este tipo, se puede ver que el costo para llevarla a cabo es bastante elevado, debido a que los ventiladores son costosos y la cantidad de estos a utilizar es grande, esto sin tener en cuenta el consumo de energía que generan, la fabricación de una celda con ventilación asistida requiere mayor tiempo de trabajo, para instalar los ventiladores correctamente, lo cual también genera costos en mano de obra ya que su ensamble es más complicado que el de una celda común con punzonados o mallas.

Opción de Diseño: Ventilación por agujeros punzonados

La Fig. 15 muestra la ubicación del área efectiva de ventilación de una celda con agujeros o rejillas punzonados, para un transformador de 1000 kVA. Para este tipo de celda son realizados agujeros de 10 milímetros por 10 milímetros, separados entre sí a esta misma distancia. Las longitudes totales para realizar este procedimiento están limitadas, no solo por las normas CODENSA E IP, sino también por la resistencia mecánica que pierde el material al realizar una cantidad excesiva de agujeros.



Figura 15. Fotografía celda con ventilación por agujeros punzonados.

Como se pudo verificar al realizar un estudio del área de ventilación de las celdas de este tipo, se encontró como resultado un incremento desfavorable en el costo de fabricación de la celda, esto debido a que el proceso de manufactura es bastante extenso, por la cantidad de punzonados que se deben realizar.

Opción de Diseño: Ventilación por mallas IMT 20

La Fig. 16 y Fig. 17 muestran el diseño y fabricación del área de ventilación de una celda con mallas para un transformador de 1000 kVA. Para este tipo de celda se usa malla IMT 20 galvanizada (número del troquel, es la distancia en mm entre centros de uniones de las mallas). Esta área de ventilación está distribuida de la siguiente manera: en las perforaciones de las tapas laterales el área de ventilación

decisión que permita a los clientes obtener lo que demandan y que luego, la empresa aplique en su fabricación la solución más óptima al problema de la ventilación de este tipo de celdas.

Luego, como segundo paso, para ejecutar de manera correcta la toma de decisiones, es necesario conocer cierto tipo de parámetros, como lo es la temperatura máxima que irradia el transformador y el lugar exacto en donde se ubica, para esto, primero se realiza el modelo del transformador de 1000 kVA en SolidWorks, ya que es bastante complicado hacer este tipo de geometría en el software ANSYS debido a su complejidad en la plataforma de dibujo, después es necesario que el transformador se modele con la menor cantidad de piezas sueltas que sean posibles, esto, con el objetivo de impedir la generación de errores al momento de impórtalo al software de análisis finitos ANSYS. Como paso final, los tres diseños a tener en cuenta para la mejora optima, se analizan mediante los cuadros de evaluación de soluciones ó matriz de decisión ponderada de soluciones, en el que se van descartando los diseños menos favorables, de acuerdo a lo ya analizado en la matriz QFD con los requerimientos del cliente y los requerimientos de diseño, hasta llegar a una única solución final, que será la correcta, optima y más efectiva de acuerdo a los parámetros más importantes a mejorar y la información recopilada a lo largo del proceso.

Matriz QFD (Quality Function Deployment) despliegue de la función calidad

Con este análisis QFD, se diseña un sistema en búsqueda de focalizar los diseños de la celda de transformador de 1000 kVA, para dar respuesta a los requerimientos de los clientes, es decir, alinear los parámetros que el cliente requiere con los parámetros bajo los cuales se está fabricando la celda en la compañía. La matriz QFD se distribuye como se muestra en la Fig. 18.

Análisis de la matriz QFD

- QUIEN: El cliente. El análisis QFD está dirigido a la satisfacción del cliente, este a su vez, establece una serie de requerimientos los cuales orientan a la compañía acerca de lo que él necesita.

- QUE: Requerimientos del cliente. A continuación se nombran los principales requerimientos que solicita el cliente para la realización de una celda para un transformador tipo seco.

1. Tiempo de fabricación corto.
2. Condiciones y medidas correctas.
3. Mejor calidad de protección.
4. Disminución de pérdidas de materia prima.
5. Alta confiabilidad.
6. Disminución de costos en mantenimiento.
7. Seguridad industrial.
8. Cumplimiento normas CODENSA.

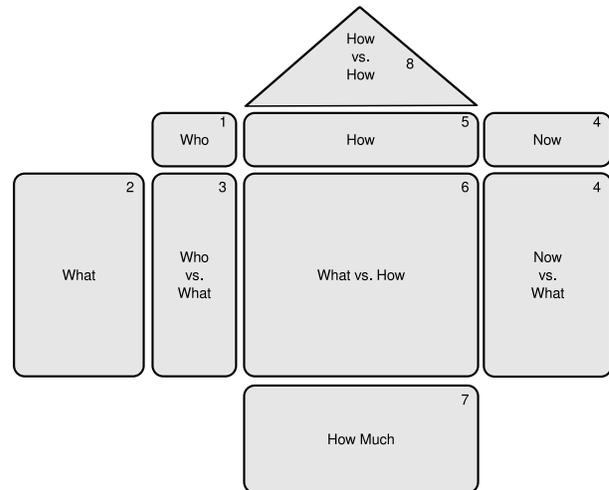


Figura 18. Casa de la calidad, también conocida como diagrama QFD.

9. Buena resistencia al entorno.
10. Construcción duradera.
11. Experiencia del fabricante.
12. Excelente circulación de aire.
13. Disipación del calor generado por el transformador.

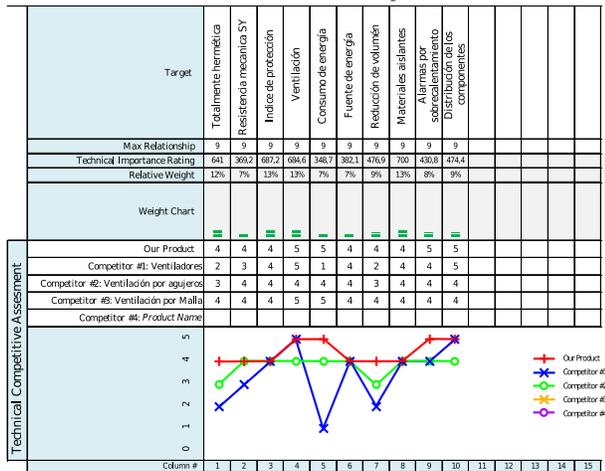
- QUE VS QUE: En este paso se analizan los requerimientos del cliente con estos mismos y se establece una relación de importancia entre ellos, para esto se realiza un tipo de comparación donde el nivel de importancia más alto lo obtiene aquel requerimiento que este marcado con el número 1 y el nivel de menos importancia lo obtiene el marcado con el número 0 (tablas 1 y 2).

Tabla 1
Qué vs Qué (requerimientos del cliente).

	Cust. Requir. 1	Cust. Requir. 2	Cust. Requir. 3	Cust. Requir. 4	Cust. Requir. 5	Cust. Requir. 6	Cust. Requir. 7	Cust. Requir. 8	Cust. Requir. 9	Cust. Requir. 10	Cust. Requir. 11	Cust. Requir. 12	Cust. Requir. 13	PONDERADO	
Tiempo de fabricación corto	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	3.840%
Condiciones y medidas correctas	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	9	11.538%
Mejorar la calidad de protección	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	10.256%
Disminuir pérdidas de materia prima	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2.564%
Confiabilidad	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	11	14.103%
Disminuir costos en mantenimiento	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4	5.128%
Seguridad industrial	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	10	12.821%
Cumplimiento normas CODENSA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	12	15.385%
Mejor resistencia al entorno	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5	6.410%
Construcción duradera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2.564%
Experiencia del fabricante	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4	5.128%
Excelente circulación de aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	3.840%
Disipación del calor generado por el transformador	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5	6.410%

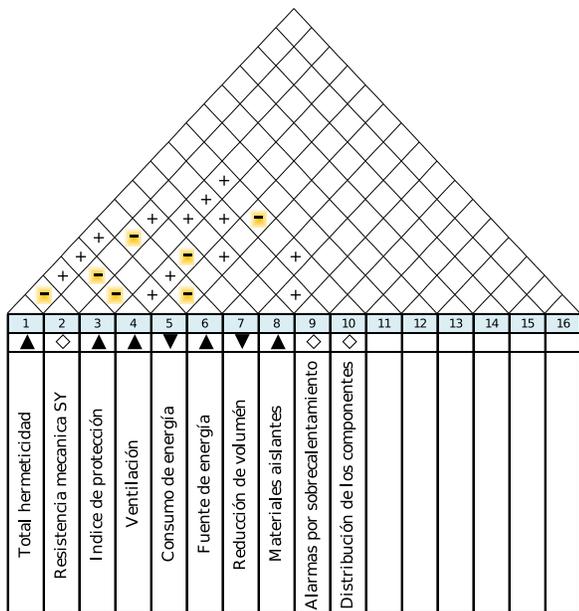
De las tablas 1 y 2 se puede evidenciar que los requerimientos del cliente con mayor peso, y por ende de mayor importancia para el cliente son, las condiciones y medidas correctas, la mejor calidad de protección, la alta confiabilidad, la seguridad industrial, y la más importante, el cumplimiento de las normas CODENSA.

Tabla 4
Cuánto. Evaluación técnica de la competencia.



• COMO VS COMO: Por último, en el techo del QFD, se analizan los requerimientos de diseño con estos mismos, se indica si tienen una correlación, positiva, negativa o de ningún tipo (tabla 5).

Tabla 5
Cómo vs Cómo. Correlaciones entre los requerimientos de diseño.



Mejora óptima (optimización)

Por último, se procede a realizar una mejora optima de las soluciones planteadas en el diseño CAD-FEM, con el fin de enfocar el diseño final a una mejora continua

de los parámetros de fabricación y que no deje a un lado el buen funcionamiento de los equipos eléctricos, la seguridad del personal que tendrá relación con el producto final, la normatividad y demás parámetros de producción y requerimientos del cliente que llevarán a la fabricación de un producto optimo y seguro.

Dicha mejora optima se hace mediante el análisis de los conceptos y alternativas, que se califican de acuerdo al grado de cumplimiento con los requerimientos del cliente de cada una de ellas, para al final llegar a tener una solución de calidad, mejorada óptimamente, por los parámetros en los cuales los diseños descartados se destacaban, que sea segura, productiva, que cumpla con la normatividad explicada con anterioridad y que no genere inconformidad por parte del cliente, debido a su no cumplimiento técnico en el desarrollo de sus funciones.

Se debe tener en cuenta que los conceptos que estarán sujetos al análisis de los resultados de la mejora óptima son:

- Concepto 1: ventilación asistida por ventiladores eléctricos.
- Concepto 2: ventilación por agujeros punzonados en las tapas.
- Concepto 3: ventilación por agujeros con malla IMT 20.

Análisis de los resultados de la mejora óptima

Tomando como referencia los resultados de la matriz QFD, se procede a realizar la mejora optima del proceso de diseño y fabricación del área efectiva de ventilación de la celda para transformador tipo seco de 1000 kVA, realizando una tabla de evaluación de las soluciones, en esta tabla se analizan los requerimientos del cliente inicialmente con los tres conceptos que se tienen (ventilación asistida, ventilación por agujeros punzonados y ventilación por mallas IMT 20), de estos tres conceptos se pondera la calificación referente a cuál de estos cumple con mejor satisfacción los requerimientos del cliente, paso a seguir, se declina el concepto que menor puntaje tenga, y los dos restantes avanzan al siguiente paso, donde se convierten en alternativas, no sin antes realizar una mejora del diseño con relación al concepto excluido.

Paso a seguir, se califican de nuevo en la tabla de alternativas con las mejoras realizadas y se escoge una solución final mejorada, que en el caso de nuestro problema de diseño es el concepto 3 (ventilación por agujeros con malla IMT 20), que será enriquecida a su vez por la alternativa eliminada para tener una solución final evaluada, eficiente que cumpla con los requerimientos del cliente de la mejor forma posible teniendo en cuenta los estándares y parámetros de fabricación.

Conclusiones

Se analizó térmicamente por elementos finitos la transferencia de calor de un transformador tipo seco de

1000 kVA, se diseñó y realizó una mejora óptima, del área efectiva de ventilación de una celda para este tipo de transformadores, garantizando el funcionamiento óptimo de los equipos eléctricos.

Al finalizar el proceso de análisis, estudio térmico, investigación de las garantías de los clientes evaluando los aspectos a mejorar y el estudio de la mejora óptima de los conceptos de la fabricación industrial, se llega a dar el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación, esto debido a que:

- Se evidencia recurrentemente que se analizó por elementos finitos, el comportamiento térmico de un transformador de 1000 kVA, observando los fenómenos de conducción (en la búsqueda de la temperatura máxima de trabajo), y los fenómenos de convección (en la manera en que se ve afectada la temperatura máxima de trabajo con una temperatura ambiente, dando lugar a un entorno convectivo), para de esta manera continuar con el desarrollo del siguiente objetivo.

- Se evidencia el cálculo del área efectiva de ventilación, de acuerdo a los datos entregados luego del análisis térmico, dando como resultado 3 opciones de fabricación, con 3 diferentes tipos de elementos industriales (ventiladores, agujeros punzonados, agujeros con malla IMT 20), para de esta manera llevar a cabo el siguiente objetivo.

- Se evidencia el diseño y la distribución, del área efectiva de ventilación, luego de tener el valor de la temperatura óptima de funcionamiento del equipo eléctrico (transformador de 1000 kVA), resultante del análisis FEA, y de esta forma se indaga en la manera de cumplir con el siguiente objetivo, realizar una mejora óptima del área de ventilación, con base en los requerimientos del cliente y la capacidad de diseño empresarial.

- Se evidencia la optimización del diseño del área efectiva de ventilación, realizada con el objetivo de mejorar óptimamente el diseño, de acuerdo a los requerimientos del cliente y los requerimientos de diseño, maximizando y minimizando los requerimientos de diseño más importantes (mostrados en la tabla del que vs como figura 11 de la matriz QFD), en la búsqueda del cumplimiento del objetivo primordial (mejorar óptimamente el área efectiva de ventilación), garantizando el óptimo funcionamiento del equipo eléctrico (transformador de 1000 kVA en un encerramiento tipo celda).

- Se evidencia la comparación de los resultados del diseño (basados en el análisis por elementos finitos), mediante el despliegue de la función de calidad y la matriz de decisión ponderada de soluciones, para llegar al resultado final del estudio, que da certeza del cumplimiento de la investigación, que es la fabricación de la celda con ventilación por medio de agujeros con malla IMT 20.

Como conclusiones específicas se puede anotar:

- Se observó y analizó el comportamiento térmico de la temperatura y la convección térmica de un transformador de 1000 kVA mediante el modelado en un software de análisis por elementos finitos (ANSYS-WORKBENCH- thermal electric).

- Se calculó el valor del área efectiva de ventilación para una celda de transformador de 1000 kVA teniendo en cuenta el modelado en ANSYS y la experiencia en la fabricación empresarial.

- Se diseñó la distribución del área efectiva de ventilación con base en el análisis térmico.

- Se realizó una mejora óptima al área efectiva de la ventilación con malla IMT 20 como mejor opción, de la celda, comparando los resultados del diseño y fabricación empresarial con el balance de los resultados del comportamiento térmico en ANSYS.

Nomenclatura

- BT: baja tensión.
- MT: media tensión.
- IP: hace referencia al estándar internacional *IEC 60529 Degrees of Protection* utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico y/o electrónico.
- kVA: (kilovoltiamperio) - característica de potencia aparente en transformadores.
- CAD: (computer-aided-design), diseño asistido por computador.
- Lamina C.R.: lamina acero *cold rolled*.
- F.E.A.: (*Finite Element Analysis*) análisis por elementos finitos.
- NEMA: *National Electrical Manufacturers Association*.
- ANSI: *American National Standards Institute*.
- IMT: IMT 20: (Numero del troquel) Distancia en mm entre centros de uniones de las mallas.
- QFD: *Quality Function Deployment* o despliegue de la función calidad.
- Envoltente de MT: Expresión genérica que designa los gabinetes, tableros de MT. Abarca también la estructura que permite asegurar la protección de los diversos componentes y de los dispositivos en MT contra ciertas influencias externas y la protección contra contactos directos.
- Juego de barras: Expresión genérica que designa el conjunto de conductores rígidos de distribución de corriente eléctrica en el interior de una envoltente de BT ó MT.
- Sistema: En el sentido térmico de la expresión, es la región del espacio que se toma en consideración y en la que se estudian los procesos térmicos y su evolución. Está limitado por las fronteras, reales o ficticias, que según el tipo de intercambio que se produzca en su interior nos permite distinguir entre los sistemas aislados (sin ningún intercambio de energía ni de materia a través de su frontera), sistemas cerrados (únicamente se intercambia energía a través de su

frontera y sistemas abiertos (eventual intercambio de materia y energía a través de su frontera.

- Termodinámica: Parte de la Física que trata de la generación, transmisión y utilización del calor. Aquí, se considera el aspecto de la transmisión, exponiendo sintéticamente las leyes de transferencia (conducción, convección y radiación) y de las nociones sobre los métodos para su evaluación.

Referencias

- ANSI. (2004). *ANSI/IEC 60529-2004 degrees of protection provided by enclosures (ip code)*. On line.
- CODENSA S.A. ESP. (2009, Octubre). *CTS-518-2 celda para transformador tipo seco (nivel 2)*. On line.
- GIM Ltda. (2012). *Especificaciones mt*. Impreso. (listado maestro de documentos de GIM Ltda)
- Holman, J. (1998). *Transferencia de calor*. McGraw-Hill.
- Kilind, C. (1988, Julio). *Estudio térmico de los tableros eléctricos bt*. Impreso. (Cuaderno Técnico No 145) Nacional de Transformadores Tesla. (2012). *Catalogo nacional de transformadores tesla*. Impreso. (Nacional de Transformadores Tesla)
- Roldan, F., y Bastidas, U. (2002). Estudio experimental y por análisis de elementos finitos del factor de concentrador de esfuerzo producido por un agujero en una placa plana. *Dyna*, 69(137), 1-8.
- Salas, M., Pérez, J., y Sepúlveda, P. (2006). *Análisis térmico de un motor marino mediante el método de elementos finitos*. Tesis de Master no publicada, Instituto de Ciencias Navales y Marítimas, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile.
- Staff, E. (2003). *Circuitos magnéticos y transformadores*. Reverté S.A.
- Ullman, D. (2009). *The mechanical design process* (4.^a ed.). McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering.

Evaluación de desempeño de dos técnicas de optimización bio-inspiradas: Algoritmos Genéticos y Enjambre de Partículas

Performance evaluation of two bio-inspired optimization techniques: Genetic Algorithms and Particle Swarm

César R. López M.

Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V. (México)

cesarlopezmora@hotmail.com

Este artículo se enfoca en la resolución de problemas de estimación e identificación de las constantes para la sintonización de controladores PID (proporcional, integral, derivativo). Se presentan dos técnicas de búsqueda bio-inspirada con la intención de evaluar su desempeño en el ajuste del bloque PID: Algoritmos Genéticos y Enjambre de Partículas. Ambas estructuras han probado ser capaces resolver de forma eficiente problemas de búsquedas no informadas en sistemas complejos, y es la intención de este trabajo compararlas sobre un esquema de control muy utilizado en la industria. El planteamiento inicial considera la evaluación sobre dos plantas (segundo y tercer orden) las cuales sirven de modelo para determinar el desempeño, incluso frente a técnicas de ajustes tradicionales.

Palabras clave: Control, optimización bio-inspirada, PID

This paper focuses on estimation problem solving and identification of the constants for tuning PID (proportional, integral, derivative) controllers. We present two techniques of bio-inspired search intending to evaluate their performance in adjusting the PID block: Genetic Algorithm and Particle Swarm. Both structures have proven capable of efficiently solving uninformed search problems in complex systems, and it is the intention of this work compare them over a control scheme widely used in the industry. The initial approach considers the evaluation of two systems (second and third order) which serve as a model to determine the performance, even against traditional adjustments techniques.

Keywords: Bio-Inspired optimization, control, PID

Introducción

El diseño y sintonización de los controles Proporcionales-Integrales-Derivativos o PID's, desde el punto de vista teórico pueden verse conceptualmente muy intuitivo, pero su implementación real en la práctica puede

llegar a ser bastante compleja, en particular si el diseño incluye el acople de múltiples objetivos (normalmente en conflicto entre sí) tales como transitorios de corta duración, gran estabilidad y mínimo sobrepaso; o aun más si se trata de plantas de orden superior o no lineales. Por ésta razón, este tradicional esquema de control aún hoy en día es motivo de estudio y análisis dentro del campo de la investigación, en particular en lo que se refiere a métodos de sintonización (esquemas predictivos de los parámetros) (Ang, Chong, y Li, 2005; Luo, 2011; Moradi, 2003; Petrov, Ganchev, y Taneva, 2002).

Normalmente, los diseños iniciales obtenidos a través de todos los métodos existentes, necesitan ser ajustados de forma reiterativa a través de simulaciones por computador hasta que el desempeño del sistema en lazo cerrado cumpla el perfil de diseño deseado (Vásquez y Martínez, 2011). Esta estrategia generalizada de diseño ha estimulado el desarrollo de herramientas inteligentes que apoyen el trabajo de los ingenieros en la obtención del mejor

Fecha recepción del manuscrito: Enero 24, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

César R. López M., Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V. (México).

Esta investigación fue financiada por: Universidad Pedagógica Nacional.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: César Ricardo López. Email: cesarlopezmora@hotmail.com

esquema de control PID para todas las condiciones de las plantas. De igual forma, ha estimulado el desarrollo de investigaciones como la aquí presentada (Luo y Li, 2010; Maia, Vieira, Geraldo, y Yokoyama, 2005; Wei y Zhang, 2008; Xiao, 2010).

Dado que la sintonización de los parámetros del control PID es un problema de búsqueda no informada bajo el cumplimiento de algunos criterios de desempeño, es completamente válido el pensar utilizar herramientas bio-inspiradas que se ha comprobado que resuelven eficientemente este tipo de problemas, a fin de buscar algún nivel de optimización en el diseño de éste esquema de control.

Estas ideas no son nuevas, y han sido trabajadas por muchos investigadores en todo el mundo en años recientes. Trabajos en los que se evalúan plantas de orden superior, no lineales y con retardos con apoyo de estrategias genéticas (Y. Chen, 2011; Maia et al., 2005; Xiao, 2010; Xiao-Gen, Li-Qing, y Cheng-Chun, 2009), u optimizadas por medio de algoritmos colectivos (He et al., 2009; Luo y Li, 2010; Wei y Zhang, 2008; Zeng y Tan, 2007). Esta investigación tomó estos trabajos como punto de partida, y como referencia para la comparación de desempeño del esquema aquí propuesto.

Varios estudios han demostrado la efectividad que prestan los controladores PID en diferentes áreas. En (García Nieto, Chicano, y E., 2009) por ejemplo se puede observar cómo mediante la implementación de un esqueleto de algoritmo PSO (*Particle Swarm Optimization*, optimización con enjambre de partículas) y AG, se resuelven dos problemas de carácter práctico a nivel industrial: la LA (*Location Area Management*) y el GOMAD (*Gene Ordering in Microarray Data*). En primer lugar, en el problema LA, el cual se centra en el campo de las telecomunicaciones y concretamente en la computación móvil (*mobile computing*), refiriéndose a la posición de los usuarios o gestión del área de localización, muestra cierta deficiencia en el momento de ubicar a los individuos, debido al alto costo que se implementa en el momento de reducir el campo de búsqueda. El segundo caso se refiere al problema GOMAD, el cual muestra los inconvenientes que tiene la comunidad científica, debido a la gran cantidad de información que ha sido generada por el proyecto del genoma Humano y por otras iniciativas relacionadas con la genética, las cuales suponen una interpretación de las relaciones funcionales entre los genes, de manera ágil.

La principal conclusión de esta investigación, es que la implementación de los algoritmos bio-inspirados de búsqueda en problemas de alta complejidad es eficaz, ya que responden positivamente encontrando buenas soluciones con relativa facilidad. Sin embargo, se debió acudir a un mecanismo de búsqueda local para aumentar la exploración durante la ejecución de los algoritmos, en cuanto el problema

principal, al reducir el tamaño de la población, proporciona una convergencia más rápida a soluciones más óptimas, disminuyendo de esta manera el costo de localización, mediante la utilización de algoritmos genéticos paralelos, los cuales utilizan más procesadores agilizando de manera considerable el resultado de soluciones óptimas, a pesar de los retardos causados por la comunicación entre procesos y la sincronización. Por último, esta investigación concluye que el esqueleto PSO resuelve el problema LA proporcionando buenos resultados en un tiempo razonable.

En cuanto al problema GOMAD, al ser un problema que trabaja con grandes instancias, este se evaluó mediante la paralelización del algoritmo en islas (sub poblaciones), que trabajan con sub cúmulos más pequeños que agiliza de manera considerable la ejecución de una interacción del algoritmo.

Otra investigación interesante es (Guerra y Crawford, 2006), en la cual se desarrolla un estudio experimental entre EP y AG para algunos problemas numéricos de optimización, demostrando que pueden ser utilizados en diversas funciones sin importar su complejidad. En la medida en que el número de iteraciones es mayor, observaron que es mejor el comportamiento del PSO, pero esto no garantiza que al aumentar el tamaño de la población se obtenga un óptimo resultado. Para el caso de los algoritmos genéticos, el hacer el diseño con una población grande no proporciona un mejoramiento en el algoritmo, por lo que este estudio recomienda utilizar una población de mediano tamaño, en donde es realmente efectivo este proceso.

En resumen, es posible concluir que EP es una metaheurística que parece ser eficaz y eficiente para optimizar una amplia gama de funciones. EP tiene semejanza con la computación evolutiva, y es altamente dependiente de procesos estocásticos. El ajuste de los parámetros de EP es conceptualmente similar a la operación de cruce utilizada por los AG, y utilizando también el concepto de retroalimentación.

En (Meng y Song, 2007) es utilizado el AG como método para sintonizar un PID, dejando claro que estos algoritmos pueden solucionar más de un sistema en comparación de los métodos corrientes que se dedican a uno solo. Esta investigación utiliza una comparación entre algoritmos simples y algoritmos genéticos, demostrando que los últimos son más rápidos, ya que la población converge más rápidamente y mejoran el funcionamiento del control, remediando los problemas de convergencia prematura, la mutación y el cruce. Por consiguiente, los algoritmos genéticos son mejor que los algoritmos simples, ya que son más rápidos y eficaces. En esta investigación se puede evidenciar que estos algoritmos, cifran de manera efectiva los parámetros K_p , K_i y K_d , permitiendo una sintonización más efectiva.

Finalmente, en (Pinto, 2009) el trabajo está centrado en el diseño y construcción de un sistema de simulación de control de motores eléctricos, el cual le permite a los estudiantes de licenciatura en electrónica poder estudiar el campo del diseño sobre una herramienta que permite analizar de manera adecuada los motores con los cuales se desea trabajar, o el estudio académico del mismo. En este trabajo se puede destacar la importancia de implementar herramientas para el estudio de control ya que es un campo ampliamente interesante y necesario en el área industrial.

En el caso particular de ésta investigación, los estudios de desempeño realizados a través de simulación, demuestran la eficacia de las estructuras de control propuestas. Los resultados alcanzados son comparados con soluciones PID convencionales y otras optimizadas y reportadas en investigaciones recientes (Maia et al., 2005).

El documento se encuentra organizado de la siguiente forma: el Capítulo 1 presenta el planteamiento del problema bajo estudio. Se acota el problema y se proyecta su perfil a lo largo de los objetivos perseguidos y la justificación de solución. El Capítulo 2 introduce el tema a través de un breve marco referencial de antecedentes teóricos. En particular se hace énfasis en técnicas de control PID y algoritmos bio-inspirados. El Capítulo 3, denominado aspectos metodológicos, incluye la metodología de diseño, el diseño mismo, y la justificación del algoritmo de control seleccionado. El Capítulo 4 presenta los resultados alcanzados a través de la evaluación de desempeño realizada al prototipo, y finalmente, en la parte final se presentan las conclusiones derivadas del desarrollo.

Planteamiento del problema

Al implementar controladores PID en aplicaciones reales de control, el gran reto para una respuesta óptima del sistema radica en la determinación de los valores adecuados de sus constantes (K_p, K_i, K_d). Para abordar este problema, existen documentados diferentes métodos tradicionales, como es el caso de la estrategia de Ziegler-Nichols y del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR) entre otros. Estas estrategias tradicionales proporcionan herramientas de sintonización relativamente simples, con resultados bastante aceptables en condiciones normales, es decir, cuando se trabaja con plantas estables y de bajo orden.

Los problemas conocidos de desempeño de los controles PID nacen cuando se trata de implementar este esquema de control sobre plantas de orden superior o con problemas de estabilidad. Para mejorar el desempeño de estos controladores (inicialmente analizando sus características de sobrepaso y estabilización del sistema), se plantea la modificación de las estrategias de sintonización tradicionales utilizando herramientas bio-inspiradas. Estas herramientas hoy en día son muy utilizadas en problemas de optimización, dada su comprobada eficacia. En particular, se plantea el

uso de los Algoritmos Genéticos (AG) y del Enjambre de Partículas (PSO) como posibles herramientas de soporte en el diseño y sintonización de controles PID, propuesta que se evaluará sobre plantas tipo frente a las estrategias tradicionales, y otras estrategias planteadas y reportadas en la literatura especializada.

Esta investigación se enfoca en la resolución de problemas de estimación e identificación de las constantes para la sintonización de controladores PID (proporcional, integral, derivativo). Se presentan dos técnicas de búsqueda bio-inspirada con la intención de evaluar su desempeño en el ajuste del bloque PID: Algoritmos Genéticos y Enjambre de Partículas. Ambas estructuras han probado ser capaces resolver de forma eficiente problemas de búsquedas no informadas en sistemas complejos, y es la intención de este trabajo compararlas sobre un esquema de control muy utilizado en la industria. El planteamiento inicial considera la evaluación sobre dos plantas (segundo y tercer orden) las cuales servirán de modelo para determinar el desempeño, incluso frente a técnicas de ajustes tradicionales.

Aspectos metodológicos

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación, la presente se desarrolló bajo la modalidad de medios de simulaciones, diseño, implementación y detección de fallos, con base en los conceptos y a las diferentes pruebas obtenidas, en el programa escogido para el desarrollo de esta investigación MATLAB. En primer lugar se desarrollarán los algoritmos propuestos (AG, PSO, ZN, LGR) para implementarlos en el controlador PID, realizando pruebas de acierto y error, para poder determinar de esta manera la funcionalidad de estos, y las medidas necesarias que se deberán tomar, como pueden ser ajustes o modificaciones en el código, para un mejor funcionamiento de la base de control. Luego de identificar los errores y de haber realizado los posibles ajustes, se podrá determinar y evaluar la estructura final de los algoritmos planteados, comprobando su efectividad mediante la utilización de dos plantas de segundo orden y dos de tercer orden, la cual guiará este proyecto de investigación hacia una respuesta adecuada a los objetivos planteados, reforzándose con la investigación teórica desarrollada con anterioridad.

Definición y selección de plantas

A modo de comparación se utilizaron las plantas que propone Vrancic (Maia et al., 2005). debido a que estas plantas presentan problemas en la sintonización de controladores PID. El primer caso es una planta de orden superior:

$$G_1 = \frac{5}{s^4 + 3s^3 + 7s^2 + 5s} \quad (1)$$

El segundo caso es una planta con tiempo de retraso largo:

$$G_2 = \frac{e^{-2t}}{(1+s)^3} \quad (2)$$

El tercer caso es una planta de segundo orden:

$$G_3 = \frac{1}{s^2 + 8s + s} \quad (3)$$

El cuarto caso es una planta de orden superior de fase no mínima:

$$G_4 = \frac{-10s + 1}{s^2 + 2s + s} \quad (4)$$

Características de las respuestas

Análisis de la respuesta transitoria . En el análisis y diseño de un sistema de control, es necesario tener una base de comparación del desempeño de diversos sistemas de control, esta base se configura especificando las señales de entrada de prueba y comparando las respuestas de varios sistemas a estas señales de entrada. Los valores de las constantes K_p, K_i, K_d son los que determinan el correcto funcionamiento del controlador PID, de esta manera existen parámetros que optimizan la labor del sistema en mejora de la producción y economía de energía.

Respuesta transitoria en estado estable . En un sistema de control la respuesta en el tiempo consta de dos partes, la respuesta transitoria que hace referencia a la que va del estado inicial al estado final y la respuesta en estado estable en la cual se comporta la salida del sistema conforme t tiende a infinito.

Estructura para el problema PID

Los algoritmos genéticos se han utilizado para resolver problemas complejos con funciones objetivo que no poseen buenas propiedades como diferenciabilidad y continuidad, destacando su búsqueda de mejores soluciones con la implementación de los individuos mejor adaptados en la manipulación de una población y ofreciéndonos una mayor exploración de regiones simultáneamente.

Al desarrollar el algoritmo genético se deben tener en cuenta ciertos aspectos los cuales son determinantes para obtener resultados satisfactorios. Los parámetros iniciales de diseño para desarrollar el algoritmo genético se pueden indicar como: los valores iniciales de entrada, elección de la señal de referencia, generación de población inicial, convertir a valor real los individuos de la población, evaluación de la función objetivo que representa evaluar el ITAE entre la señal de referencia y la salida de la planta en lazo cerrado a controlar, asignación de aptitudes dependiendo del valor de la evaluación de la función objetivo, seleccionar los individuos más aptos, cruce de individuos, mutación de los genes de la población de forma aleatoria, elitismo cumpliendo la labor de completar el tamaño de la población

con los mejores individuos de la población anterior y finalmente la convergencia que nos amplía el espacio de búsqueda en cada determinado número de iteraciones.

Diagrama de flujo del algoritmo genético en la sintonización de un PID.

A continuación se puede observar el diagrama de flujo utilizado para la sintonización de un controlador PID mediante un algoritmo genético.

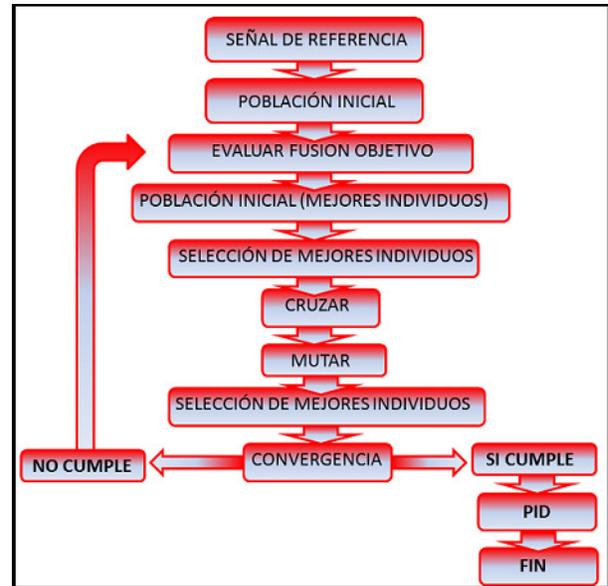


Figura 1. Diagrama de Flujo (AG).

Diagrama de flujo del algoritmo (PSO) en la sintonización de un PID.

A continuación se puede observar el diagrama de flujo utilizado para la sintonización de un controlador PID mediante la optimización por enjambre de partículas o Particle Swarm Optimization (PSO)

Evaluación de desempeño

Error

Como lo indica CHEN (C. Chen, 1993) cuando en un sistema de control la salida no coincide con la señal de referencia, que por lo general es la entrada el sistema presenta un error $e(t)$. Para una señal de entrada $r(t)$ y una señal de salida $y(t)$ el error esta dado por:

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (5)$$

Y su función de transferencia es:

$$E(s) = R(s) - Y(s) \quad (6)$$

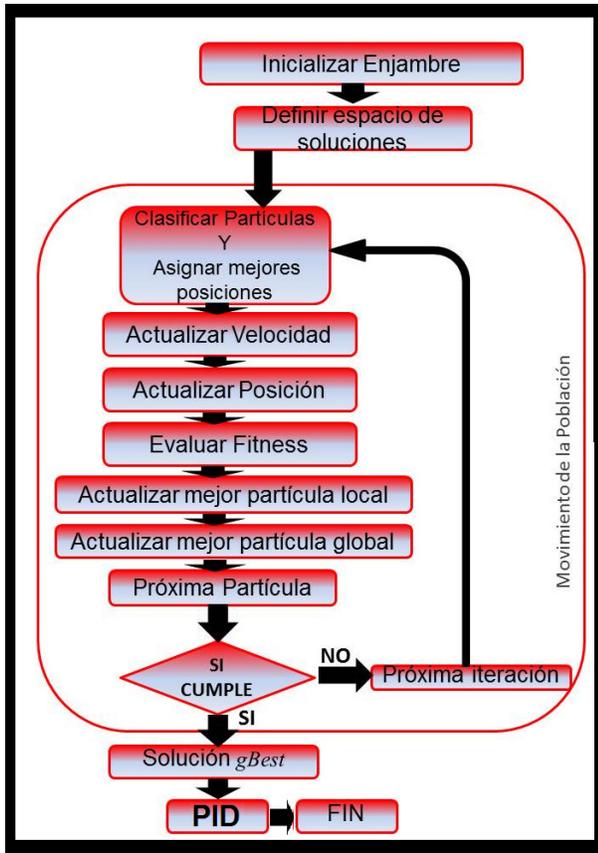


Figura 2. Diagrama de Flujo (PSO).

El error en estado estable ($e_{s,s}$) se halla de la siguiente forma:

$$E_{(s,s)} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s * E(s) \quad (7)$$

Para hacer el análisis del error en un periodo T , se elige alguno de los siguientes criterios de evaluación.

Integral del cuadrado del error: Penaliza los errores iniciales.

$$ISE = \int_0^T e^2(t) dt \quad (8)$$

Integral del valor absoluto del error: Muestra las características de respuesta entre las dos señales.

$$IAE = \int_0^T |e(t)| dt \quad (9)$$

Integral del valor absoluto del error por el tiempo: Penaliza los errores en el tiempo.

$$ITAE = \int_0^T t |e(t)| dt \quad (10)$$

Análisis comparativo

Para los resultados obtenidos los algoritmos AG y PSO fueron ajustados con los parámetros mostrados en la tabla 1.

- K_s = valor de la constante del sensor.
- t_e = intervalo de tiempo en el que se evalúa la función objetivo.
- t_1 =intervalo de tiempo en que se evalúan todas las señales.

Análisis para G1. Los resultados obtenidos aplicando los métodos *LGR, ZN, AG Y PSO* en *G1* se pueden apreciar en las Fig 3 y 4y en la tabla 2.

Tabla 2
Resultados de la simulación de G1.

PARÁMETRO	ZN	AG	PSO
Peak Response	1.62	1.12	1.9
Settling Time(sec)	18.3	13.2	8.5
Rise Time	1.11	0.92	0.51
K_p	0.9098	0.0059	0.8387
K_i	0.3999	1.2413	0.4795
K_d	0.5175	0.9710	0.8444

Análisis para G2. Los resultados obtenidos aplicando los métodos *LGR, ZN, AG Y PSO* en *G2* se pueden apreciar en las Fig 5y6 y en la tabla 3.

Tabla 3
Resultados de la simulación de G2.

PARÁMETRO	ZN	AG	PSO
Peak Response	1.79	1.5	1.12
Settling Time(sec)	51.1	25.2	46.5
Rise Time	0.391	0.51	10
K_p	0.8285	0.2122	0.0873
K_i	0.1559	0.6627	0.3868
K_d	1.1004	0.4702	0.0731

Análisis para G3. Los resultados obtenidos aplicando los métodos *LGR, ZN, AG Y PSO* en *G3* se pueden apreciar en las Fig 7 y 8 y en la tabla 4.

Análisis para G4. Los resultados obtenidos aplicando los métodos *LGR, ZN, AG Y PSO* en *G4* se pueden apreciar en las Fig 9y10 y en la tabla 5.

Costos computacionales

Al desarrollar este tipo de algoritmos bio-inspirados se debe tener en cuenta el costo a nivel de software el cual es considerablemente grande, ya que al ser compilados estos algoritmos consumen gran cantidad de memoria en un equipo, Al ser algoritmos de carácter de búsqueda

Tabla 1
Parámetros de los algoritmos AG Y PSO.

PARÁMETRO	AG	PSO
Mp=Sobrepaso máximo	0.2	0.2
T1= Tiempo de estabilización	10	10
Señal de Referencia	Escalón Unitario	Escalón Unitario
Longitud	[24 24 24]	-
Limites	[0 0 0,10 10 10]	-
Base	[2 2 2]	-
ks	1	1
te	0:delta:t1;	0:delta:t1;
t1	60	60
Iteraciones	20	20
C1	-	0.12
C2	-	1.2
w	-	0.9
Rand1,Rand2	-	Aleatorio

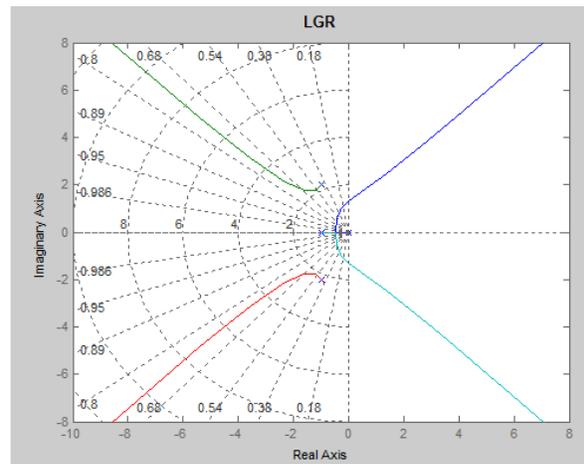
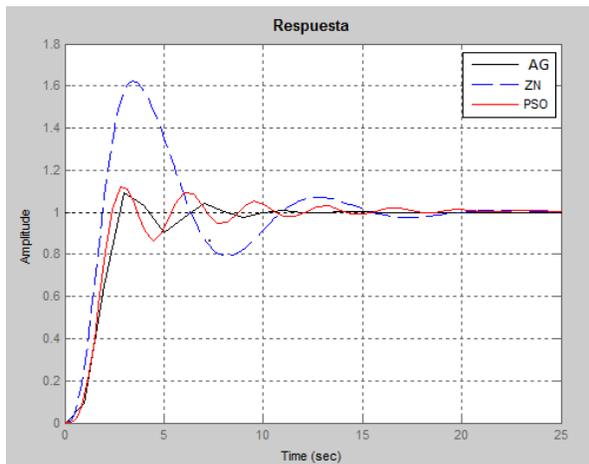


Figura 3. Resposta LGR, ZN, AG, PSO.

Tabla 4
Resultados de la simulación de G3.

PARÁMETRO	ZN	AG	PSO
Peak Response	1.68	1.16	1.37
Settling Time(sec)	4.88	1.2	0.9
Rise Time	0.167	0.48	0.16
Kp	30.0376	5.8913	1.2043
Ki	20.2800	99.9937	992.0818
Kd	1.1206	2.0147	9.9775

Tabla 5
Resultados de la simulación de G4.

PARÁMETRO	ZN	AG	PSO
Peak Response	-1.83	-1.56	-0.56
Settling Time(sec)	472	57.5	42.56
Rise Time	210	23.61	9.85
Kp	0.0393	0.0852	0.0453
Ki	0.0060	0.1446	0.1090
Kd	0.0647	0.1544	0.0933

desarrollan gran cantidad procesos iterativos para poder encontrar el mejor individuo, ya sea de la población para el enjambre de partículas o el descendiente más apto en los

algoritmos genéticos, en ambos casos se utilizan tiempos considerables para realizar la búsqueda.

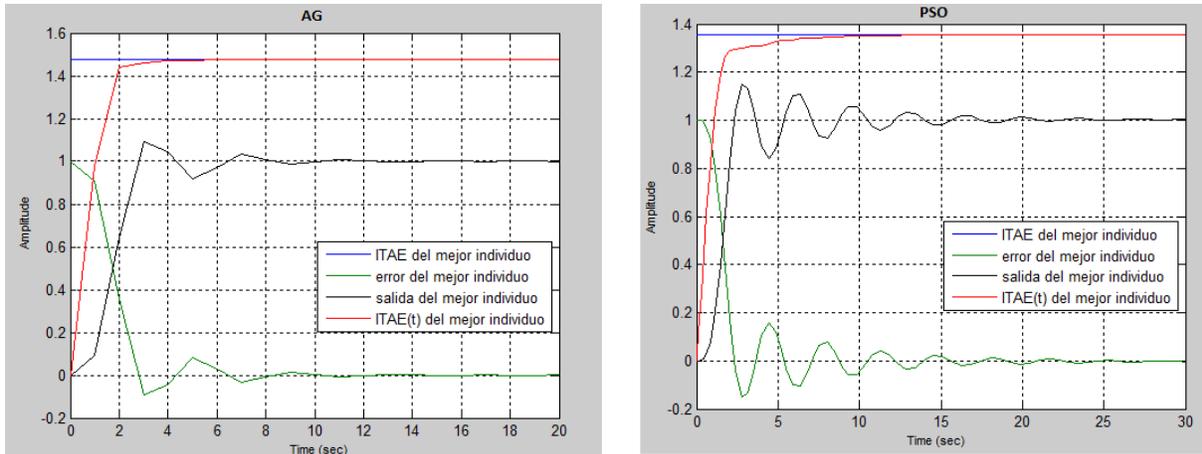


Figura 4. Señales que producen los mejores individuos de (AG) y (PSO).

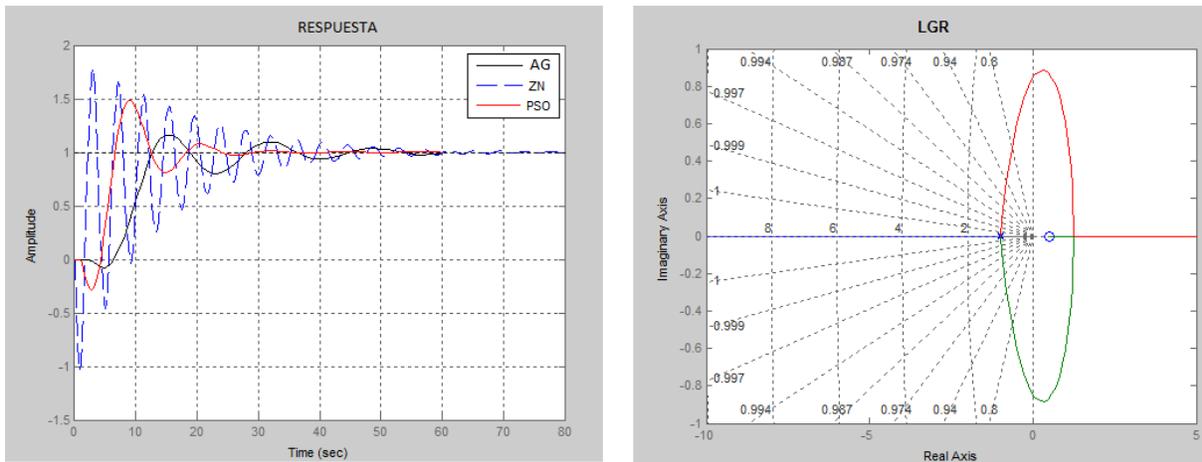


Figura 5. Respuesta LGR, ZN, AG, PSO.

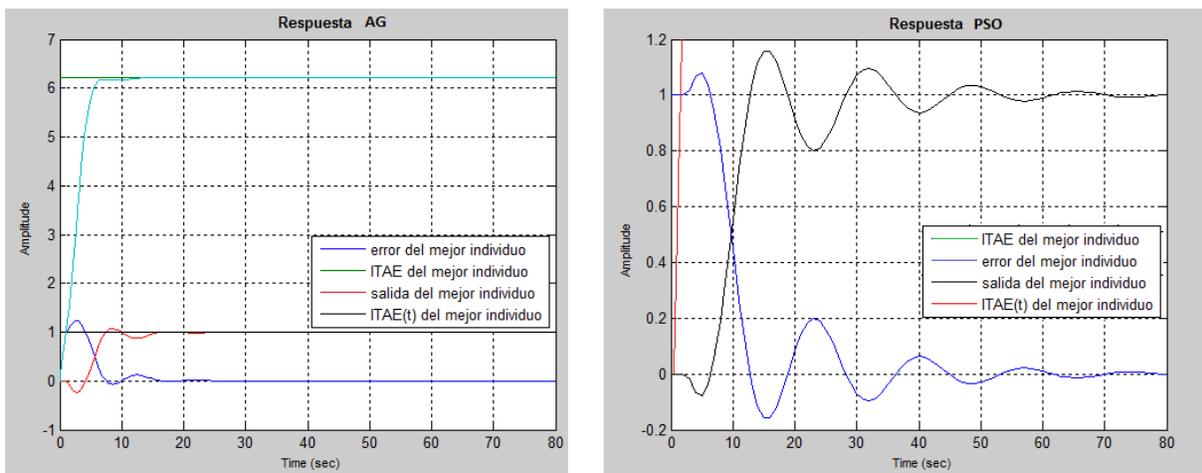


Figura 6. Señales que producen los mejores individuos de (AG) y (PSO).

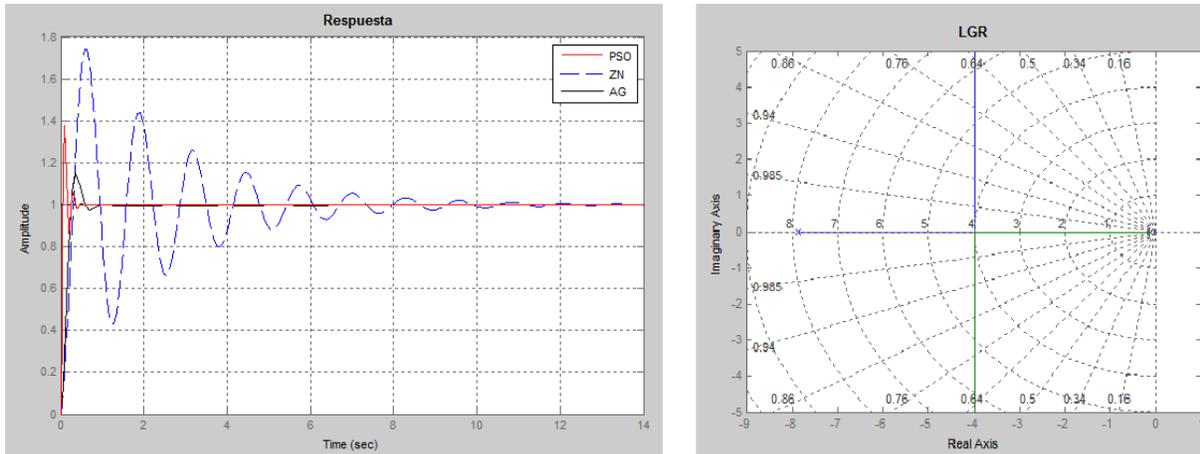


Figura 7. Respuesta LGR, ZN, AG, PSO.

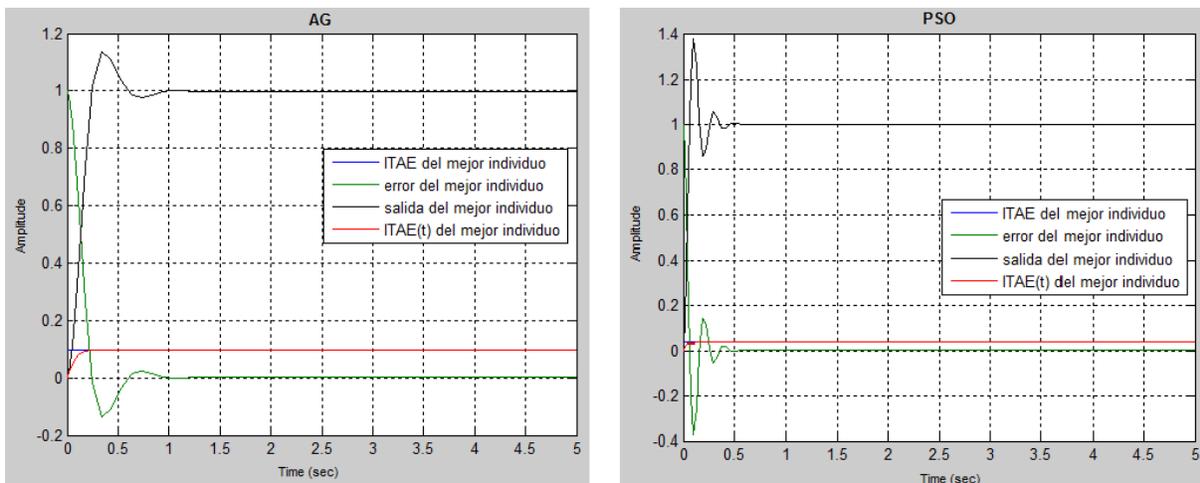


Figura 8. Señales que producen los mejores individuos de (AG) y (PSO).

Conclusiones

Se desarrollaron dos algoritmos bio-inspirados con los cuales se realizaron diversas pruebas de sintonización de bloques de control PID, en las cuales se implementaron plantas de ordenes diferentes e igualmente de diversas complejidades obteniendo resultados con desempeños superior en tiempos de estabilización, sobrepaso en las señales y error en el tiempo estacionario, frente a los métodos tradicionales reportados en investigaciones similares. Se pudo comprobar que los algoritmos genéticos son métodos con estructuras simples que implementan operadores genéticos desarrollando una búsqueda del mejor individuo, implementando un mecanismo de adaptación de resolución de problemas de manera que si el problema cambia este puede seguir solucionándolo de manera rápida y eficaz. Los dos algoritmos son bastante efectivos para la solución tanto de sistemas complejos, lineales y no

lineales destacando que la efectividad radica en una adecuada función objetivo ya que la eficiencia depende de esta. Los algoritmos bio-inspirados implementados en esta investigación obtuvieron mejores resultados en comparación a los métodos tradicionales de sintonización de controladores PID. Destacando su efectividad en plantas con retardos y de orden superior.

Referencias

- Ang, K. H., Chong, G., y Li, Y. (2005, June). Pid control system analysis, design, and technology. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 13(4), 559-576. (ISSN 1063-6536)
- Chen, C. (1993). *Analog and digital control system desing transfer function state space and algebraic methods* (I. edition, Ed.). Int edition.

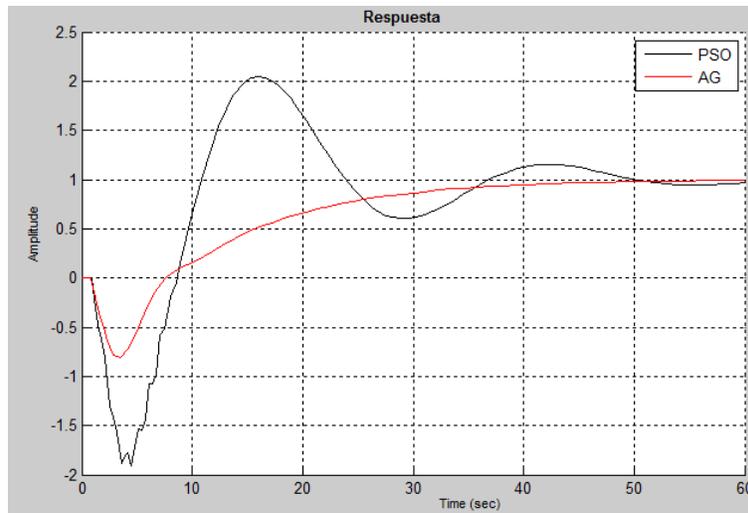


Figura 9. Respuesta AG, PSO.

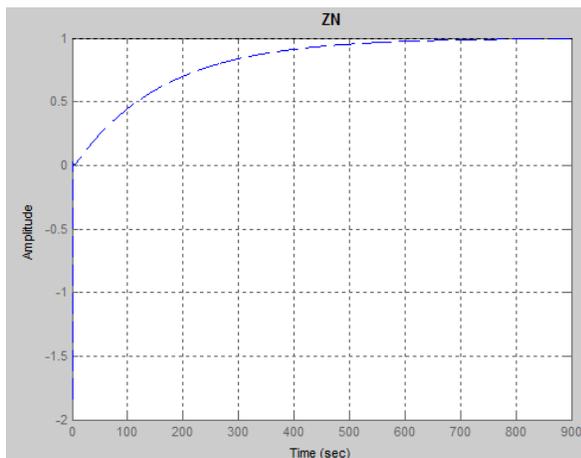
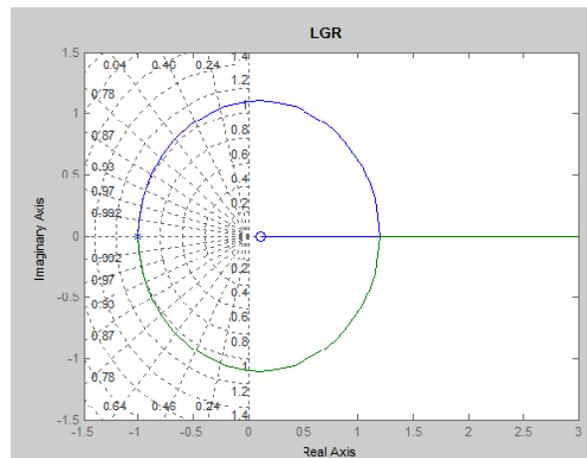


Figura 10. Respuesta ZN, LGR.



- Chen, Y. (2011, July). Design and implementation of pid controller based on fpga and genetic algorithm. En *2011 international conference on electronics and optoelectronics iceoe* (Vol. 4, p. 308-311). (ISBN 978-1-61284-275-2)
- Garcia Nieto, J., Chicano, F., y E., A. (2009). *Optimization techniques for solving complex problems* (E. Alba, C. Blum, P. Asasi, C. Leon, y J. Gomez, Eds.). Wiley & Sons. (ISBN: 978-0-470-29332-4)
- Guerra, N., y Crawford, B. (2006, August). Optimización de funciones a través de optimización por enjambre de partículas y algoritmos genéticos. *32a Conferencia Latinoamericana de Informática CLEI2006*, 2, 17. Retrieved from pitagoras.usach.cl/~gfelipe/clei/sesiones/sesion_6/Pdf_6/254.pdf

- He, H., Liu, F., Li, L., Yang, J., Su, L., y Wu, Y. (2009, August). Study of pid control system for ant colony algorithm. En *Wri global congress on intelligent systems gcis '09* (Vol. 1, p. 204-207). (ISBN 978-0-7695-3571-5)
- Luo, Y. (2011, June). Synthesis of robust pid controllers design with complete information on pre-specifications for the foptd systems. En *2011 american control conference acc* (p. 5013-5018).
- Luo, Y., y Li, L. (2010, January). Tuning pid control parameters on hydraulic servo control system based on chaos quantum-behaved particle swarm optimization algorithm. En *2010 international conference on logistics systems and intelligent management* (Vol. 3, p. 1861-1864). (ISBN 978-1-4244-7331-1)

- Maia, G., Vieira, V., Geraldo, E., y Yokoyama, R. (2005). Application of genetic programming for fine tuning pid controller parameters designed through ziegler-nichols technique. *Springer, 1*, 60.
- Meng, X., y Song, B. (2007). Fast genetic algorithms used for pid parameter optimization. *International conference on automation and logistics, 1*, 28.
- Moradi, M. H. (2003, June). New techniques for pid controller design. En *Proceedings of 2003 ieee conference on control applications cca 2003* (Vol. 2, p. 903-908). (ISBN 0-7803-7729-X)
- Petrov, M., Ganchev, I., y Taneva, A. (2002, December). Fuzzy pid control of nonlinear plants. En *Proceedings 2002 first international ieee symposium intelligent systems* (Vol. 1, p. 30-35). (ISBN 0-7803-7134-8)
- Pinto, P. (2009). Diseño y construcción de un sistema de simulación de control de motores eléctricos (s2cme). *Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Tecnología, 1*, 30.
- Vásquez, M., y Martínez, F. (2011). Diseño y construcción de control híbrido difuso-deslizante para convertidor dcdc tipo boost. *Revista Tekhnê, 8*, 31-40.
- Wei, T., y Zhang, S. (2008, January). Active queue management based on particle swarm optimization pid algorithm. En *11th ieee singapore international conference on communication systems iccs 2008* (p. 523-526). (ISBN 978-1-4244-2423-8)
- Xiao, L. (2010, July). Hybrid genetic algorithm and application to pid controllers. En *2010 chinese control and decision conference ccdc* (p. 586-590). (ISBN 978-1-4244-5181-4)
- Xiao-Gen, S., Li-Qing, X., y Cheng-Chun, H. (2009, June). Optimization of pid parameters based on genetic algorithm and interval algorithm. En *Chinese 2009 control and decision conference ccdc '09* (p. 741-745). (ISBN 978-1-4244-2722-2)
- Zeng, Q., y Tan, G. (2007, November). Optimal design of pid controller using modified ant colony system algorithm. En *Third international conference on natural computation icnc 2007* (Vol. 5, p. 436-440). (ISBN 978-0-7695-2875-5)

Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I

Early constructive failure causing pathologies in the industrialized system Outinord - Belverde project phase I

Jonathan A. Hernández P.
Cumbreira SAS
jonahernandezp@correo.udistrital.edu.co

En este artículo se dará a conocer cada una de las patologías de temprana edad encontradas en el proyecto Belverde I, debido a procedimientos constructivos con deficiencias en su ejecución respecto al sistema constructivo usado en la obra, en el cual se establecerán algunos criterios de evaluación para la prevención y corrección de estos errores y de intervención de los elementos construidos si es requerido. Para este estudio patológico se empleó el análisis cualitativo de cada uno de los síntomas presentes en los elementos construidos, la recopilación de datos relevantes del proyecto y una identificación típica de cada uno de estos daños. En este proceso se logra evidenciar dos etapas fundamentales de análisis: Investigación preliminar del proyecto y análisis cualitativo de síntomas, que da origen a la posible intervención a realizar para prevenir, corregir y rehabilitar los daños de una estructura.

Palabras clave: Lesiones, patología temprana, construcción, rehabilitación, daño, identificación de daños

In this paper each of the pathologies will announce of early age found in the project Belverde I, due to constructive procedures with deficiencies in his execution with regard to the constructive system used in the work, in which some criteria of evaluation will be established for the prevention and correction of these mistakes and of intervention of the constructed elements if it's needed. For this pathological study the qualitative analysis was used of each one of the present symptoms in the constructed elements, the summary of relevant information of the project and a typical identification of each one of these hurts. In this process it is achieved to demonstrate two fundamental stages of analysis: preliminary Investigation of the project and qualitative analysis of symptoms, That it gives origin to the possible intervention to realize to anticipate, to correct and to rehabilitate the damage of a structure.

Keywords: Injuries, early pathology, construction, rehabilitation, damage, identification of damage

Introducción

Si bien los daños a las estructuras no son un problema reciente, debe tenerse claro que no puede generalizarse un origen en ellas. La propagación de patologías en una estructura no solo se da por razones de materiales sino del cómo se están ejecutando cada una de las actividades en la obra. Estos daños, si no son intervenidos en un momento justo alterarán la vida útil de las edificaciones.

En la actualidad, el desarrollo de viviendas de interés social ha aumentado considerablemente a medida que ha obligado a realizar cambios en los sistemas constructivos a usar para así disminuir los tiempos de producción. Pero las modificaciones a los procedimientos tradicionales de

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 23, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Junio 9, 2014

Jonathan A. Hernández P., Cumbreira SAS.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Jonathan Adolfo Hernández. Email: jonahernandezp@correo.udistrital.edu.co

construcción si no son bien concebidos y analizados, podrán desencadenar problemas en los elementos construidos a corto y largo plazo.

Es necesario entonces, realizar una revisión de las posibles acciones correctivas a tomar en cada uno de los procesos que, siendo llevados a cabo, generan un alto riesgo de impacto en los proyectos que se desee construir.

A lo largo de este artículo, se va a desarrollar un análisis de los procedimientos que podrían ser causantes de patologías a corto plazo, como identificarlos y que debemos tener en cuenta para evitar alterar la vida útil de proyectos construidos con sistemas industrializados.

Entre los propósitos del estudio patológico se encuentran la descripción de procedimientos, la identificación visual de patologías tempranas y su posible método de rehabilitación.

Metodología

Conocimientos previos

¿Porqué es importante hacer un estudio patológico?.

Se debe tener presente, que la patología es un estudio que permite identificar y evaluar fallas presentes en cualquier tipo de proyecto, con el fin de establecer parámetros de intervención que permita renovar la vida útil del elemento afectado. Pero es importante conocer que al realizar tal estudio también permitirá actuar no solo en las correcciones a realizar, sino en la prevención de patologías en nuevos proyectos o elementos de características similares (Fig. 1).

¿Porqué los procedimientos constructivos son relevantes en el estudio patológico?. En el estudio patológico se encontrarán variedad de posibles causas de daños, pero en el estudio de las causas se ha encontrado que las patologías en análisis proceden en mayor porcentaje a errores en mano de obra, debido a la falta de inspección, errores en la supervisión de actividades, dejando a un lado las fallas en los materiales. En los errores debido a la mano de obra podemos encontrar que también es común que la falla de los materiales se deba a un uso inadecuado de estos.

A continuación se presenta algunas estadísticas tomadas del Ingeniero Sergio Gavilán en su conferencia magistral dictada en el VIII Congreso Latinoamericano de Patologías de la Construcción y X Congreso de Control de Calidad desarrollado en Asunción del Paraguay en septiembre de 2005, donde se muestran algunos datos estadísticos de la incidencia de los errores constructivos y de supervisión en la aparición de patologías (Gavilán y Jiménez, 2005).

1. Estadísticas obtenidas en el Reino Unido (1994)

- Errores del proyecto: 40 %
- Errores en supervisión técnica o ejecución: 50 %
- Fallas en los materiales: 10 %

2. Estadísticas obtenidas en países Europeos en general (1994)

- Errores del proyecto: 41 %

- Errores de dirección técnica o ejecución: 28 %
- Fallas en materiales: 15 %
- Errores de utilización: 10 %
- Otros: 6 %

¿Cómo identificar patologías en un proyecto?. Las patologías que se presenten en un proyecto van a depender de factores como la ubicación del elemento, el material, las cargas que soporta, la agresividad del ambiente, entre otros. En cualquier caso, es importante conocer las manifestaciones típicas de las patologías en cada elemento. Algunas de estas son (Fig. 2 y Fig. 3):

- Desplomes
- Erosión
- Hinchamientos y reventones
- Desalineaciones
- Descascaramiento
- Contaminación por polución
- Fisuras
- Exfoliación
- Cultivos biológicos
- Deflexiones y movimiento
- Polvo
- Meteorización
- Fracturas y aplastamientos
- Desmoronamiento
- Decoloración y manchado
- Lixiviación
- Ablandamiento (pérdida de rigidez)
- Eflorescencias
- Cristalización
- Expansión
- Corrosión del refuerzo y metales embebidos



Figura 2. Viga de cimentación desplomada. Ubicación: Bloque E, torre 10, cimentación.

¿Qué dice la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10?. La norma sismo resistente Colombiana NSR-10 es explícita en los dos campos de evaluación para el estudio patológico: Prevención y corrección.

La NSR - 10 define que para el desarrollo de un proyecto se deben cumplir con requerimientos previos de diseño, estudios en campo y una logística inicial con el fin de evaluar

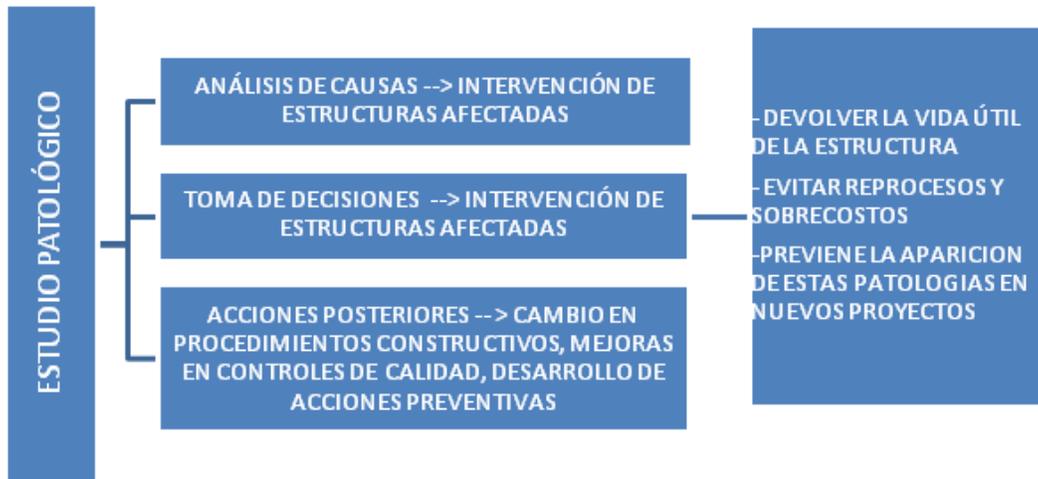


Figura 1. Estudio patológico.



Figura 3. Oquedades en placa de concreto. Proyecto Belverde etapa I.

las solicitaciones de la edificación y que se esté cumpliendo con una coordinación con los profesionales que intervendrán en el proyecto. Cuando no se cumplen con estos requisitos iniciales, es probable que se generen daños como el mostrado en la Fig. 4.



Figura 4. Refuerzo de dovela mal ubicada. Ubicación: Bloque E, piso 1, torre 10.

En medio del proceso constructivo, la norma exige que *Se construya tal como se diseña*, y para esto propone una serie de controles de calidad que deben ser realizados por el constructor, además de disponer una supervisión técnica externa para verificar estos controles. Si el constructor cumple a cabalidad con los requerimientos planteados por la legislación, se logrará evitar errores como el mostrado en la Fig. 5.

Pero, ¿qué pasa cuando necesita intervenir la estructura ya con daños? En el título A.10. *Evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento* se nombran una serie de pasos importantes para desarrollar la *evaluación de la intervención*, en los cuales se evidenciará el procedimiento mínimo para llevar un estudio patológico en una edificación existente (Fig. 6).

Estudio patológico: Proyecto Belverde etapa I

Información preliminar. La obra Belverde etapa I es un proyecto de vivienda de interés social, ubicado en Mosquera, desarrollando 14 torres de 5 pisos, salón comunal, portería, piscina, un tanque de almacenamiento de agua Semi-enterrado y dos unidades técnicas de basura (UTB).

El proyecto fue construido en un sistema industrializado Outinord, con una placa de cimentación aligerada apoyada sobre el terreno natural. El tipo de estructura consiste en un sistema combinado de muros en concreto, mampostería estructural, y placas de concreto fundidas en sitio. La cubierta está compuesta por perfiles metálicos de soporte y teja en fibrocemento.

El proyecto se encuentra actualmente entregado, y se está realizando atención a las posventas generadas por los clientes, en el que se han evidenciado patologías próximamente enunciadas.

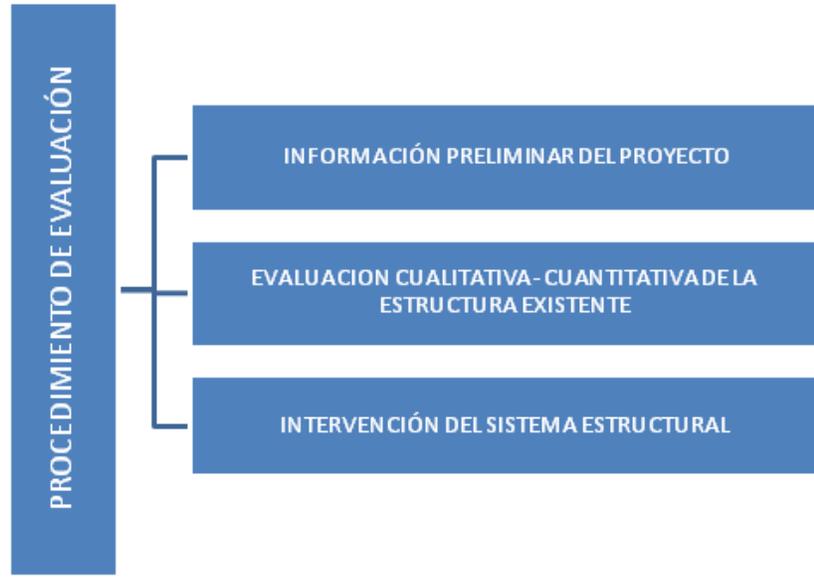


Figura 6. Procedimiento de evaluación (AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).



Figura 5. Juntas de mampostería sin rellenos. Ubicación: Piso 4, torre 5, bloque B.

Identificación de patologías. En los conocimientos previos a realizar un estudio patológico, se debe tener en cuenta que las patologías afectan las estructuras de forma: estética, funcional y en la seguridad del elemento. Cuando alguna o todas las acciones internas o externas que están presentes en una estructura actúan de manera desequilibrada, la durabilidad de la estructura se verá afectada, pero debe tenerse en cuenta que para que se produzca un daño, debe haber interacción entre los agentes de daño y el elemento. La interacción entre estos dos objetos de puede ver con el esquema de la Fig. 7. Se revisará la aparición de Síntomas para establecer posibles causas de daño.



Figura 7. Interacción daño - estructura.

Registro fotográfico de síntomas. Es cada una de las fotografías que se encuentran en este registro fotográfico, se ha realizado la calificación del estado de cada uno de los elementos con evidencia de errores constructivos o de patologías presentadas a corto plazo. Se encontrará que se han calificado cada uno de los elementos en estado: Bueno,

regular o malo. Cada uno de los estados de los elementos está basado en la calificación de grado de desempeño de los elementos no estructurales que determina la NSR-10 en su título A.9.2. Haciendo referencia a esto, encontraremos la clasificación mostrada en la Fig. 8.

1. Bueno: Es aquel elemento en el cual el daño que se presenta es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño.

2. Regular: Es aquel elemento en el cual el daño que se presenta es totalmente reparable y puede haber alguna interferencia con la operación de la edificación con posterioridad a la ocurrencia del sismo.

3. Malo: Es aquel elemento en el cual se presentan daños graves, inclusive no reparables, pero sin desprendimiento o colapso.

Caso 1 : Fig. 9

UBICACIÓN: VIGAS DE CIMENTACIÓN TORRE 10 BLOQUE E

DESCRIPCIÓN: SE OBSERVA QUE EL ACERO DE REFUERZO DEL MURO EN CONCRETO QUE NACE ALLÍ HA SIDO DOBLADO YA FUNDIDA LA VIGA

CALIDAD DE LA ACTIVIDAD: MALA

ESTADO DEL ELEMENTO: MALO



Figura 9. Caso 1.

Caso 2 : Fig. 10

UBICACIÓN: MURO EN CONCRETO TORRE 9 BLOQUE D PISO 1

DESCRIPCIÓN: SE EVIDENCIA QUE EL ACERO DEL MURO EN CONCRETO M5 NO POSEE EL TRASLAPO MÍNIMO SUGERIDO EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y EN LA NSR-10 (30 cm) PARA EL CAMBIO DE ELEMENTO

CALIDAD DE LA ACTIVIDAD: MALA

Caso 3 : Fig. 11



Figura 10. Caso 2.

UBICACIÓN: PLACA PISO 3 TORRE 11 BLOQUE E

DESCRIPCIÓN: SE OBSERVA ACERO DE REFUERZO DE UNA DE LAS DOVELAS DE FACHADA EXCENTRICA A LA CELDA, QUEDANDO FUERA DEL AMARRE DE LA PLACA DE ENTREPISO.

CALIDAD DE LA ACTIVIDAD: REGULAR

ESTADO DEL ELEMENTO: BUENO



Figura 11. Caso 3.

<p>(a) Superior — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño.</p> <p>(b) Bueno — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es totalmente reparable y puede haber alguna interferencia con la operación de la edificación con posterioridad a la ocurrencia del sismo de diseño.</p> <p>(c) Bajo — Es aquel en el cual se presentan daños graves en los elementos no estructurales, inclusive no reparables, pero sin desprendimiento o colapso, debido a la ocurrencia del sismo de diseño.</p>

Figura 8. Grado de desempeño elementos no estructurales (AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Caso 4 : Fig. 12

UBICACIÓN: PLACA PISO 1 TORRE 1 BLOQUE A
DESCRIPCIÓN: SE ENCUENTRA MAMPOSTERÍA EN BLOQUE ESTRUCTURAL DE PERFORACION VERTICAL SIN MORTERO DE PEGA EN LAS JUNTAS VERTICALES O CON UNA DEFICIENTE CANTIDAD.
ESTADO DEL ELEMENTO: REGULAR



Figura 12. Caso 4.

Caso 5 : Fig. 13

UBICACIÓN: MURO EN BLOQUE B PISO 4 TORRE 4
DESCRIPCIÓN: SE EVIDENCIA MURO CON ACABADO NO NIVELADO. NO SE PRESENTAN FISURAS EN EL ELEMENTO.
ESTADO DEL ELEMENTO: BUENO

Análisis cualitativo. Con base en los síntomas evidenciados en el proyecto, se tomarán los procedimientos que están involucrados en el desarrollo de los elementos construidos en él. En las Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16 y Fig. 17 se analizan los pasos que están errados y la severidad del daño generado.

Resultados (cuadros de rehabilitación)

A partir de las patologías encontradas en el proyecto, se observarán algunos procedimientos sugeridos para rehabilitar los elementos lesionados, y cómo deben realizarse



Figura 13. Caso 5.

las intervenciones, para que sean coordinadas, evaluadas y presupuestadas antes de ejecutar las actividades (Fig. 18, Fig. 19 y Fig. 20).

<p>DESCRIPCION DEL ERROR CONSTRUCTIVO:</p> <p>CUANDO SON COLOCADOS LAS LÁMINAS DE FENÓLICA YA MODULADAS POR LOS RECINTOS A CONSTRUIR, HAY LUGARES EN LAS QUE NO PUEDEN SER COLOCADA ESTA LÁMINA PORQUE LOS ESPACIOS HAN VARIADO EN SU DIMENSIÓN. CUANDO ESTOS ESPACIOS SON MENORES A LOS MODULADOS EN LA FENÓLICA, ÉSTA SE AJUSTA A LA FUERZA EN EL ESPACIO A CONSTRUIR. COMO EXISTEN MUROS EN CONCRETO Y MAMPOSTERÍA RECIENTES Y CON UNA RESISTENCIA EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN, ESTOS MUROS SON MOVIDOS EN SU PARTE SUPERIOR GENERANDO ALGUNAS FISURAS HORIZONTALES Y/O DESPLOMES.</p>		
<p>PATOLOGÍA GENERADA:</p> <p>FISURAS MENORES A 2 mm EN LA PARTE SUPERIOR DE MURO EN CONCRETO</p> <p>DESCRIPCION DEL SINTOMA:</p> <p>APARICIÓN DE FISURAS SIN ACTIVIDAD Y HORIZONTALES, UBICADOS EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS MUROS EN CONCRETO. EL ESPESOR DE LA FISURA NO SUPERA LOS 2 mm (MUROS M3 - M4).</p>	<p>FOTOGRAFÍA DEL SINTOMA</p>	<p>DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL SINTOMA</p>
<p>METODOS DE PREVENCIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> FORMALETA CON MAYOR TOLERANCIA 	<p>METODOS DE REHABILITACIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> INYECCION A PRESION DEMOLICION DEL ELEMENTO (DEPENDE DEL GRADO DE DAÑO) 	

Figura 14. Procedimiento: Armado de placa de entrepiso.

<p>DESCRIPCION DEL ERROR CONSTRUCTIVO:</p> <p>CUANDO YA SE HA ARMADO EL REFUERZO DE LA PLACA, SE PROCEDE A COLOCAR DISTANCIADORES EN TODA LA PLACA A FUNDIR. CUANDO NO ES COLOCADA LA CANTIDAD NECESARIA DE DISTANCIADORES EN EL LA PLACA, LA MALLA DE REFUERZO QUEDA PEGADA A LA FORMALETA DE ENTREPISO. AL NO TENER DISTANCIADORES, SE ELIMINA EL RECURRIMIENTO MÍNIMO EXIGIDO EN LA NSR - 10 Y LOS SUGERIDOS EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES DEL DISEÑO.</p>		<p>REFUERZO DE PLACA SIN DISTANCIADORES</p>
<p>PATOLOGÍA GENERADA:</p> <p>ACERO DE REFUERZO A LA VISTA</p> <p>DESCRIPCION DEL SINTOMA:</p> <p>SE EVIDENCIA ACERO DE REFUERZO A LA VISTA EN PLACA DE ENTREPISO (TOTALMENTE A LA VISTA)</p>	<p>FOTOGRAFÍA DEL SINTOMA</p>	<p>DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL SINTOMA</p>
<p>METODOS DE PREVENCIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> SUPERVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO 	<p>METODOS DE REHABILITACIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> VINCULACION DE NUEVO RECURRIMIENTO 	

Figura 15. Procedimiento: Armado de refuerzo placa entrepiso.

Conclusiones y recomendaciones

En el seguimiento realizado al proyecto Belverde I, se ven reflejadas las siguientes patologías tempranas de carácter típico:

- Fisuras en muros y placas de concreto: 29 %
- Acero de refuerzo a la vista: 36 %

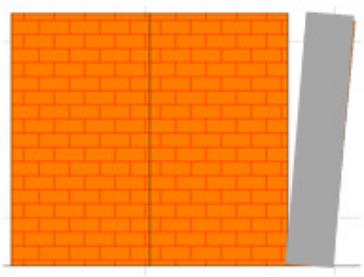
<p>DESCRIPCIÓN DEL ERROR CONSTRUCTIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> EL ERROR EN EL DESENCOFRADO DE LOS MUROS EN CONCRETO SE DA CUANDO NO ES RESPETADO EL TIEMPO DE FRAGUADO DE CONCRETO Y SE DESARROLLA ESTA ACTIVIDAD ANTES DEL FRAGUADO TOTAL DEL ELEMENTO, ELEMENTO QUE NO POSEE TODAVÍA UNA RESISTENCIA Y UNA RIGIDEZ ÓPTIMA PARA MANTENERSE POR SI SOLO, SIN APUNTALAMIENTO 		
<p>PATOLOGÍA GENERADA: PÉRDIDA DE VERTICALIDAD DE MURO EN CONCRETO</p> <p>DESCRIPCIÓN DEL SINTOMA:</p> <p>APARICIÓN DE FISURAS VERTICALES, UBICADA DESDE EL PIE DEL MURO PERIMETRAL HASTA LA PARTE SUPERIOR DEL MISMO. EN ALGUNOS ELEMENTOS SE OBSERVA UNA FISURA HORIZONTAL EN EL PIE DE MURO, QUE INDICA QUE SE HA ROTO EL MURO.</p>		
		
<p>FOTOGRAFÍA DEL SINTOMA</p>		<p>DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL SINTOMA</p>
<p>MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> CONTROL EN TIEMPOS DE DESENCOFRADO DE LOS ELEMENTOS 		<p>MÉTODOS DE REHABILITACIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> DEMOLICIÓN DEL ELEMENTO

Figura 16. Procedimiento: Desencofrado de muros en concreto.

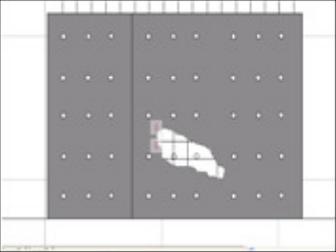
<p>DESCRIPCIÓN DEL ERROR CONSTRUCTIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> POR LA NO COORDINACIÓN DEL PERSONAL DISPUESTO PARA ACTIVIDADES DE REDES Y DE ESTRUCTURA NO SE COLOCAN LOS PASES CORRESPONDIENTES ANTES DE FUNDIR LA PLACA. POR ENDE, EN EL DESARROLLO DE LA FUNDIDA DE LA PLACA DE ENTREPISO SON COLOCADAS ESTAS REDES MUCHAS VECES UBICANDOLAS MAL Y SE TIENE QUE ROMPER LA PLACA DE ENTREPISO PARA REACOMODAR CADA UNA DE ESTAS INSTALACIONES 		
<p>PATOLOGÍA GENERADA:</p> <p>DESCRIPCIÓN DEL SINTOMA:</p> <p>SE EVIDENCIA ACERO DE REFUERZO A LA VISTA EN PLACA DE ENTREPISO (TOTALMENTE A LA VISTA) EN ZONAS HÚMEDAS O CON POSIBLE FLUJO DE AGUA</p>		
		
<p>FOTOGRAFÍA DEL SINTOMA</p>	<p>DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL SINTOMA</p>	
<p>MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> SUPERVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO 		<p>MÉTODOS DE REHABILITACIÓN DE LA PATOLOGÍA (SI APLICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> VINCULACIÓN DE NUEVO RECUBRIMIENTO

Figura 17. Procedimiento: Instalaciones en placa de entrepiso.

- Segregación, oquedades: 21 %
- Desplomes: 7 %
- Traslapos menores a los mínimos: 7 %

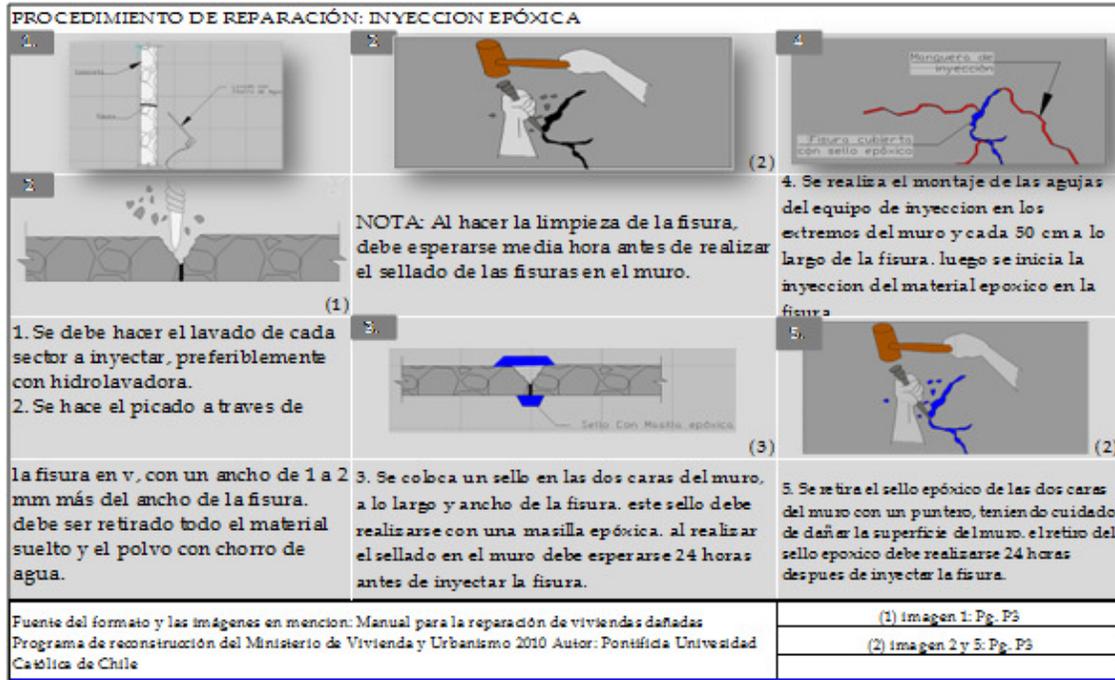


Figura 18. Procedimiento de reparación: Inyección epóxica (Univesidad Católica de Chile, 2010).

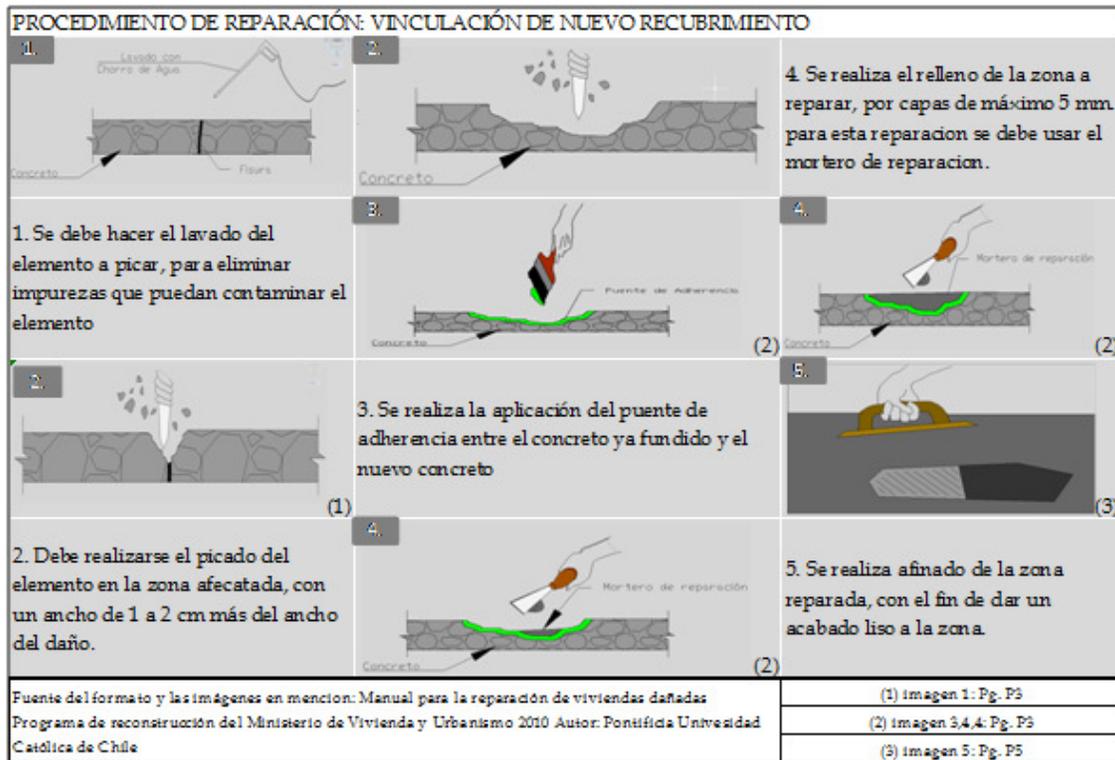


Figura 19. Procedimiento de reparación: Vinculación de nuevo recubrimiento (Univesidad Católica de Chile, 2010).

Además, en el análisis de las patologías encontradas, se evidenció que los siguientes ítems son las causas típicas de aparición de patologías:

- Error por la Mano de Obra: 36 %
- Supervisión e inspección técnica: 29 %
- Equipo, herramienta y maquinaria: 21 %

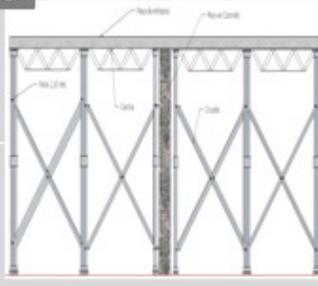
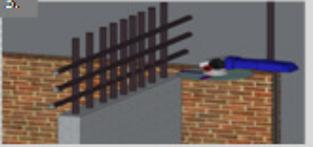
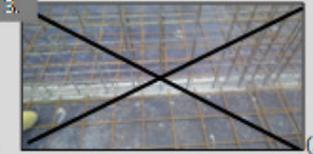
PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN: DEMOLICIÓN		
	<p>2. Se dispone luego a hacer la demolición del elemento con el maso de demolición. con el maso es golpeado, hasta que todo el concreto sea retirado del elemento.</p> <p>Debe tenerse cuidado con no dañar el acero de refuerzo del elemento, en las zonas de arranques y traslapes.</p>	 <p>3. Se corta el acero de refuerzo del elemento con la sierra de corte o la cizalla de corte. se debe tener cuidado con el corte de acero, ya que</p>
<p>1. Ya hecha la verificación de la zona en la que se hará la demolición del muro en concreto, debe realizarse apuntalamiento del elemento y las zonas adyacentes a este. los posibles lugares a apuntalar deben ser dados y/o avalados por el ingeniero estructural del proyecto.</p>	 <p>2. No debe cortarse el arranque del elemento con su respectiva longitud de traslapo. cualquier otra disposición debe ser avalada por el ingeniero estructural.</p>	
<p>Fuente del formato y las imágenes en mención: Manual para la reparación de viviendas dañadas Programa de reconstrucción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2010 Autor: Pontificia Universidad Católica de Chile</p>		<p>(1) Imagen 1: Demolicion Muro M1 (09-08-13) (2) Imagen 3: Arranque de muro M3</p>

Figura 20. Procedimiento de reparación: Demolición (Univesidad Católica de Chile, 2010).

- Coordinación de Actividades: 29 %
- Calidad de los materiales: 7 %

En este proyecto, los errores de la mano de obra son causa frecuente en la aparición de patologías. Por esto, debe realizarse una supervisión de las actividades de manera más exhaustiva, para que en el desarrollo del proyecto se eliminen o reduzcan riesgos inminentes de aparición de daños y reprocesos que afectan el comportamiento estructural y el presupuesto de una construcción.

De cada patología, se obtiene un posible método de reparación, pero debe tenerse en cuenta que estos procedimientos deben ser avalados por el ingeniero calculista de cada proyecto, ya que puede ser afectado el comportamiento de la estructura y generar lesiones más graves.

Referencias

- AIS Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010, Marzo). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente nsr - 10*. On line.
- Gavilán, S., y Jiménez, J. (2005). Patologías relacionadas con la humedad en un complejo de 719 viviendas de interés social. En *Viii congreso latinoamericano de patología de la construcción y x congreso de control de calidad en la construcción* (p. 1-6).
- Univesidad Católica de Chile. (2010). *Manual para la reparación de viviendas dañadas, publicación no 336* (P. de reconstrucción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2010, Ed.). Pontificia Univesidad Católica de Chile, Escuela de Construcción Civil.

Resúmenes

1. Tecnología en Construcciones Civiles

ACCIDENTALIDAD VIAL EN LOS CORREDORES DE TRANSMILENIO POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO DURANTE LA FASE III EN BOGOTÁ

Wilmer Andrés Aperador Granados
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

ANÁLISIS CUALITATIVO Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PARA SALONES COMUNALES, PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR DE BOGOTÁ

Jackson Rey López Bernal
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO BUGALAGRANDE UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA EN LOS LÍMITES CON EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Carlos Andrés Cardona Rodríguez
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE CURVAS DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA EL DISEÑO DE DRENAJES EN LA ESTACIÓN HIDROLÓGICA DE RICAURTE DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Gelmont David Pérez Reyes
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS CUALITATIVO Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PARA SALONES COMUNALES, PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR DE BOGOTÁ

Rikardo Humberto Valenzuela Obando
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TURBIO HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA EL DISPLAYO

Tatiana Lorelei Molano Ávila
Abner Mariano Granados Morales (Director)

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO BUGALAGRANDE UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA EN LOS LÍMITES CON EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Deyvid Robinson Herrera Tovar
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE UNA FUERTE AFLUENCIA DE AGUA EN LA VEREDA SANTA BÁRBARA SUPATÁ CUNDINAMARCA UTILIZADO PARA UN PROYECTO URBANÍSTICO

Claudia Marcela Moreno Rodríguez
Hernando Villota Posso (Director)

APOYO ADMINISTRATIVO Y DE CAMPO EN EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y DISEÑO EMPRESA INSTALACIONES DE PLOMERÍA Y GAS JHON ESPITIA

Diego Alberto Baracaldo Prieto
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

CÁLCULO DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CHIPALO EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Leidy Patricia Alarcón Bello
Martha Liliana Daza Chávez
Fernando González Casas (Director)

CÁLCULO Y ESTUDIO DE LAS CURVAS IDF (INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA), CORRESPONDIENTES A LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS CHITA E INSTITUCIÓN AGRÍCOLA SANTA SOFÍA PERTENECIENTES AL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Luis Rafael Torres Narváez
Fernando González Casas (Director)

CARACTERIZACIÓN DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN EN EL API LOURDES

Laura Yulieth Carranza Ramos
María Alejandra Contreras Jiménez
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA CUENCA QUEBRADA LA TEBADA AFLUENTE DEL RÍO ATRATO

Carolina Angarita Cárdenas
Fernando González Casas (Director)

COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MAMPUESTOS DE PERFORACIÓN HORIZONTAL NO ESTRUCTURALES (BLOQUE NUMERO 5), FABRICADOS EN EL SECTOR LOS MOCHUELOS CIUDAD BOLÍVAR SEGÚN

NORMAS NTC 4017 Y NTC 4205-2 APLICABLES PARA LAS OBRAS CIVILES EN BOGOTÁ D.C.

Wilson Alexander Buitrago Montañez
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

CONSTRUCCIÓN DE CURVAS IDF (INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA) DE DOS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS EN LOS MUNICIPIOS CHÍQUIZA Y SAMACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Carol Andrea Muñoz Martínez
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

CONSTRUCCIÓN DE UNA FACHADA EN SISTEMA CONSTRUCTIVO LIVIANO MÁS SISTEMA DE PEGADO ELÁSTICO EN EL PROYECTO COLEGIO SAN MATEO II

Sergio Luis Salgar Gómez
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA (IDF) PARA LAS ESTACIONES DE OTANCHE Y VILLA LUISA EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

César Oswaldo Bohórquez Salgado
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CURVAS IDF GENERADAS SEGÚN LOS REGISTROS PLUVIOGRÁFICOS TOMADOS POR LAS ESTACIONES APTO A. LLERAS Y SUTATENZA UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Fabián Andrés Guerra Chinchilla
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA MEDIANTE EL APLICATIVO MICROSOFT PROJECT

Jairo Andrés Hernández Suárez
Milton Mena Serna (Director)

CREACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE PLANOS Y CÁLCULO DE CANTIDADES DE REDES HIDROSANITARIAS Y DE GAS

Camilo Peñuela Moreno
Fernando González Casas (Director)

DESARROLLO DE HERRAMIENTA EN VISUAL BASIC FOR APPLICATION (VBA) PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS BÁSICOS EN PROYECTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

Pedro Luis Guevara Salas
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

DESARROLLO DEL PUESTO DE ALMACENISTA JUNIOR EN EL PROYECTO 977 DE CUMBRERA S.A.

Yefferson Andrés González Ortiz
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN EL BARRIO SANTA CECILIA DE LA UPZ 271 DE LA LOCALIDAD DE SUBA

María Fernanda Culma Támara
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LOS MODELOS DE VIVIENDA QUE SE ENCUENTRAN EN LA CARTILLA INURBE SEGÚN TÍTULO DE LA NSR-10 PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Erik Santiago Acosta Nova
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFO-MÉTRICAS DEL SECTOR DE CAÑO FUERTE, RÍO ATRATO LÍMITES ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE CHOCÓ - ANTIOQUIA

Camila Alejandra Mejía Guzmán
William Leonardo Steer Vargas
Fernando González Casas (Director)

DIMENSIONES, ANCLAJES Y REFUERZOS DE MÉNSULAS UTILIZADAS EN LOS VOLADIZOS DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN EL API LIBERTADORES DE LA LOCALIDAD CUARTA (4) DE SAN CRISTOBAL

Oscar Aguilar Romero
Diana Paola Cruz Solano
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE ACCESORIO PARA EL ESTUDIO DE LA CANALETA PARSHALL COMO ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO CON UNA AMPLIA GAMA DE APLICACIONES PARA MEDIR EL FLUJO EN CANALES ABIERTOS

Clara Milena Pico Rodríguez
Fernando González Casas (Director)

EFFECTOS DEL DAÑO DE COLUMNA CORTA EN EDIFICACIONES APORTICADAS APLICADO AL ESTUDIO DE PATOLOGÍA COLEGIO DEPARTAMENTAL DE ARAUCA

Lina María Gómez Riveros
Milton Mena Serna (Director)

ELABORACIÓN CURVAS IDF ESTACIONES: BELENCITO Y VIVERO - MUNICIPIO DE BOYACÁ - COLOMBIA

Jonnathan Alexander Chaparro Trujillo
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTIMACIÓN DE CAUDALES BASADOS EN LA CURVA IDF EN LA CUENCA DEL RÍO OCOA UTILIZANDO EL MÉTODO RACIONAL

Mauricio Barbosa Moreno
Jonathan Rangel León
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO DE ANÁLISIS MORFOMÉTRICO SUBCUENCA "QUEBRADA LA HERRERA"

Ramiro Pineda Vanegas
Abner Mariano Granados Morales (Director)

ESTUDIO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS A PARTIR DE LAS CURVAS IDF DE LAS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS UBICADAS EN LOS MUNICIPIOS GUAYATÁ Y GARAGOA

Tatiana Alexandra Rodríguez Ortiz
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (PUERTO VALDIVIA, CAÑAFISTO, LA COQUERA, APAVI) DEL RÍO CAUCA YENNY BRICED LEÓN RICAURTE

Fernando González Casas
Yeisson Javier Villanueva Díaz
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA TUR TUR AFLUENTE DEL RÍO NEGRO EN EL MUNICIPIO DE ÚTICA CUNDINAMARCA

Edwin Sánchez Acevedo
Fernando González Casas

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA EL GUAMO CON DESEMBOCADURA EN EL RÍO SINÚ DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

Candy Katherine Ruíz Tulande
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA GAMINDI AFLUENTE DEL RÍO DON DIEGO

JhonFreyder Rocha Caicedo
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA LA DANTA AFLUENTE DEL RÍO DON DIEGO

Cristian Ricardo Beltrán Barrero
Diego Fernando Ortiz Ramírez
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO LAS PIEDRAS, AFLUENTE DEL RÍO CAUCA, MUNICIPIO DE POPAYÁN, PARA LA DETERMINACIÓN DE SU GEOFORMA

Alejandra Castillo León
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LAS QUEBRADAS SECA Y EL CHAMIZAL, AFLUENTES DEL RÍO SUAZA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

Cindy Astrid Chavarro Jiménez
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO FUERTE, AFLUENTE DEL RÍO ATRATO, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

Nicolay Poveda Beltrán
Andrés David Silva Dulcey
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO GUAYEQUE AFLUENTE DEL RÍO CRAVO SUR, DEPARTAMENTO DEL CASANARE

Richard Daniel Novoa Sánchez
Daniel Andrés Turizzo Montoya
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DE CURVAS IDF (INTENSIDAD, DURACIÓN, FRECUENCIA) EN LAS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS LLAMADAS VALLE GRANDE Y LA COPA, UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Leidy Johanna Rodríguez Medina
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y TOPOGRÁFICA INTEGRADA Y APLICADA PARA LA DETERMINACIÓN DE DIVERSOS FACTORES QUE ORIGINARON LOS ASENTAMIENTOS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL CAMINO DE LAS AMÉRICAS, BOGOTÁ

Michael Yesid VelandiaCastelblanco
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UN PRESUPUESTO DE OBRA DE UNA VIVIENDA EN BOGOTÁ D.C.

Julián Enrique Castro Corrales
Ferney Camilo Jiménez Beltrán
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA FRESADO-ESTABILIZADO UTILIZADO EN LA REPARACIÓN DE LAS VÍAS DEL FONDO DE DESARROLLO LOCAL CIUDAD BOLÍVAR

Anderson Jair Romero Morales
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

INFORME DE PASANTÍA

Daniel Esteban Castelblanco Pinzón
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

INFORME DE PASANTÍA CONSTRUCCIONES MAC LTDA

Miguel Ángel Giraldo Vargas
Hernando Villota Posso (Director)

INFORME DE PASANTÍA EN LA CONSTRUCTORA BUILDING DREAMS S.A.S.

Cristian Alexis Pedreros Martín
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

INFORME DE PASANTÍA: ERRORES CONSTRUCTIVOS QUE GENERAN PATOLOGÍAS TEMPRANAS

Jonathan Adolfo Hernández Prieto
Milton Mena Serna (Director)

INFORME DE SEGUIMIENTO AL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 087-10 LOCALIDAD BARRIOS UNIDOS. MEJORAMIENTO ESPACIO PÚBLICO BARRIO METRÓPOLIS

Yuliana Marcela García Rojas
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

INFORME FINAL PASANTÍAS EN APOYO A LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS EN ACTIVIDADES DE DISEÑO, ESTUDIO, INTERVENTORÍA Y DIRECCIÓN DE OBRAS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ

Christian Eduardo Rodríguez Rincón
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

INFORME PASANTÍA EN LA EMPRESA CUERVO CONSTRUCCIONES LTDA

Gustavo Adolfo León Silva
Hernando Villota Posso (Director)

INFORME SOBRE PASANTÍA REALIZADA EN LA EMPRESA GESTIÓN AMBIENTAL & HSEQ S.A.S.

Cristhian Mauricio Sarmiento Mayorga
Abner Mariano Granados Morales (Director)

INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE Y LEGAL PARA EL CON-

TRATO 382-2013 y 565-2013 SUSCRITOS ENTRE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA UAERMV

Diego Caballero Rojas
José Miguel Aldana Arévalo
Hernando Villota Posso (Director)

LA CULTURA DEL OBRERO COMO FACTOR DE RIESGO EN LOS PROYECTOS

Harold Oswaldo Caro Pinzón
Javier Enrique Motta Morales
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

MANEJO Y DESTINO ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) EN LAS OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. ESTADO DEL ARTE

DayannaJakelinne Martínez Velandia
María Camila Varela Vásquez
César Augusto García Ubaque (Director)

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA UN ESTABLECIMIENTO HOSPITALARIO

Edwin Álvarez Cardona
Milton Mena Serna (Director)

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN LAS ESTRUCTURAS TIPO BOX COULVERT, PONTÓN Y PUENTES

Andrés Felipe Moreno Galindo
Abner Mariano Granados Morales (Director)

METODOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CURVAS PARA LA CALIBRACIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA

Juan Bernardo Ospina González
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA DESARROLLADA EN LA EMPRESA SERMAGEN LTDA. COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL ÁREA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS EURIN

Aníbal Sepúlveda Laiton
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PASANTÍA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA DIVISIÓN SERVICIO ACUEDUCTO ZONA 4

Fernando Gutiérrez Fique
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PASANTÍA EN EL GRUPO UDIC EN LOS CONTRATOS DE INTERVENTORÍA GERENCIA 09 Y 027

Angie Katherine Vargas Moncada

Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

PASANTÍAS, PROYECTOS E INVERSIONES EGRECI S.A.S.

Julie Andrea Ayala Galindo

Hernando Villota Posso (Director)

PASANTÍA AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA CONTROL DE CIMENTACIONES PROFUNDAS Y ESTRUCTURA

Adrián Camilo Cortés Arias

Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PASANTÍA DESARROLLADA EN LA EMPRESA LABORATORIOS CONTECON URBAS S.A.S. COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL ÁREA DE MANPOSTERÍA Y ENSAYOS VARIOS

Jessica Brigeth Meneses Roa

Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

PASANTÍA ELABORACIÓN DE FAROS, REVISIÓN ESTUDIOS DE SUELOS

David Fabricio Rincón Torres

Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

PASANTÍA EN ASISTENCIA EN LA EDICIÓN DE INFORMES, REVISIÓN, MODIFICACIÓN Y SOLICITUD DE INFORMACIÓN NECESARIA PARA LIQUIDACIÓN DE CONTRATO DE INTERVENTORÍA

Jimmy Villamizar Martín

Hernando Antonio Villota Posso (Director)

PASANTÍA EN INTERDICO LTDA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS

Camilo Andrés Poveda Sierra

Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PASANTÍA EN LA ELABORACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS A COSTO DIRECTO, PRESUPUESTOS TOTALES DE OBRA Y ASISTENCIA EN LA ELABORACIÓN DE PLANOS PARA PROPUESTAS DE SEÑALIZACIÓN VIAL

Diego Alberto Páez Bocanegra

Hernando Villota Posso (Director)

PASANTÍA EN LA EMPRESA GEOCRETOS LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL COMO AUXILIAR TÉCNICO EN CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Luz Bellanith Almanza Acevedo

Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

PASANTÍA: APOYO ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES SÓLIDAS S.A.S.

Oscar Rodolfo Fajardo Sánchez

Milton Mena Serna (Director)

PASANTÍA: APOYO ADMINISTRATIVO EN EL ÁREA DE MALLA VÍAL DE LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Jhorman Albeiro Molina Contreras

Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

PASANTÍA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN FORMATO DE CORTE DE OBRA A CONTRATISTAS SEGÚN EL PLAN DE CALIDAD PARA LA EMPRESA VISUAR S.A.S.

Jorge Andrés Ramírez León

Hernando Antonio Villota Posso (Director)

PASANTÍAS COMO INSPECTOR DE VÍAS ADSCRITA EN EL MANEJO DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS Y CONSTRUCTIVOS EN LAS OBRAS

Camilo Enrique Matiz Páez

Mauricio Bueno Pinzón (Director)

PASANTÍAS CON ÉNFASIS EN EL APOYO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y CONTROL INTERNO DEL MUNICIPIO DE FÓMEQUE (CUNDINAMARCA)

Leidy Ximena Infante Jiménez

Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

PASANTÍAS EN DICEIN LTDA

Cristian Iván Torres Baquero

Héctor Pinzón Lopez (Director)

PASANTÍAS EN EL GRUPO DE INTERVENTORÍA Y CONSULTORÍA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL (UDIC) "APOYO A LIQUIDACIÓN DE LOS CONVENIOS TERMINADOS DEL GRUPO UDIC"

Adriana Del Pilar Hernández Ruiz

Sergio Valbuena Porra (Director)

PASANTÍAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS: MACROVÍAS S.A.S.

Silvia Estefany Puentes Zúñiga

Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

PROPUESTA DE PASANTÍAS PARA MEJORAR Y FACILITAR EL USO DE CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES APLICADO A LOS SISTEMAS DE TRAYECTORIA CRÍTICA POR EL MÉTODO LPU PARA LA EMPRESA MAVING S.A.S.

Jesús Steven Ojeda Castillo

Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PROYECTO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PASANTÍA

Diana Paola Correa Espitia
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE ÁREAS, FUERZAS Y ESFUERZOS DE Rotura Para Tensioestructuras

Hernán Darío Ortiz Linares
Milton Mena Serna (Director)

2. Tecnología en Electricidad

ANÁLISIS DEL ERROR EN LA RECONSTRUCCIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS CONTÍNUAS DADOS ERRORES EN LA APROXIMACIÓN DEL PERIODO Y COMPARACIÓN ENTRE DOS ALGORITMOS PARA LA APROXIMACIÓN DEL PERIODO

Guillermo Rodríguez Villate
José Danilo RairánAntolínez (Director)

DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE LA POTENCIA EN EL PUNTO DE CONEXIÓN COMÚN DEL EDIFICIO TÉCNICO DE CODENSA S.A. E.S.P.

Juan Camilo Posada Daza
William Andrés Sánchez Huertas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ARTE PISO S.A.S.

Jaider Hernando Cabrera Sáenz
Maurico Díaz Castiblanco
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO DE INTERFAZ ENTRE EL MÓDULO DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN SL 70 (TACO GENERADOR) Y LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS NI USB 6211

César Javier FaguaFagua
Camilo Andrés Suárez Casallas
Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL ASERRÍO NEIRA LOCALIZADO EN VÉLEZ SANTANDER

Luis Alfredo Arévalo Ovalle
Didier Alexander Díaz Neira
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN EN LA EMPRESA MUEBLES ARABER BAJO LA NORMATIVIDAD VIGENTE RETIE Y RETILAP

Luis Fernando Botache Barajas
Yaqueline Garzón Rodríguez (Director)

DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AUTOMATISMO EN UNA MÁQUINA DE ROTO MOLDEO ROCK AND ROLL

Fredy Duvan Forero Salamanca
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO SOBRE PLANOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICA Y DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO NEWEN, DONDE SE ENFOCARÁ EL DISEÑO AL AHORRO ENERGÉTICO MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL DOMÓTICO

Jhon Alexander Urrego
Fabián Gonzalo Molina Bernal
Sergio Andrés Cubillos Cabrera
Hugo Armando Cárdenas (Director)

ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE BLOQUEOS DE RECIERRE ASOCIADOS A LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN 11.4 KV DE LA SUBESTACIÓN DE TECHO PROPIEDAD DE CODENSA S.A. E.S.P.

Julián Darío Clavijo Lozano
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

ESTUDIO DE LUCRO CESANTE A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO "CONJUNTO RESIDENCIAL BOSQUE DE LOS COMUNEROS ETAPA II", A CONSECUENCIA DE LA APROBACIÓN DE LA RESOLUCIÓN CREG DE 2011

Enmanuel Andrés Álvarez Montero
Helmuth Edgardo Ortiz Suárez (Director)

ESTUDIO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS Y LABORATORIO ESPECIALIZADO TERMO ELÉCTRICOS

Edgar Andrés García Torrejano
Manuel Alejandro Lizarazo Rodríguez
Hugo Armando Cárdenas (Director)

ESTUDIO DE UNA SOBRETENSIÓN EN LA TRANSICIÓN DE CABLES A BLINDO BARRAS

John Jairo León Aparicio
Henry Giovanni Valderrama Atuesta
Henry Felipe Ibáñez (Director)

GUÍA PARA PROPIETARIOS DE ACTIVOS ELÉCTRICOS DE NIVEL 1 DE TENSIÓN

Claudia Milena Moreno Ospina
Carlos Alberto Avendaño Avendaño (Director)

PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Héctor Giovanni Montes Aragón
Pedro José Rodríguez Rodríguez
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

3. Tecnología en Electrónica

ANÁLISIS, APROPIACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE CAPTACIÓN DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS

John Alexander Hincapié Beltrán
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OPTIMIZACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN URBANA

Jorge Roberto Romero Bohórquez
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET PARA CORRECCIÓN DE RUIDO BLANCO EN SEÑALES DE AUDIO

Jhonatan Delgado Ochoa
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DESARROLLO DE UN ROBOT MÓVIL TIPO LEGO NXT 2.0 PARA SIMULAR EL DESPLAZAMIENTO TIPO MOTOCICLETA, CONTROLANDO SU LOCALIZACIÓN E INCLINACIÓN

Sebastián Gómez Corchuelo
Willson Infante Moreno (Director)

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA EN LABVIEW PARA MONITOREO Y REGISTRO DE INFORMACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÓVIL PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIEAUD

Diego Gustavo Moreno
Ortiz Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑAR UN DISPOSITIVO PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL Y FRECUENCIA CARDIACA TIPO HOLTER

Brayan Camilo Lavao Murillo
Luis Eduardo Ramírez Guerrero
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO DE UN COMPUTADOR ANÁLOGO BÁSICO EN PSOC RECONFIGURABLE, SINTETIZADO DESDE SIMULINK PARA EL PROCESAMIENTO DE SEÑALES ANÁLOGAS

Cristian Manuel González
Liliana Andrea Rodríguez Sarmiento
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN Y CONTROL DE GAS METANO CON PRUEBAS EN EL SECTOR DE USME

Diego Armando Tejedor Cortés
Jairo Alfonso Ruíz Caicedo (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE MUSICAL CON INTERFAZ DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA GUITARRA ELÉCTRICA

Miguel Ángel Adán Beltrán
Christian David González Uribe
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PODOBAROMÉTRICA

Daniel Mauricio León Castañeda
Wilson Enrique Cárdenas Fernández
Lely Adriana Luengas Contreras (Director)

DISEÑO DEL CONTROL ELECTRÓNICO DE UN ELEVADOR DE 3 NIVELES EN EL QUE SE REALICE LA PETICIÓN DE CADA NIVEL Y SE VISUALICE EL ESTADO DE LOS DIFERENTES SENSORES A TRAVÉS DE UN MÓDULO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICO

Diego Fernando Sanabria Hernández
Mauricio Vanegas Herrera
Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALMACÉN DE TIPO VERTICAL PARA LA MÁQUINA HAS 200 EN EL LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Pedro Luis Cárdenas Acosta
Johan Eduardo Cáceres Guevara
Henry Montaña Quintero (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTETOSCOPIO DIGITAL REMOTO

Stephanie Lizbeth Reyes Beltrán

Mónica Marcela Salamanca Bocachica
Luis Fernando Pedraza Martínez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO PARA EL FLUJO DE COMBUSTIBLE EN MOTOS DE CUATRO TIEMPOS. PARA EL ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

Fredy Adolfo Pineda Cetina
Jorge Eliécer Salamanca Urrego
Henry Montaña Quintero (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA DETERMINAR LA DEFORMACIÓN Δ Y DE LOS CILINDROS DE CONCRETO DEL LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA U.D.

Neida Johana Chávez González
Cielo Esperanza Dávila
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL POR MEDIO DE PSOC PARA UNA MUFLA ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES EN LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Danny Aldemar Jiménez Martín
Omar Andrés Chivatá Castañeda
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MEDIR LA DEFORMACIÓN Y ESFUERZO DE MANERA SIMULTÁNEA EN LA MÁQUINA TECNO TEST KL200 FABIÁN ENRIQUE RAMOS PULIDO

Rafael Alberto Fino Sandoval
César Sanabria Ariza
Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ORIENTADO A DETECTAR ELEMENTOS METÁLICOS QUE SE ENCUENTREN BAJO TIERRA POR MEDIO DE UN SENSOR INDUCTIVO, ACOPLADO A UNA PLATAFORMA MÓVIL

Nataly Ximena Lucía Ceferino Orjuela
Carlos Andrés Contreras Bernal
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN VICAT AUTOMÁTICO

Andrés Felipe Mora Amado
Wilmar Felipe Rodríguez Fernández
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS

Darrison Steven Romero Jiménez
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEDIDOR DE HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN PARA LA CONFORMACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PORTÁTIL

Anyoul Guzmán
Steven Felipe Revelo
Germán Arturo López Martínez (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SUPERFICIE DE CONTROL MIDI QUE MODIFIQUE LOS PARÁMETROS DE DELAY, REVERBERACIÓN Y DISTORSIÓN EN EL SOFTWARE GUITAR RIGR, IMPLEMENTADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO

Juan Sebastián Díaz Holguín
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE ESFUERZOS EN SUELOS

Kevin Anderson Vargas Guzmán
Enrique Yamid Garzón González (Director)

FUENTE FOTOVOLTAICA PARA DISPOSITIVO METEOROLÓGICO MÓVIL AUTÓNOMO

Dina María Artunduaga Gutiérrez
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SENSOR DE CORRIENTE ALTERNA PARA EL CORRECTO ENCENDIDO DE DISPOSITIVOS PARA MEDICIÓN DE RATING INSTALADO EN TELEVISORES DE ALTA GAMA

Sonia Rocío Corredor Vargas
Carlos Eduardo Morales Navarrete
Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN TELETECNO

Yeiffer Andres Garzón Forero
Jaime Alfredo Burgos Díaz (Director)

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Y CONTROL INALÁMBRICO DE GAS METANO Y MONÓXIDO DE CARBONO

Julián Guillermo Garibello González
Jairo Alfonso Ruíz Caicedo (Director)

MONITOREO DE LA POSICIÓN ANGULAR VS FUERZA DE LA MÁQUINA DE TORSIÓN SM-21

Edwin Mauricio Ariza Flórez
David Andrés Ramírez Madrid
Henry Montaña Quintero (Director)

PARAMETRIZACIÓN Y APLICACIÓN DEL SENSOR DE VIBRACIONES LDT1-028K

Robinson Adolfo González Rojas
Kristel Solange Novoa Roldán (Director)

PLANEACIÓN DE RUTAS EN ESCENARIOS ESTÁTICOS UTILIZANDO DESCOMPOSICIÓN EN CELDAS Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Oscar David Casallas Rodríguez
Iván René Delgado González
Edwar Jacinto Gómez (Director)

PLANIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE TRAYECTORIAS UTILIZANDO EL ALGORITMO GRAFOS DE VISIBILIDAD Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Juan David Contreras Garzón
Edwar Jacinto Gómez (Director)

PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA PARA EL ESTUDIO DE LA MARCHA HUMANA

Juan David Rodríguez Melo
Esperanza Camargo Casallas (Director)

PLATAFORMA MÓVIL TIPO ORUGA CONTROLADA INALÁMBRICAMENTE PARA DETERMINAR LA HUMEDAD Y LA PROXIMIDAD EN TERRENOS HOSTILES

Eliseo Amado Martínez
Julián Ernesto Urrego Piñeros
Kristel Solange Novoa Roldán (Director)

PROTOTIPO DE UN MEDIDOR DE TEMPERATURA CORPORAL EN ARDUINO, CON VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL POR MEDIO DE UNA PÁGINA WEB

Deisy Tatiana Bello Mosquera
Mónica Alejandra Macías Garzón
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN FACIAL Y SUS DECAIMIENTOS, UTILIZANDO WAVELETS

Carlos Eduardo Hernández Alomía
Harold VaccaGonzález (Director)

ROBOT INSPECTOR DE MALEZA EN UN TERRENO DE CULTIVO DE HORTALIZAS

Jonathan Cubides Castillo
Edwin Camilo Mejía Bernal

Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE VÁLVULA DE CONTROL INDUSTRIAL PARA PLANTA TÉRMICA DIDÁCTICA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

John Efrén Fuentes Velandia
Wilson Javier Guzmán Enciso
Alfredo Chacón García (Director)

SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO EN UN ESCENARIO DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO A TRAVÉS DE CÁMARA

Lina Marcela Noguera Rojas
Lely Adriana Luengas Contreras (Director)

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE FIGURAS POR ACOUPLE DE VISIÓN ARTIFICIAL Y BRAZO ROBÓTICO MITSUBISHI RV-M1, IMPLEMENTADO EN UN JUEGO DE MESA (TORRE DE HANOI) CON INTERFAZ EN MATLAB

Juan Camilo Hincapié Monsalve
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA PLANTA "MORINGA OLEÍFERA"

Daniel Andrés López Rodríguez
Héctor Hernán Naranjo Potes
Harold Vacca González (Director)

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN DEL EQUIPO MARSHALL: PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN SUELOS DEL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

Pedro Manuel Cadena Pichimata
José David Sánchez Arteaga
Enrique Yamid Garzón González (Director)

SISTEMA INTELIGENTE DE EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE SEÑALES MIOGRÁFICAS (EMGS) PARA RECONOCER LA EVOLUCIÓN DE LAS LESIONES MUSCULARES

Diego Jhoan García Romero
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

SISTEMA PARA IDENTIFICAR ESPECIES VEGETALES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE IMÁGENES

Dennis Rolando David Patiño
Jheyson Fabián Villavisán Buitrago
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

4. Tecnología en Sistematización de Datos

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA EL ENTRENAMIENTO DE LAS HABILIDADES SOCIALES DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Favio Ernesto Ochoa Pérez
Norberto Novoa Torres (Director)

AMBIENTE VIRTUAL PARA NIÑOS QUE PRESENTAN DIFICULTADES DE LA LECTURA Y ESCRITURA

Paula Andrea Guzmán Moya
Natalia Rojas Gutiérrez
Norberto Novoa Torres (Director)

APLICACIÓN MÓVIL PARA DISPOSITIVOS CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID, COMO APOYO EN LA COMPRENSIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE NÚMEROS ENTEROS

Oscar Iván Bustos Hernández
Juan Camilo Martínez Díaz
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

APLICACIÓN WEB PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DOCUMENTAL EN EMPRESAS DE SEGURIDAD DEL SECTOR PRIVADO

Heiner Suárez Ramírez
HawinAndrei Tapiero Tapiero
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

CREACIÓN DE MÓDULOS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB DEL MEGACOLEGIO BO-LIVIA - ASISOFT

Andrés Felipe Díaz Ramos
Edgar David Velasco Pinzón
Norberto Novoa Torres (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE NOTAS DE LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO SALUDCOOP SUR I.E.D.

Miguel Ángel Cadena Sierra
Claudia Johana Valbuena Villanueva
José Vicente Reyes Mozo (Director)

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN APLICATIVO WEB QUE PERMITA TRAMITAR LA AUTORIZACIÓN PARA EJERCER LA ESPECIALIDAD MÉDICA EN ANESTESIOLOGÍA PARA EL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

Alex Mauricio Latorre Aguilar

Norberto Novoa Torres (Director)

MEJORA DE PROCESOS EN LA FASE DE PRUEBAS PARA LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA COMPAÑÍA COLOMBIANA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS - COLSIN S.A.S.

Francisco Javier Gómez Valencia
Darín Jairo Mosquera Palacios (Director)

PLATAFORMA EDUCATIVA WEB PARA EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN JAVA

Javier Camilo Triana Ruíz
Edisson Alfonso Rojas Suárez
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE ENCUESTAS MÓVIL PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN UN PROCESO ESTADÍSTICO "CENS - E"

Mauricio Antonio Moreno Marulanda
Aldair Romario Enrique García Conde
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA AGILIZAR EL PROCESO DE RADICACIÓN DE REGISTRO CALIFICADO PARA PROGRAMAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Sandra Milena Torres Morales
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN ACADÉMICA PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL FRANCISCO DE MIRANDA

Lina Paola Santos Victorino
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE APOYO PARA LA ORGANIZACIÓN Y PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS ORIENTADO AL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO

Ángel Zamir Peña Monroy
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN EN AMBIENTE WEB PARA LA GESTIÓN DE VENTAS E IMPORTACIONES DE LA EMPRESA SERVIOFTALMED LTDA

Jonathan Efrey Guarnizo Arias
Jeison Jair Triana Lizarazo
Mariluz Romero García (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE INVENTARIO Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIA

PRIMA PARA LA EMPRESA CÁRNICOS JORGE ESPINOSA LTDA

John KenedyChavarro Muñoz
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE INVENTARIO Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA EMPRESA CÁRNICOS JORGE ESPINOSA LTDA

Willmer Alejandro Ortiz Lozada
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBSERVADORES DE ALUMNOS, GENERACIÓN DE BOLETINES, CONSTANCIAS DE ESTUDIO Y FORMULARIOS DE RETROALIMENTACIÓN PARA EL JARDÍN INFANTIL DE TECHO

Ana Luisa Villamil Martín
Ancízar Turmequé Calderón
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIONAR LOS PROCESOS DE PRÉSTAMO E INVENTARIO DE LA BIBLIOTECA DE LA I.E.D. COLEGIO GERARDO MOLINA RAMÍREZ POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO LECTOR DE CÓDIGO DE BARRAS VÍA INTRANET

BreynerStihuar Garzón
Yeimmy Paola Ramírez Macías
Héctor Julio Fúquene Ardila (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE DATOS DE LAS HISTORIAS MÉDICAS DE BIENESTAR INSTITUCIONAL, APLICANDO TECNOLOGÍA BIOMÉTRICA DE RECONOCIMIENTO DACTILAR EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Daniel Ricardo Escobar Moreno
Jean Kevin Triana Rojas
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN Y PROMOCIÓN DE SERVICIOS CLÍNICOS ODONTOLÓGICOS

Angie Ximena Calero Rodríguez
Maby Yhirleidy Pardo Rodríguez
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA PRÉSTAMO DE LIBROS EN LA BIBLIOTECA DEL COLEGIO CONFRATERNIDAD DE SAN FERNANDO

Edinson Andrés Chacón Umaña
Oscar Alexander Talero Castañeda

Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA EL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LAS VENTAS POR CATÁLOGO DESDE ACCESO MÓVIL PARA CONFECCIONES CHATALL

Cristian Camilo Tobaría León
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACION WEB PARA EL MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIOS DE LA EMPRESA INKJETKOL LTDA

Yeraldin Moreno Sánchez
William Andrés Núñez Vergara
Héctor Julio Fúquene Ardila (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CALIFICACIÓN DE PUBLICACIONES DE LA REVISTA VÍNCULOS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL - DUMS

Karen Michelle Correa Alba
Jeisson Armando Huérfano Daza
Héctor Julio Fúquene Ardila (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE CONDUCTORES Y PARQUE AUTOMOTOR EN LA EMPRESA CONDUCIR LTDA

Diana Helen Carranza Daza
Juan Carlos Prieto Izaquita
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE DOCUMENTOS COMERCIALES DE LA EMPRESA IMPORCAJAS

Wilmar Alexis Caicedo Serrano
Miguel Antonio Caro Ocampo
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS POR MEDIO DE UN ACCESO MÓVIL MEDIANTE CÓDIGOS QR

Jeimy Lorena Rojas Cruz
William Fernando Suárez Bastidas
Miller Gómez Mora (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN MATERIA DE EFICACIA PARA LA EMPRESA RSN COMPUTACIÓN LTDA

Yined Marcela Díaz Labrador
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS CORRESPONDIENTES

A PREINSCRIPCIÓN A MODALIDADES DEPORTIVAS E INDICADORES INSTITUCIONALES EN EL ÁREA DE DEPORTES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

María Alejandra Bernal López
WilferSneyder Cortés Urrea
Carlos Alberto Vanegas Vanegas (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE REMISIONES DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS POR LA EMPRESA PELICANO LIMPIEZA Y SUCCIÓN S.A.S.

Daniel De León Cabrera Pinzón
Edwar Jonathan Prieto Sarmiento
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA MULTINIVEL PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA EN BIENESTAR INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Edicson Leonardo Gómez Pachón
Jonathan Esneider López García
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DEL REGISTRO DE PACIENTES DE PSICOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Liliana Arévalo Tapias
Andrea Yulieth Yara Rodríguez
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

5. Tecnología Industrial

ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS Y CONTROL DE FACTORES DE RIESGOS EN GÉNESIS ARQUITECTURA Y DISEÑO LTDA

Diana Carolina Reyes Colmenares
Ángela Pardo Heredia (Director)

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN EL BARRIO RESTREPO ANTE LA LLEGADA DEL CALZADO CHINO E INVESTIGACIÓN DE LAS PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR DE CALZADO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Christian Camilo Campos Castro
Cristian David Vega Moreno
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS FLEXIBLES LTDA

Manuel Enrique Maldonado Mesa
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ASEGURAMIENTO DEL PROCESO DE Prensado en la planta P&P planta Madrid Corona - Colcerámica S.A. a través de la metodología DMAIC

Luis Carlos Romero Sanabria
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DESARROLLO DE CARTILLA GUÍA PARA LA CREACIÓN DE PLANES DE NEGOCIOS

Luisa Fernanda Melo Cortés
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DESARROLLO DE UN MODELO CONCEPTUAL A PARTIR DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN LOS MACROPROCESOS DE ORIENTACIÓN Y GOBIERNO ESCOLAR EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DISTRITALES

Claudia Liliana Rodríguez Osorio
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PARA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS AMBIENTALES ESCOLARES DE LOS COLEGIOS PRIVADOS DE LA LOCALIDAD 19 DE CIUDAD BOLÍVAR EN LAS UPZ 68, EL TESORO Y 69 ISMAEL PERDOMO

Leidy Paola Romero Salguero
Cindy Yojana Camargo Florián
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

DISEÑO DE PRÁCTICAS PARA EL SISTEMA AUTOMATIZADO HAS-200 EN EL LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Angie Julieth Pachón Roa
Leidy Sánchez Rodríguez
Robinson Pacheco García (Director)

DISEÑO DEL SUBPROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA IMPRESOS ARTE Y LÍNEA LTDA

Jair Sneider Ariza Quiroga
Ángela Pardo Heredia (Director)

DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL TRABAJO DEL COLEGIO RICAURTE DE SOACHA E.U.

Laura Camila Ramos Díaz
Jimmy Julián Vallejo Caro
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN ARMALCO S.A. (FONTIBÓN-SIBERIA)

William Alberto Soto Marroquín
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO ERGONÓMICO PARA LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD LABORAL DENTRO DEL PUESTO DE TRABAJO ADMINISTRATIVO DEL POLITÉCNICO LOS ALPES

Sandra Tatiana Puentes Acosta
Robinson Pacheco García (Director)

ELABORACIÓN DE GUÍA AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ASOCIACIÓN METALÚRGICAS DEL BARRIO PENSILVANIA (ASMEPE)

JhonAldemar Fajardo Camacho
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ESTANDARIZACIÓN DE ELABORACIÓN DE PROBETA DE VIDRIO BLINDADO CURVO PARA PRUEBAS DE LABORATORIO EN AMERICAN GLASS PRODUCTS DE COLOMBIA A.G.P. S.A.

José Darío Marín Medina
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARMADURAS ANTIMOTINES EN IMDICOL LTDA

Yeni Rocío Cifuentes Hernández
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA BROCHA PROFESIONAL 5 DE INDUSTRIAS GOYAINCOL LTDA

Raúl Fernando Osma Vargas
Diego Andrés Russi Umaña
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

ESTRUCTURACIÓN DEL SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA COENEQ CONSTRUENCOFRADOS Y EQUIPOS S.A.S.

Carolina Neira Trespalacios
Diana Magdalena Nieto Bernal

Ángela Pardo Heredia (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE INVENTARIOS EN EL MERCADO AGUACATERO DE CORABASTOS S.A.

Hernando Gómez Bustos
Andrés Leonardo Trujillo Gutiérrez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y COSTOS PARA EL PROCESO DE ORDEÑO BOVINO EN LA VEREDA TOTARCO DEL MUNICIPIO DE COYAIMA BAJO SISTEMAS A BASE DE BIOGÁS

María Isabel Ochoa Aroca
Robinson Pacheco García (Director)

ESTUDIO DE MERCADO PARA LA PERSPECTIVA DEL ANÁLISIS DEL POSICIONAMIENTO DE LAS GASEOSAS 250, 350 Y 500 cm³ DE LAS GASEOSAS POSTOBÓN

Jaiver Cardona Giraldo
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS DE LA EMPRESA "GELATINA LA NIEVE S.A.S."

Dolly Andrea Gallego Narváez
Leidy Tatiana Rodríguez Sarmiento
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS PARA DETERMINAR UN PUNTO DE VENTA DE CUADERNOS PERSONALIZADOS MARCA ESTADO X EN EL CENTRO DE BOGOTÁ

Leidy Catherine Becerra Muñoz
Karen Liseth Campos Celis
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS PARA PRODUCTOS CULTIVADOS EN AGRICULTURA URBANA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR BOGOTÁ D.C.

Erica Milena Salinas Congo
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS Y TÉCNICO PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD EN LA ELABORACIÓN DE CARROS DE COMPRA CON LECTOR DE CÓDIGO DE BARRAS

María Camila Parra Romero
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS Y TÉCNICO PARA LA CREACIÓN DE EMPRESA DE RECICLAJE EN LOS CONJUNTOS DE PROPIEDAD HORIZONTAL EN

LA UPZ 42 (VENECIA) DE LA LOCALIDAD SEXTA DE TUNJUELITO

Omar Darío García
 Carlos Andrés Gómez Sanguino
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES EXITOSOS EN LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL EN EL COLEGIO LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO I.E.D.

Oscar Javier Vargas Caro
 Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GINO REAL E.U.

Leydy Cristina Salcedo Ferias
 Robinson Pacheco García
 Edwin Alfonso Vergara Gelacio
 Robinson Pacheco García (Director)

ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LICITACIONES Y CONTRATACIÓN DE LA FIRMA DEL INGENIERO CIVIL VÍCTOR ADELMO GUANTIVA

Karen Natalia Ramírez Aguillón
 Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA URBANIZACIÓN EL REFUGIO UBICADA EN LA LOCALIDAD DE SUBA

Ingrid Carolina Gómez Lozano
 Víctor Albeiro Murcia Rodríguez
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

FORMULACIÓN DE UN SISTEMA LOGÍSTICO DE RECOLECCIÓN DE PILAS USADAS EN LOS COLEGIOS PÚBLICOS EN LA UPZ 66 DE CIUDAD BOLÍVAR

Daniel Alexander Reyes Espinosa
 Dina Mayerly Castro Agudelo
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO QUE PERMITA TRANSFORMAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL BARRIO SAN FRANCISCO (LOCALIDAD 19 CIUDAD BOLÍVAR) EN COMPOST

Luisa Fernanda Sanabria Rodríguez
 Rosendo López González (Director)

FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA URBANIZACIÓN EL REFUGIO UBICADA EN LA LOCALIDAD DE SUBA

Pablo Andrés Soler Mora
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAZA DE MERCADO COMPARTIR UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOACHA

Michael Yesid Vasallo Gamboa
 July Andrea Vega Jiménez
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PROPUESTAS DE CONTROL DE LOS RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA SIMPLICOL LTDA

José Antonio Padilla Méndez
 Ángela Pardo Heredia (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO EN LA RED CONTRA INCENDIOS DE CAMPO GUADUAS DE PACIFIC STRATUS ENERGY

Eddy Aldemar Melo Contreras
 Rodrigo Quintero Reyes (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL BASADO EN LA GUÍA PROPUESTA POR EL ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN EN LA UNIDAD DE EXTENSIÓN DE FACULTAD TECNOLÓGICA UNIVERSIDAD DISTRICTAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Luisa Fernanda Muñoz Vélez
 Robinson Pacheco García (Director)

INVESTIGACIÓN DE MERCADOS SOBRE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO

Diego Mauricio Prieto Páez
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

MANUAL ESPECÍFICO DE FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES PARA LOS EDILES DE CIUDAD BOLÍVAR

Angie Tatiana Angarita Pereira
 Estefany Pulido Fonseca
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Daniela Bocanegra Florián
 Katherin Rodríguez Cadena
 Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

MODELO DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA MARROQUINERÍA D & J S.A.S. BAJO LA METODOLOGÍA DEL MODELO CANVAS

Johana Paola Cruz Herrera
Diana Marcela Romero Bríñez
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO FLOW PACK DE MULTIDIMENSIONALES S.A. CON BASE EN EL MÉTODO SMED

Edwin Andrés Alfonso Puin
Juan Camilo Forero Gaona
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PLAN DE MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANIFICADORA EN LA PENITENCIARÍA PICOTA DE BOGOTÁ

John Alexander Males Díaz
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PLAN DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE PRODUCTOS DE ASEO

Luis Eduardo Ávila Cruz
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA DE ACCESORIOS DE MODA AUSUS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Charly Andrés Cortés Rincón
María Alejandra Rojas Páez
Gustavo Andrés Romero Duque (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA DE ACCESORIOS DE MODA AUSUS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Charly Andrés Cortés Rincón
María Alejandra Rojas Páez
Gustavo Andrés Romero Duque (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MUEBLES LÍNEA HOGAR A PARTIR DE LA TRANSFORMACIÓN DE EMPAQUES DE TETRA PACK

Helmer Alexander Petrel Gálviz
Andrés Felipe Mendoza Cárdenas
Juan Danilo Patiño Galeano
Wilmer Andrés Torres López
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA GANADERA PRODUCTORA DE LECHE TIPO SEMIESTABILADO CON ROTACIÓN TÉCNICA DE POTREROS

Andrés Felipe Castellanos Quiroga

Héctor Andrés Prado Pineda
Christian David Toro Mora
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

PLANEACIÓN Y GESTIÓN ESTRATÉGICA PARA MOBLIFORMAS S.A.S.

Juan Sebastián Angarita Niño
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA CONTROLAR Y MANEJAR LOS MATERIALES EN LA EMPRESA REPUJADOS MASTER LTDA

Wilson Eduardo López García
Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD SEGÚN LA NTC ISO 9001:2008 PARA PROCESOS CARTOGRÁFICOS EN INVERTECNICA LTDA EL CAMPÍN

Diego Javier Ruíz Ramos
Ángela Pardo Heredia (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NTC ISO 9001:2008 PARA MEDICOL LTDA

Erika Alejandra Calderón Castiblanco
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NTC ISO 9001:2008 PARA MEDICOL LTDA

Andrea Maryuri Hernández García
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE SERVICIO E IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO DE REGISTRO SISTEMATIZADO EN LA EMPRESA FUEL GAS SERVICE E.U.

Daniel Santiago Quiñones Zapata
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LAS DEVOLUCIONES EN ALIMENTOS CÁRNICOS S.A.S. IMPLEMENTANDO INGENIERÍA DE MÉTODOS Y TIEMPOS

Luis Ernesto Riveros Marriaga
Robinson Pacheco García (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CEREALES PRECOCIDOS FLOR CAMELIA

Paola Andrea Camargo Cristancho
Robinson Pacheco García (Director)

PROPUESTA DE UN PLAN DE EMPRESA PARA EL DISEÑO Y LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DEL RECICLAJE DE LLANTAS, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES NORMADAS DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN SELECTIVA Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LLANTAS USADAS EN BOGOTÁ

Anjhela Paola Ortiz Casas
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA DE UN SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN COOPDISFLORES BOGOTÁ

José Joaquín Abril Mora
Yessica Fernanda Muñoz Echeverry
Ángela Pardo Heredia (Director)

PROPUESTA DE UN SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LA EMPRESA M Y G CONFECCIONES S.A.S.

Rober Álvarez Vargas
José Yamid Cabrera Sierra
Ángela Pardo Heredia (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTO, FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES ADMINISTRATIVAS PARA FUNCIONARIOS DE LA COMISIÓN DEL PLAN DE LA CORPORACIÓN DE JUNTA ADMINISTRATIVA LOCAL EN CIUDAD BOLÍVAR

Alejandra Alarcón Mora
Mónica Tatiana Niño Garzón
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTO, FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES ADMINISTRATIVAS PARA FUNCIONARIOS DE LA COMISIÓN DEL PLAN DE LA CORPORACIÓN DE JUNTA ADMINISTRATIVA LOCAL EN CIUDAD BOLÍVAR

Juan Carlos Toro Rodríguez
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA PARA CREACIÓN Y ARTICULACIÓN DE UNA UNIDAD DE DESARROLLO LABORAL PARA LOS PROGRAMAS DE TECNOLOGÍA

Lady Viviana Pabón Martínez
Robinson Pacheco García (Director)

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL INDICADOR DEL NIVEL DE SERVICIOS DE ENTREGAS DE LA EMPRESA CADENA S.A. EN SU PLANTA DE BOGOTÁ

Luis Carlos González Ortiz

Humberto Guerrero Salas (Director)

PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS MÁQUINAS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIGH LIGHTS S.A.

Darwing Sarmiento Moreno
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE VIALES EN GLASSFARMA TECH S.A.

Zully Andrea Mayorga Correa
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN UN INVERNADERO DE TOMATE

Luz Adriana Cepeda Cucaita
Robinson Pacheco García (Director)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO LA METODOLOGÍA 5'S EN LA EMPRESA "GRUPO ELITE DE OUTSOURCING S.A.S."

Leidy Ximena Montoya Amézquita
Fabio Andrés Núñez Beltrán
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PULIDO Y BLOQUEO MANUAL MEDIANTE UN ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS PARA LA EMPRESA AGP DE COLOMBIA

Viviana Andrea Niño Niño
Robinson Pacheco García (Director)

PROYECCIÓN DEL CENTRO RECREACIONAL SAN NICOLÁS DE FUSAGASUGÁ DE LA COOPERATIVA MULTIACTIVA DE MILITARES EN RETIRO

Naida Natalia Pinzón Rojas
Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

REDUCCIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS DE CONTROL MEDIANTE ESTANDARIZACIÓN DE LOS DISEÑOS EMPRESA INSTRUMENTOS Y CONTROLES

Juan Sebastián Amaya Contreras
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

SUBPROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA ARQUIN E Y C

Wilmer Velandia Pineda
Sandra Esperanza Méndez Caro (Director)

6. Tecnología Mecánica

ANÁLISIS DE FORMACIÓN DE GRIETAS GENERADAS POR TEMPLE EN SALMUERA EN UN ACERO 4140

Richard Jacinto Torres Ramírez
Fabio Raúl Pérez Villamil (Director)

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN UNA SALA DE CÓMPUTO DE LA UNIVERSIDAD DISTRICTAL FACULTAD TECNOLÓGICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CONFORT TÉRMICO

Esteban Alejandro Galvis Alfonso
Nicolás David Vergara Jiménez
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

ANÁLISIS DE LA MICROESTRUCTURA Y DUREZA DEL ACERO RÁPIDO BOHLER S600 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE TEMPLE Y TRES REVENIDOS

Edgar Fernando Ariza Gabalán
Jorge Andrés Cifuentes Rueda
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO DEL ALUMINIO 6061-T6 A UNA TEMPERATURA DE 150 °C DURANTE TIEMPOS DE 12, 18, 24, 48, 72 Y 96 HORAS

George Antony Herrera Vergel
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ANÁLISIS METALGRÁFICO DE FALLA DEL BRONCE EN LA APLICACIÓN DE PLATILLOS DE BATERÍA

Diego Ariel Romero Hurtado
Luis Hernando Correa Murillo

ANÁLISIS DE DEFECTOS EN PIEZAS FUNDIDAS DE HIERRO GRIS POR ULTRASONIDO

Juan Camilo Velasco Gamba
Yisselle Indira Acuña Hereira (Director)

ANÁLISIS DE FALLA E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE CIERRE DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE LA EMPRESA INDEMOL S.A.S.

Alfredo Jhoan Sebastián Copete
Miguel Ángel González Duarte
Hernando Vélez Sánchez (Director)

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS Y REVENIDO EN UN ACERO AISI/SAE 8620

Jainer Santiago Piñeros Torres
William Hernando Porras Moreno
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y CAMBIOS MICROESTRUCTURALES DEL ALUMINIO 6063-T5 ENVEJECIDO A UNA TEMPERATURA DE 240 ° C DURANTE TIEMPOS DE 18, 24, 48, 72 Y 96 HORAS

William Alexander Contreras Dueñas
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ANÁLISIS DE UN MECANISMO SIN CADENA (CHAINLESS) PARA BICICLETA

Daniel Alberto Cifuentes Castro
Víctor Elberto Ruíz Rosas (Director)

ANÁLISIS DG&T EN ENSAMBLES MECÁNICOS MEDIANTE ACUMULACIÓN DE TOLERANCIAS

Ángel Mauricio TimoteBríñez
Víctor Elberto Ruíz Rosas (Director)

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO 6061 CON TRATAMIENTO T6 MEDIANTE PRUEBA DE IMPACTO

Hollman Danilo Guevara Romero
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ANÁLISIS METALGRÁFICO EN ACEROS AISI/SAE 1045 Y RTW-K AL SOMETERLOS A ESFEROIDIZACIÓN

Jhonatan Damián Niño García
Julián Alberto Baquero Viña
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A LA ABRASIÓN EN ELASTÓMEROS TERMOPLÁSTICOS IMPLEMENTADOS EN SUELAS INYECTADAS

Javier Eduardo González González
Oscar Jonathan Sánchez Aponte
Henry Moreno Acosta (Director)

COMPARACIÓN MICROESTRUCTURAL DE LOS ACEROS 1020, 1045 Y 8620 TEMPLADOS DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Sender Nicolás Moreno Sánchez
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

CONTROL DE POSICIÓN PARA UNA MESA X-Y DE UNA RECTIFICADORA

Henry Niño Rodríguez

Luini Leonardo Hurtado Cortés (Director)

CONVERSIÓN DE TALADRO FRESADOR TOP-TECH BF L VARIO DESDE OPERACIÓN MANUAL A CNC CON 3 EJES (FASE 1)

Michael Stivens Cifuentes Yate
John Alejandro Forero Casallas (Director)

DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO A FLEXIÓN, TENSION Y COMPRESIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO POR PVC Y ASESRRÍN DE MADERA

Wenceslao Moya Hilarión
Luis Alejandro Álvarez Pérez
Henry Moreno Acosta (Director)

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA SOPORTAR EL DIFERENCIAL PARA LEVANTAR CARGA DE 2000 KG EN LA EMPRESA TASERVIN & CIA. S. EN C.

Andrés Felipe Romero Barreto
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

DISEÑO DE UN CASCO PROTECTOR TIPO INTEGRAL QUE CUMPLA LAS NORMAS NTC

Daniel Alberto Peñuela Vega
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DE UNA TOSTADORA DE CAFÉ PARA LA FINCA EL GRAN PEDREGAL

Manuel Fernando Manrique Celis
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESTILADOR SOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Cristhian Fernando Mahecha Tinoco
Anderson Virquez Gómez
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE GUIADO AUTOMÁTICO PARA CARGA

David Ricardo Alvarado
Javier Eduardo Cristiano Castelblanco
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UNA BANDEJA CAPTADORA CON SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE RESIDUOS Y CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA UN DESTILADOR SOLAR

Diego Fernando Toro Delgado
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS CAPTADORES SOLARES PARA (ACS) CON TUBERÍA GALVANIZADA Y ENVASES PET TRASLÚCIDOS EN SERIE Y PARALELO

Uriel Alejandro Español Marroquín
José Leonardo Cabrejo Rubiano
Germán Arturo López Martínez (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS CAPTADORES SOLARES PARA (ACS) CON TUBERÍA GALVANIZADA Y ENVASES PET OPACOS EN SERIE Y PARALELO

Nelson Enrique Cardoso León
Sergio David Montaña Cañizales
Germán Arturo López Martínez (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS CAPTADORES SOLARES PARA (ACS) CON TUBERÍA PVC Y ENVASES PET TRASLUCIDOS EN SERIE Y PARALELO

Edwin Alejandro León Cabrera
Juan David González Espinosa
Germán Arturo López Martínez (Director)

ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE UN ACERO AISI/SAE 1045 TRATADO TÉRMICAMENTE A TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Michael Arias Fajardo
Juan Sebastián Ortiz Cadena
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ESTUDIO DE POSIBILIDADES DE MATERIALES COMO CELDEK PARA UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

David Leonardo Gamboa Rodríguez
Jaime Augusto Guzmán Rodríguez
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

ESTUDIO TEÓRICO DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE RECUBRIMIENTO POR PINTURA ELECTROSTÁTICA EN MATERIALES METÁLICOS

Mayra Daniela López Álvarez
Edwar Fabián Pérez Alzate
Jonny Ricardo Dueñas Rojas (Director)

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL AGLOMERADO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNT CON UNA RESINA HIDROPUL 400-HTR

Julián Rodolfo Herrera
Cristian Niño Martínez
Luis Ernesto Alférez Rivas (Director)

GUÍA PARA LA UTILIZACIÓN DE SISTEMA AUTOMATIZADO HAS-200

David Alberto Avendaño Olaya
John Alejandro Forero Casallas (Director)

IDENTIFICACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERRITA PROEUTECTOIDE EN UNIONES SOLDADAS DE ACERO SAE 8620

Jaime David Martínez García
Luís Hernando Correa Murillo (Director)

INFLUENCIA DE LA CEMENTACIÓN Y EL TEMPLE DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS A LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE UN ACERO AISI 1018

Andrés Armando Pedraza Moreno
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL TEMPLE DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS Y EL REVENIDO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TENSIÓN Y DUREZA EN UN ACERO AISI/SAE 1018

David Santiago Barrera Cuellar
Paubla Andrea Calderón Camacho
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y USUARIO EX-TRUSORAS 65 Y 90

Wildon Camilo Galindo Ramírez
Christian Camilo Cuenca Hernández
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

MANUAL PARA LA GENERACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS POR MEDIO DE EQUIPO DE ULTRASONIDO USM 35X

Héctor Alfredo López
Wiliam Arley Ochoa Caicedo
Yisselle Indira Acuña Hereira (Director)

MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE CONCENTRACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR DE UN CONCENTRADOR SOLAR PARABÓLICO

Julián Castellanos Peña
Jorge Enrique Patiño Pérez
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE DISPOSITIVOS BASADOS EN ARQUITECTURA PARALELA EN LA PLATAFORMA SIEMENS NX

JhonSebastian Gómez Ramírez
Harley Lesmes Rueda
John Alejandro Forero Casallas (Director)

OBTENCIÓN DE LA FRACCIÓN VOLUMÉTRICA DE MARTENSITA EN EL ACERO AISI SAE 1045 UTILIZANDO LA NORMA ASTM E-562

Juan Camilo Gutiérrez Ramírez
Andrés Eduardo Olivera Figueredo
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO DE UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA

Cristian Reynel González Castro
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

PRUEBA NO DESTRUCTIVA CON ULTRASONIDO EN UNIONES SOLDADAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304

Jhon Reinaldo Guerrero Párraga
Yisselle Indira Acuña Hereira (Director)

SIMULACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1 EN LA PLATAFORMA INDUSTRIAL NX SIEMENS

Sebastián Camilo Guaquetá Melo
John Alejandro Forero Casallas (Director)

SISTEMA DE VISIÓN PARA EL CONTROL DE VEHÍCULOS TERRESTRES NO TRIPULADOS (PROTOTIPO PARA LA FMS HAS 200)

Tomás Rafael Saurith Ramírez
Johan Felipe Varón Peña
John Alejandro Forero Casallas (Director)

SOFTWARE PARA LA PREDICCIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN PIEZAS TORNEADAS DE ACERO AISI 1020

Carlos Eduardo Barbosa Suárez
John Alejandro Forero Casallas (Director)

TÉCNICA DE METALOGRAFÍA A COLOR APLICADA A UN ACERO INOXIDABLE 316

Laura Viviana Hernández Rodríguez
Luís Hernando Correa Murillo (Director)

7. Ingeniería Civil

ANÁLISIS PATOLÓGICO Y DE COMPETENCIA ESTRUCTURAL DEL BLOQUE No. 6 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRICTAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Maryorie Correa Leguizamón
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL POLIURETANO CON ADICIÓN DE FIBRA DE FIQUE PARA SER UTILIZADO EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Johana Flórez Rojas
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COEFICIENTE DE DUBOYS CON RESPECTO A LA ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE MATERIAL DEL LECHO POR EL MÉTODO DE EINSTEIN

Ángela Sofía Hernández Rodríguez
Fernando González Casas (Director)

APLICACIÓN ENSAYO MADUREZ A CONCRETO MODIFICADO PORCENTUALMENTE CON ADICIÓN DE RESIDUO NEUMÁTICO

Yeisson Nabor Aguirre Reyes
Ronald Alcides Ortiz Rodríguez
Héctor Pinzón López (Director)

COMPARACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO VARIANDO EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE EM-CERÁMICO Y EM-LÍQUIDO EN LA DOSIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA

Cristhian Edilberto Barbosa Turriago
Diego Andrés Farfán Torres
Milton Mena Serna (Director)

CORRELACIÓN ENTRE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y ENSAYO DE DOWN HOLE, PARA ESTIMAR LA VELOCIDAD DE CORTE DEL SUELO

Diego Alejandro Triana Cortés
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE "n" DE MANNING POR MEDIO DEL MÉTODO DE MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD EN EL CAUCE MEDIO DEL RÍO VAUPÉS COLOMBIANO

Bella Judith Silva Useche
Fernando González Casas (Director)

DIAGNÓSTICO DE LA URBANIZACIÓN CASA GRANDE MZ 2, UBICADA EN EL BARRIO CANDELARIA DE LA LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR, BAJO LA CONCEPCIÓN DE VIVIENDA SALUDABLE

Luis Alberto Guerrero Villa
Julieth Angélica Leguizamón Donoso
César Augusto García Ubaque (Director)

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN LA CUENCA DEL RÍO CATATUMBO ME-

DIANTE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE DATOS HIDROLÓGICOS DISPONIBLES PARA CAUDALES LÍQUIDOS EN LAS ESTACIONES PUERTO BARCO Y QUINCE LETRAS

Leonardo Felipe Silva Vásquez
Abner Mariano Granados Morales (Director)

DIAGNÓSTICO DE VIVIENDA SALUDABLE EN EL BARRIO NUTIBARA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Ana Milena Niño Chavarro
Harold David Ortiz Calvo
Cesar Augusto García Ubaque (Director)

DISEÑO TEÓRICO DE REFORZAMIENTO SISMO-RESISTENTE PARA CASAS DE UNO Y DOS PISOS CONSTRUIDAS EN MAMPOSTERÍA SIMPLE TIPO BLOQUE

Stevenson Castañeda Vega
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

ELABORACIÓN DE CURVAS DE ARRASTRE PARA EL ESTUDIO DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL CANAL ABIERTO EDIBON REF CFC80/5 MEDIANTE EL MODELO DE SHIELDS

Juan Camilo Cruz Coca
Diego Fernando Forero Buitrago
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LAS OBRAS EJECUTADAS EN CONSTRUMAX A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

Yuri Milena Gómez Gómez
KarolNayibeth Sarmiento Salgado
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

ESTUDIO DE SENSIBILIDAD EN PARÁMETROS HÍDRICOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN DOS ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN EL RÍO CAUCA

JhonAndersson Cardona Chaparro
Isabel Cristina Patiño Díaz
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO PILOTO PARA EL ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO EN LA REMOCIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL

JamerYadir Carabalí Camacho
Hernán Darío Soto Varón
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO Y DISEÑO DE PASOS PEATONALES SEGUROS EN LA INTERSECCIÓN AVENIDA JORGE GAITÁN CORTÉS (CALLE 73 SUR) CON AVENIDA VILLAVICENCIO (TRANSVERSAL 70 B)

Diego Eduardo López Ortiz
Juan Camilo Herrera Vinchira
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN QUE TIENDEN A OPTIMIZAR LAS CONDICIONES ACTUALES DEL TRÁNSITO VEHICULAR, SEGURIDAD PEATONAL E IMPACTO SOCIAL EN LA INTERSECCIÓN DE PUENTE ARANDA BOGOTÁ D.C., DENTRO DE UN ÁREA DE INFLUENCIA DE 800 METROS

Alexandra Pataquiva Ortiz
Sandra Marcela Rojas Martínez
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

EVALUACIÓN TÉCNICA, LEGAL Y DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SOPÓ DE ACUERDO CON LAS NORMAS RAS 2000 Y DEMÁS NORMAS APLICABLES

Leidy Viviana González Moreno
César Augusto García Ubaque (Director)

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN LA MAGDALENA EN EL MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS DEL RAS 2000

Edgar Alexander Barrera Aguirre
César Augusto García Ubaque (Director)

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) DEL MUNICIPIO DE GUATAVITA - CUNDINAMARCA, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - (RAS-2000) TÍTULO C

Nataly Galvis
Yury Marcela Muñoz Romero
César Augusto García Ubaque (Director)

GUÍA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INSTRUMENTACIÓN DE UN ALCANTARILLADO PLUVIAL MEDIANTE EL SISTEMA TUNNEL LINER DE SECCIÓN ABOVEADA ESPECÍFICAMENTE UBICADO EN LA AUTOPISTA SUR ENTRE CALLE 12 Y AVENIDA TERREROS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA

Jorge Enrique Pérez Pardo
Karol Diosel Pinilla Ortega
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA "ARCGIS" PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO MAGDALENA, SECTOR DE LA DORADA CALDAS, COMO HERRAMIENTA TÉCNICA EN LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS HIDROLÓGICOS PRESENTES DURANTE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Oscar Ramiro Campos Marín
Diego Armando Velasco Pinzón
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

INSPECCIÓN PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA LOCALIDAD No. 7 DE BOGOTÁ D.C., COMO FASE DEL PROYECTO "COMPARATIVA PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN CLIMAS EXTREMOS Y LA TOMA DE DECISIONES ASOCIADAS" DEL CONVENIO INTERINSTITUCIONAL DE LA UDFJC CON LA UNILA Y LA UJED

Adriana Marcela Benavides Zambrano
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

MANUAL DE AUTOAPRENDIZAJE PARA LA SIMULACIÓN DE REDES HIDRÁULICAS A PRESIÓN CON ÉNFASIS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CURVAS DE MODULACIÓN TÍPICAS PARA EL PATRÓN DE CONSUMO EN DIFERENTES COMUNIDADES UTILIZANDO EL PROGRAMA EPANET, APOYADO CON LA NORMA RAS-2000

Juan Sebastián De Plaza Solórzano
Fernando González Casas (Director)

MANUAL DE PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LA SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ SEGÚN EL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED PARA HOGARES

Diana Carolina Martínez Vega
Edgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIDESLIZANTES DE LAS PINTURAS EN FRIO USADAS EN DEMARCACIÓN VIAL

Sergio Arturo Linares Vanegas
Milton Mena Serna (Director)

PROPUESTA DE ALTERNATIVA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA CUESTABOBA - PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER EN EL TRAMO PR119+000 - PR123+000

Catherine Paola Castañeda Santamaría
Dahyan Estefany Parra Castañeda
Víctor Hugo Díaz Ortíz (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO HIDRÁULICO MEDIANTE POZOS PROFUNDOS ORIENTADO A LA AUTOSUFICIENCIA DEL MUNICIPIO DE FUNZA, ANÁLISIS HIDRÁULICO Y CONSTRUCTIVO DEL POZO EN PROCESO DE EXPLORACIÓN LA AURORA

Daniel Eduardo Gualteros Álvarez
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE VÍAS ELÉVADAS, DIAGNÓSTICO Y ESQUEMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA MITIGACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL ANILLO VIAL DE BOGOTÁ

César Arturo Neuta Romero
AdiLeidy Betancourt López
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

RECUPERACIÓN DE LA ZONA DE ALTO RIESGO EN EL BARRIO SANTA VIVIANA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Wilton Romero Cano
Hernando Villota Posso (Director)

REGIONALIZACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN LA CUENCA DEL RÍO ARIARI USANDO ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA

María Fernanda Torres Quintana
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL PARA ACCEDER A LA CERTIFICACIÓN LED EN BOGOTÁ

Manuel Fernando Buitrago Moreno
José David Uribe Castañeda
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TENDENCIAS HISTÓRICAS DE COTA DE NIVEL EN LA ESTACIÓN HIDROLÓGICA EL BANCO UBICADA EN EL RÍO MAGDALENA PARA PRONÓSTICO DE INUNDACIONES

Lina Giovanna Palacios Vargas
Stefy Ximena Parra Dueñas
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

VIVIENDA RURAL CONTRA INUNDACIÓN

Adriana Isabel Burgos García

Paola Andrea Vento Numpaque
Víctor Hugo Díaz Ortíz (Director)

VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE 9 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Enith Vanessa Ávila Sánchez
Eduard Alexander Lizarazo Beltrán
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

8. Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas

ESTUDIO DE CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA DE ENERGÍA DE CUNDINAMARCA S.A. - E.S.P. PARA EL CIRCUITO 13.2 KV VILLETA CASCO URBANO

Nicolás Castro Tovar
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÁQUINAS SOPLADORAS UTILIZADAS PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA GOBAPLAST LTDA.

Jesús Alexander Muñoz Solarte
Clara Inés Buriticá Arboleda (Director)

9. Ingeniería Eléctrica por Ciclos

ANÁLISIS DE LA CREG 042 RESPECTO AL INDICADOR THDV EN S/E MT CODENSA S.A. E.S.P.

Charles Aguirre Buitrago
Julio César Moreno Cañón
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA MÓVIL (CDPM) EN 34.5 KV, PARA ALIMENTACIÓN DE TRANSFORMADORES DE 1.6 A 5 MVA

Jaime Andrés Cruz García
Miguel Ángel Suárez Rodríguez
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE LOS BLOQUES 11 Y 12 DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA

Luis Alberto Cagua Marroquín

Giovanni Nixon Castillo Castillo
Hugo Armando Cardenas (Director)

DISEÑO DE PROTOTIPO DE DESACELERADOR ELECTROMAGNÉTICO

Luis Willinton Ortiz Sacristán
Cristian Allen Sánchez Navia
Cesar Alexander Chacón Cardona (Director)

DISEÑO DEL LABORATORIO DE BAJA TENSIÓN PARA INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y PRUEBAS DE RUTINA; PARA LA EMPRESA SCHNEIDER ELECTRIC S.A.

Cintya Constanza Hernández
Yeni Paola Sierra Niño
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y CONTROL EFICIENTE PARA LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Ronald Mauricio Susa Sutachán
César Augusto Hernández Suárez (Director)

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MALACATE ELÉCTRICO PARA EXTRACCIÓN DE VAGONETAS EN UNA MINA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN EN EL MUNICIPIO DE SAMACÁ, BOYACÁ

Andrés Leonardo Páez Torres
Fredy Hernán Martínez (Director)

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS Y LUMÍNICAS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS (LFC'S)

Miguel Alberto Arciniegas Orjuela
Andrea Alexandra González Castellanos
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

EVALUACIÓN DE LA PREFACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DEL EXCREMENTO DE GANADO VACUNO O PORCINO COMO RECURSO ENERGÉTICO

Viviana Carolina García Granados
Angélica María Sánchez Rodríguez
Clara Inés Buriticá (Director)

GUÍA PARA EL CÁLCULO DE SOBRETENSIONES A FRECUENCIA INDUSTRIAL, POR MANIOBRA Y POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV

David Fabián Pinilla Ortiz
Emilio José Rubio Rojas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ESTUDIO DE CONFIABILIDAD EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE 11,4 KV

Jhon Harold Niño Cendales
Luis Antonio Noguera Vera (Director)

MATERIALES NANOESTRUCTURADOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA

Rubiela Yicel Ardila Rubiano
Flor Ángela Durán Barahona
César Alexander Chacón Cardona (Director)

MÉTODOS FOURIER Y WAVELET PARA LA DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE FLUCTUACIONES DE TENSIÓN

Jaisson Stiven Páez Rojas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

PERSPECTIVA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CORRIENTE DIRECTA, PARA EDIFICIOS COMERCIALES INTELIGENTES

July Carolina Castillo Torres
César Alexander Chacón Cardona (Director)

PROCESAMIENTO PARALELO EN FPGA PARA CONVOLUCIÓN DE IMÁGENES USANDO MATLAB

Diego Armando Giral Ramírez
Ricardo Romero Romero
Fernando Martínez Santa (Director)

REDISEÑO DE ILUMINACIÓN DE GRUPO INDUSTRIAL METALMECÁNICO LTDA. (GIM) BAJO LA NORMATIVIDAD APLICABLE VIGENTE

Johanna Alexandra Ballesteros Mora
Lady Viviana Beltrán Gómez
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

VIABILIDAD TÉCNICA PARA MODERNIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE BALASTOS ELECTRÓNICOS EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.

Juan Pablo Acosta Hernández
Johann Flórez Rojas
Hugo Armando Cárdenas Franco (Director)

10. Ingeniería en Control

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE METODOLOGÍA DE DISEÑO EN SISTEMAS INSTRUMENTADOS DE SEGURIDAD PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN ORCA

Daniel Eduardo Patiño Martínez
 Jheison Leonardo Rodríguez Márquez
 Andrés Escobar Díaz (Director)

BANCO DE PRUEBAS DE MEDICIÓN DE FLUJO

Rubén Darío Jerez Borrero
 Andrés Escobar Díaz (Director)

CAPTURA DE MOVIMIENTO DE MIEMBROS INFERIORES DEL SER HUMANO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL

Víctor Alfonso Bravo Garzón
 Carlos Andrés Vásquez Torres
 Henry Montaña Quintero (Director)

CONTROL DE VELOCIDAD Y MONITOREO DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE UN TRIBÓMETRO ADECUADO BAJO LA NORMA ASTM-G65. PARA EL LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA

Edgar Fabián García Bustos
 Alfredo Chacón García (Director)

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FUSIÓN SENSORIAL IMPLEMENTADO SOBRE LA TARJETA SINGLE BOARD SBRIO 9632, QUE PERMITA EL MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN UN ENTORNO

Leidy Yolanda López Osorio
 Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez (Director)

DISEÑO DE UN ALGORITMO PARA LA EVASIÓN DE OBSTÁCULOS, IMPLEMENTADO EN UN ROBOT MÓVIL DE LOCOMOCIÓN DIFERENCIAL CON CÁMARA A BORDO

José León León
 Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISEÑO DE UNA CELDA ROBÓTICA MARCA WEST ARCO ABB, PARA PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO POR MEDIO DEL SOFTWARE ROBOTSTUDIO ABB

Miguel Ernesto Romero Duarte
 Willson Infante Moreno (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA PLANTA TÉRMICA DIDÁCTICA PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

Verónica Johanna Molina Pinzón
 John William Rodríguez Maldonado
 Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENSAYO DE PRESIÓN DE VÁLVULAS PARA LA EMPRESA HIDROCIL S.A.

Milton Galeano Cáceres
 Luis Fernando Pinto Moreno
 Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA SCADA PARA MONITOREO INALÁMBRICO DE MÁQUINAS INYECTORAS DE PLÁSTICO EN LEGRAND COLOMBIA S.A.

Diego Andrés Beltrán Galvis
 Joseph Esteban Parra Garzón
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, ALERTA Y REGISTRO DE VARIABLES DE PROCESO EN EQUIPOS DE ESTABILIDAD, APOYO CRÍTICO Y CONSERVACIÓN DEL LABORATORIO SYNTHESIS S.A.S.

Alexander Hernández León
 Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL DE TIPO CÁMARA EN MANO EN EL ROBOT MITSUBISHI MOVEMASTER EX (RVM1) PARA EL DESPLAZAMIENTO DE DOS FIGURAS GEOMÉTRICAS TRIDIMENSIONALES

Leonardo Gaona Huertas
 Oscar Eduardo Rojas Patiño
 Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO PARA EL RECONOCIMIENTO DE ROSTROS EN AMBIENTES CONTROLADOS MEDIANTE REDES NEURONALES QUE PERMITA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

Brayan Sneyder Duitama Villamizar
 Jehimy Carolina Rojas Morales
 Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROTOTIPO DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE AGUA ARROJADA POR LAVADORAS DOMÉSTICAS DESPUÉS DE UN CICLO DE LAVADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

Jhon Alexander Barreto Gutiérrez
 Henry Montaña Quintero (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DE DIAGNÓSTICO PARA SENSORES Y ACTUADORES DEL BUS DE CAMPO FIELDBUS FOUNDATION PARA LA EMPRESA GRUPO ATLAS S.A.

July Andrea Cubillos Romero
 Juan Camilo Osorio Romero
 Andrés Escobar Díaz (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE SINCRONISMO ENTRE EL MOLINO ALIMENTADOR Y LA CALANDRA MIXTA EN LA EMPRESA MICHELÍN COLOMBIA

José Aldemar Garzón Amado
 Edwin Rodríguez Sánchez
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA EN UN PROTOTIPO DE INVERNADERO Y AS-CENSOR CON SU RESPECTIVO HMI DIDÁCTICO EN TECNOPARQUE DEL SENA

Lionner Steven Moque Quintero
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN KINECT PARA ESCANEADO TRIDIMENSIONAL DE SÓLIDOS

Francisco Nahun Henao Alzate
 Lucero Hernández Villalba
 Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO DE LOCOMOCIÓN PARA UN ROBOT ARTICULADO TIPO HEXÁPODO

Emmanuel Felipe Paniagua Umbarila
 Giselle Vaca Daza
 Willson Infante Moreno (Director)

INFORME FINAL: MODALIDAD DE FORMACIÓN AVANZADA

William Yezid Agudelo Torres
 Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE MEDICIÓN DE GAS NATURAL PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)

Luis Eduardo Oviedo Marín
 Andrés Escobar Díaz (Director)

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL SCADA PARA LA PLANTA DE PROCESO ANALÍTICO - PH - DE LA UDFJDC

Diego Mauricio Rico Mora
 Henry Alberto Hernández Martínez
 Enrique Yamid Garzón González (Director)

SISTEMA SCADA PARA LA PLANTA DE CONTROL DE PROCESOS DE NIVEL Y FLUJO DEL LABORA-

TORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA UD

Luis Fernando Ayala Hernández
 Nelson Andrés Castañeda Arias
 Enrique Yamid Garzón González (Director)

11. Ingeniería en Control Electrónico e Instrumentación

SISTEMA DE CONTROL DE INMERSIÓN DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO SUMERGIBLE POR MEDIO DE LASTRE

Héctor Mauricio Baquero Maldonado
 Carlos Arturo León Cadavid
 Henry Montaña Quintero (Director)

12. Ingeniería en Telecomunicaciones

ANÁLISIS DE COBERTURA DE SEÑALES DVB-12 PARA BOGOTÁ EN UHF

Julián Patiño Bernal
 José David Cely Callejas (Director)

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO PILOTO PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN SISTEMAS DE TELE-MEDIDA PARA BUS DE BARRAS A TRAVÉS DE TECNOLOGÍA (PLC) POWERLINE COMMUNICATION PARA EL (CIF) CENTRO INTERNACIONAL DE FÍSICA

Oscar Mario Murcia Ramírez
 Gustavo Adolfo Pico Riaño
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES INALÁMBRICOS DE DATOS EN TRES SEDES DEL HOSPITAL E.S.E. SAN CRISTÓBAL, PARA LA EMPRESA ENGINEERING GROUP LIMITADA

Wilson Yaya Naranjo
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN QUE PERMITA LA COORDINACIÓN Y COOPERACIÓN DE UN SISTEMA MULTIROBOT PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN ROMA

José Alirio Sua Díaz
 Luis Fernando Pedraza Martínez (Director)

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB PARA LA GEOREFERENCIACIÓN DE LOS HOGARES

COMUNITARIOS ADSCRITOS A LA SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN SOCIAL BAJO EL MARCO DEL CONVENIO CIUDAD BOLÍVAR LOCALIDAD DIGITAL

Iván Darío Villalba Sánchez
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO APLICACIÓN MÓVIL DE GEOREFERENCIACIÓN VEHÍCULO-USUARIO A TRAVÉS DE GOOGLE MAPS: GETPLACE

Andrés Felipe Navas Ramos
David Andrés Rincón López
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO DE PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ACCESO Y SEGURIDAD DE ESTACIONAMIENTOS MEDIANTE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS RFID, SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y REDES DE DATOS

Danny Joel Cubillos Velásquez
Daniel Medardo Sánchez Quiroga
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO VEHICULAR EN ZONA URBANA, UTILIZANDO SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Wbeymar Carvajal Pinzón
Johann Smit Orozco Larrota
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO DE UN SERVICIO WEB PARA MONITOREO Y GESTIÓN DE TRANSPORTES DEL SISTEMA DETEKTOR GPS PARA LA EMPRESA TRACKER DE COLOMBIA S.A.

Diego Armando Bastos Lázaro
José David Cely Callejas (Director)

DISEÑO DE UN SERVICIO WEB PARA MONITOREO Y GESTIÓN DE TRANSPORTES DEL SISTEMA DETEKTOR GPS PARA LA EMPRESA TRACKER DE COLOMBIA S.A.

Guillermo Andrés Beltrán Rondón
José David Cely Callejas (Director)

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA E-COMMERCE PARA EL INCENTIVO COMERCIAL EN CIUDAD BOLÍVAR BAJO EL CONVENIO DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS CON LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Jersson Ceferino Rodríguez Barrera
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RASTREO DE VEHÍCULOS QUE PERMITA VER EL

ESTADO Y POSICIÓN DEL AUTOMOTOR MEDIANTE EL USO DE GPS Y GPRS

Mauricio Niño Avella
Hermes Javier Eslava Blanco (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN AUTOMÁTICA DE BUZONES DE CORREO EXCHANGE 2007

Jorge Alberto Sánchez Toncón
Jaime Alfredo Burgos Díaz (Director)

ESTUDIO DE NIVELES DE EXPOSICIÓN DE PÚBLICO EN GENERAL A RADIACIONES NO IONIZANTES GENERADAS POR LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA MÓVIL Y SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL PCS EN EL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ

Leandro Alfonso González Díaz
Edgar Ferney Mancipe Piragauta
Edgar Javier Mantilla Bautista (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN APLICATIVO MULTIPLATAFORMA DE RED SOCIAL Y MENSAJERÍA INSTANTÁNEA PARA LA RED INALÁMBRICA COMUNITARIA DEL BARRIO VISTA HERMOSA

Miguel Ángel Gaona Suárez
Gilberto Ortiz Mora
José David Cely Callejas (Director)

PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MONITOREO CON APLICACIÓN WEB PARA REPORTAR EL ESTADO Y LOS REGISTROS DE LECTURAS DE MEDICIÓN DE UN PH-METRO Y BALANZA DE LABORATORIO QUÍMICO

Harold Iván Corredor Niño
Erwin Eliécer Guerrero Osorio
José David Cely Callejas (Director)

PROTOTIPO PARA LA TELEMETRÍA Y TELEMANDO PARA LA GESTIÓN REMOTA DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA PARA DPE INGENIERÍA S.A.

Henry Alfonso Parra
Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

REPOSITORIO DE OVAS CATEGORÍA VÍDEO PARA LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Marcela Arciniegas Vela
Holman Montiel Ariza (Director)

SISTEMA DE ACTUALIZACIÓN REMOTA DE TERMINALES PUNTO DE VENTA PARA EL SECTOR FINANCIERO

Edgar Iván Ariza Daza
 Jhony Mauricio Toro Echeverría
 José David Cely Callejas (Director)

SISTEMA DE ALARMA Y MONITOREO VEHICULAR CONTROLADO POR UN DISPOSITIVO MÓVIL UTILIZANDO LA CONEXIÓN DE REDES CELULARES

Carlos Alberto Carrión Sánchez
 Oscar Julián Castañeda Linares
 Hermes Javier Eslava Blanco (Director)

SISTEMA DE GESTIÓN PARA DISPOSITIVOS DOMÓTICOS "EASY-DOME"

Andrés Felipe Aguacía Pacheco
 José Aldemar Toro Tamayo
 Duilio Arnulfo BuelvasPeñarredonda (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA DE MUSEOS EN BOGOTÁ

Camilo Andrés Contreras Caicedo
 Paula Andrea Mosquera Guacaneme
 Holman Montiel Ariza (Director)

TÉCNICAS PARA COMPENSAR LA DISPERSIÓN CROMÁTICA EN LA FIBRA ÓPTICA

Anderson Camilo Villarreal Díaz
 Juan Carlos Gómez Paredes (Director)

13. Ingeniería en Telemática

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA REALIZACIÓN DE PRE AUDITORÍAS INTERNAS EN UNA ORGANIZACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 27001

Camilo Andrés Cruz Manrique
 Julieth Rocío Leal Lara
 Juan Carlos Guevara Bolaños (Director)

APLICATIVO PARA UBICACIÓN DE SITIOS TURÍSTICOS EN BOGOTÁ A TRAVÉS DE DISPOSITIVOS TABLET (SAMSUNG GALAXY TAB 10.1, TOUCHPAD Y XYBOARD 10.1) IMPLEMENTANDO REALIDAD AUMENTADA Y GEOLOCALIZACIÓN POR PROXIMIDAD

Mery Helen Barreto Perdomo
 LeidyDayana Martínez Lara
 Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

MONITOREO DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN EN REDES INALÁMBRICAS WIFI, POR MEDIO DE UN PROTOTIPO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

Andrés Ramírez Peña
 Ingrid Julieth Velásquez Artunduaga
 Miguel Ángel Leguizamón Páez (Director)

SISTEMA DE BLOQUEO AUTOMÁTICO PARA PÁGINAS WEB QUE INCITAN A LA VIOLENCIA MEDIANTE UN ALGORITMO HÍBRIDO DE APRENDIZAJE COMPUTACIONAL

Ángela Paola Herrera Domínguez
 Martha Liliana Rojas Olaya
 Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez (Director)

SISTEMA DE GEOREFERENCIACIÓN PARA LA UBICACIÓN DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS COMERCIANTES DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL USUARIO CONSUMIDOR

Cristian Camilo Mahecha Henao
 John Alexander Ubaque Laguna
 Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN, APOYO Y UBICACIÓN DE EMERGENCIAS MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES CON TECNOLOGÍA GPS

Luis Hernando Bonilla Cortés
 Darín Jairo Mosquera Palacios (Director)

SISTEMA MÓVIL DE UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS NUTRICIONALES CON REALIDAD AUMENTADA POR MEDIO DE GPS

Giovanny Alberto Amado Larrota
 Fabián Madero Araque
 Marlon Patiño Bernal (Director)

SISTEMA PARA ADMINISTRAR ENRUTAMIENTO DESDE DISPOSITIVO MÓVIL, EN UNA RED DE ROUTERS CISCO Y LINUX

Fabián Antonio Guzmán González
 Claribel Argenis Morales Alba
 Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

14. Ingeniería de Producción

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL SISTEMA DE ESCAPE DEL VEHÍCULO CHEVROLET COBALT EN SERVINTEC S.A.

Nury Alejandra Aguilar Rodríguez
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

APLICACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MÉTODO VIDA, PARA LA GENERACIÓN DE UNA PROPUESTA DE

MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SUDEIM S.A.S.

Jessica Andrea Alvarado Vargas
 Viviana Paola Olaya Ortiz
 Sandra Esperanza Méndez Caro (Director)

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA MADERA Y SU POSIBLE REUTILIZACIÓN EN FABRICACIÓN DE BIOMASA GENERADA EN BOGOTÁ

Rubén Darío Canastero Ríos
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DESARROLLO DE CARTILLA GUÍA PARA LA CREACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA CANVAS

NelcyNathaly Martínez Cojo
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DE MODELO DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL APLICANDO LA NORMA TÉCNICA NTC 14001 EN LA EMPRESA CAMISERÍA INGLESA

Javier Silva Tole
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

DISEÑO DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO PARA EL MEJORAMIENTO DE RESPUESTA A LOS CLIENTES DE LA EMPRESA "TÉCNICAS FINANCIERAS S.A."

Dinora Marcela Cárdenas Urrego
 Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE ALUMINIO ICER S.A.

Jeisson Alejandro Sarmiento Salgado
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA SEIS SIGMA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN ORIENTADA A LA MEJORA DE PRODUCTO EN PROCESO EN DIPS FOOD S.A.S.

John Fredy Escobar
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DE UNA GUÍA PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EMPRESAS MIPYMES DE PINTURA ELECTROSTÁTICA CON PROCESO DE LAVADO A BASE DE FOSFATO DE HIERRO

Yuban Andrés Silva Páez
 Ingrid Sabrina Bonill Valbuena

Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BAJO LOS PARÁMETROS TRAZADOS EN LA NORMA ISO 9001:2008 PARA RECTI-JAPÓN LTDA.

Ivonne Tatiana Rodríguez Díaz
 Nilson Fabián Zamora Moreno
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

ESTUDIO TÉCNICO PARA LA CREACIÓN DE UN AGENTE RECEPTOR DE RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAE DE LÍNEA BLANCA, MARRÓN Y GRIS A NIVEL GENERADORES DE TIPO INDUSTRIAL EN BOGOTÁ

Jenny Sofía Trujillo Gómez
 Mónica Yinette Suárez Serrano (Director)

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD EN LA CLÍNICA GENERAL DE LA 100 S.A.S.

Mónica Cristina Gómez Zuluaga
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

FORMULACIÓN DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES. EN PYMES DEDICADAS AL REENCAUCHE DE LLANTAS USADAS (CIU D251200 EN LOCALIDAD 18) CONSIDERANDO LA INEXEQUIBILIDAD DEL DECRETO 1299 DEL 22 DE ABRIL DE 2008

Sonia Milena Sánchez
 Robinson Pacheco García (Director)

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UAEGRTD USANDO TSI

Diana Marcela Bejarano Barreto
 Luisa Fernanda Camacho Avendaño
 Wilson Alexander Pinzón Rueda (Director)

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS 5'S Y SMED EN EL PROCESO DE EMPAQUE DE LA LÍNEA 2 DE CONVERSIÓN DEL GRUPO FAMILIA PLANTA CAJICÁ

Carlos Yesid Otálora Muñoz
 Nidia Carolina Pérez Ladino
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA BPM PARA RESINAS Y ADITIVOS S.A.S.

Luz Marina Ladino Herrera
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

MONTAJE DE UNA EMPRESA QUE DISEÑE, FABRIQUE Y COMERCIALICE PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE DESECHOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DE GAMA GRIS

Cristian Giovanni Bonilla Correa
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MATERIA ORGÁNICA, GENERADA POR LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE RAMIRÍQUÍ (BOYACÁ)

Jairo Alfonso Galindo Parada
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CONSTITUCIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS PSICOLÓGICOS, MÉDICOS, JURÍDICOS Y DE SEGURIDAD A VÍCTIMAS Y POSIBLES VÍCTIMAS DE SECUESTRO Y VIOLENCIA SEXUAL EN NUESTRO PAÍS

Leydi Marcela Gómez Contreras
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

PLAN PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE CONSULTORÍA DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD SOPORTADA EN HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

Ingrid Julieth López Godoy
Yenny Lorena Valbuena Guzmán
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NTC ISO 9001:2008 PARA EL SUB SECTOR SGC ACADEMY PERTENECIENTE A LA EMPRESA SGS COLOMBIA S.A.

Dora Elisa Caro Carvajal
Sandra Esperanza Méndez Caro (Director)

PROPUESTA DE CONTROL Y MEJORAMIENTO DE INVENTARIOS POR MEDIO DE COSTEO ABC Y JUSTO A TIEMPO EN IMPU LTDA.

José Laureano Díaz Rey
Jair Andrés Forero Riaño
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DEL PROCESO DE ELEVACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO GIBRALTAR DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Leidy Marcela Franco Morales
Jeimmy Carolina Niño Gutiérrez
Iván Wladimir Rodríguez Useche

Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROCRÉDITO DE UNA ENTIDAD FINANCIERA

Víctor Alfonso Córdoba Valero
Yina Xiomara Pescador Rincón
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO ENFOCADA EN LA PLANEACIÓN DE LA DEMANDA Y LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA IMETI S.A.S.

Freddy Armando Pulido Zamora
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA PARA INTEGRAR LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGO OPERATIVO DE ATENCIÓN AL CONSUMIDOR FINANCIERO Y DE GESTIÓN DE LA CALIDAD FIDUCIARIA DAVIVIENDA S.A.

Leidy Alejandra Moreno Rodríguez
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE CALIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA EURO NETWORKS & TECHNOLOGIES BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMAS NTC ISO 9001:2008, NTC ISO 14001:2004 Y OHSAS 18001:2007

Lady Caterine Suárez Arias
Julieth Tatiana Umaña Guerrero
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS INERTES EN LA FABRICACIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Oscar Javier Ríos García
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

REINGENIERÍA DE PROCESOS APLICADA A LAS DEPENDENCIAS DE EXTENSIÓN EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Paola Astrid Cañón Lara
Rosendo López González (Director)

15. Ingeniería Mecánica

ANÁLISIS TÉRMICO POR ELEMENTOS FINITOS, DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA EFECTIVA

DE VENTILACIÓN DE UNA CELDA PARA TRANSFORMADOR TIPO SECO DE 1000 KVA

Milly Andrea Jaramillo Moreno
Fabián Ricardo Duque Benjumea
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

CONVERSIÓN DE UN MOTOR DE DOS TIEMPOS DE GASOLINA E10 A GAS NATURAL DOMICILIARIO PARA SU POSTERIOR USO CON BIOGÁS

Germán Felipe Suárez Pacheco
Camilo Andrey Suesca Marroquín
Germán Arturo López Martínez (Director)

DESARROLLO DE UN CURSO VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL CON ELECTRODO REVESTIDO (PROCESO SMAW), PARA ACEROS DE BAJO CARBONO EN LA U.D. FACULTAD TECNOLÓGICA

Rodrigo Torres Martínez
Jhon Helberth Otálora Martínez
Andrés Guillermo Guasca González (Director)

DISEÑO DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PRÁCTICAS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA

Alexander Luna Gómez
Germán Arturo López Martínez (Director)

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA CONTROLAR Y/O ERRADICAR UNA PLANTA INVASORA EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ

Eduard Ramón Luis Martínez
Víctor Elberto Ruiz Rosas (Director)

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE DETERGENTE LÍQUIDO

Juan Carlos Noguera Galeano
Luini Leonardo Hurtado Cortés (Director)

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL DE TECHO FIJO TIPO CÓNICO CON CAPACIDAD PARA 10000 BARRILES DE CRUDO (ESTÁNDAR API 650, ADENDANDO 2, 2009), PARA LA EMPRESA TECNITANQUES INGENIEROS S.A.S.

Diego Elvis Suárez Parra
Eduardo Fabián Zambrano Parra
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EL REMACHADO DE PERNOS EN EL ENSAM-**BLE DE CONJUNTO CUBO CAMPANA DEL SISTEMA DE FRENOS DE VEHÍCULOS DE TRÁFICO PESADO**

José Iván Ríos Orjuela
Antonio María López Riaño (Director)

DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENVASADORA DE CREMAS COSMÉTICAS

Miguel Ángel Roa Sayago
Edgar Andrés Rodríguez Sánchez
Germán Sicachá Rojas (Director)

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CON CAPACIDAD PARA 1500 M3/DÍA EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN TEXTIL UBICADA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Germán Rodrigo Monroy Leguizamón
Dumar Reyes Franco
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS DE LA EMPRESA Transportes Inhercor X Tix S.A.S.

John Faber Maceto Rodríguez
Hernando Vélez Sánchez (Director)

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MECANISMO PARA ENSAMBLE DE AMBULANCIAS EN CARROCERÍAS EL SOL S.A.S.

Juan Gabriel Zárate Becerra
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE VARILLA, CAPAZ DE CONFORMAR DIÁMETROS

Oswaldo Hernando Baquero Sáenz
Nestor Alexander Sichacá Díaz
Germán Sicachá Rojas (Director)

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO DE ASISTENCIA EN PROCEDIMIENTOS RCP (REANIMACIÓN CARDIO-PULMONAR) BÁSICO DE ADULTOS EN ASISTENCIA URGENTE EXTRAHOSPITALARIA

Pedro Andrés Cortés Hernández
Yesid Antonio Luna Leguizamón
Luini Leonardo Hurtado Cortés (Director)

DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA EMPRESA SMART DRILLING DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

**DAD (RCM), PARA LA OPERACIÓN DE UN TALA-
DRO DE PERFORACIÓN MINERA, EN GUADALU-
PE (ANTIOQUIA)**

Andrea Paola González Padilla
Hernando Vélez Sánchez (Director)

**ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉR-
MICO DE MARTEMPERING EN LOS ACEROS AI-
SI/SAE 1040 Y 4340 MEDIANTE ENSAYOS DE DU-
REZA Y MICRODUREZA**

Edison Andrés Arévalo Ávila
John Edinson Bustos Igua
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN
ROTOR SAVONIUS BAJO DIFERENTES CONDI-
CIONES MORFOLÓGICAS Y DE FUNCIONAMIENT-
TO**

Luis Carlos Cuervo Daza
Andrés Guillermo Guasca González (Director)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENI-
MIENTO SISTEMATIZADO BASADO EN LA CON-
FIABILIDAD, PARA EL PROCESO DE FUNDI-
CIÓN DE LA EMPRESA AMERICANA DE ACEROS
ALEADOS LTDA.**

Andrés Eduardo González Tunjo
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

**INFLUENCIA DE LA CEMENTACIÓN GASEOSA A
TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS, EN LAS PRO-
PIEDADES MECÁNICAS DE TENSIÓN E IMPACTO
EN LOS ACEROS AISI-SAE 1020 Y 8620**

Luis Fernando Moreno Manrique
John Freddy Penagos Cárdenas
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

**MODELAMIENTO MATEMÁTICO PARA ESTABLE-
CER LAS TRANSFORMACIONES DE FASE PARA
UN ACERO AISI 1045 TEMPLADO DESDE TEMPE-
RATURAS INTERCRÍTICAS**

Andrés Pérez Gamboa
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

**MODELO MATEMÁTICO PARA LA DETERMINA-
CIÓN DE LA DUREZA DEL ACERO 1020 TEMPLA-
DO DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS**

Julián Esteban Cubillos Tulande
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

Instrucciones para los autores

Tekhnê

Tecnología al servicio de la sociedad

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad Tecnológica

Revista Tekhnê

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad Tecnológica

Alcance y política editorial de la revista

La revista Tekhnê es una revista institucional de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Es arbitrada y acepta trabajos originales en el campo de la ingeniería, la tecnología y las ciencias aplicadas, con la condición de que sean producto de trabajos de investigación. Desde su primer número en el año 2003, la revista ha mantenido su regularidad.

Posee un carácter científico-académico, y atiende a la comunidad nacional e internacional especialista en áreas de ingenierías eléctrica, electrónica, mecánica, de sistemas, industrial y civil. Publica resultados de investigación en español o inglés (artículos originales e inéditos), y está completamente abierta a especialistas de todo el mundo en calidad de autores y/o lectores. Es arbitrada mediante un proceso doble ciego, con rotación continua de árbitros. Como elemento particular, en cada volumen de la revista se incluye, a modo de difusión, una relación de los trabajos finales de grado de la Facultad Tecnológica en sus ciclos de tecnología e ingeniería.

La revista Tekhnê posee una periodicidad semestral, coincidente con los semestres académicos de la Universidad Distrital. La publicación se realiza los meses de julio y diciembre de cada año. El proceso de evaluación de los trabajos sometidos para la publicación contempla un proceso de aceptación inicial por parte del Comité Editorial, quien verifica el cumplimiento de los parámetros editoriales, y una evaluación por pares académicos mediante un proceso doble ciego. El tiempo que toma para decidir sobre la aceptación de un trabajo nunca supera los seis (6) meses a partir de la fecha de recepción.

La revista Tekhnê está comprometida con altos estándares de ética y toma las medidas posibles para evitar las malas prácticas como el fraude y el plagio. Todos los autores deben declarar que sus manuscritos son originales, inéditos y de su autoría, condición necesaria para ser considerados por el Comité Editorial. La revista Tekhnê también se compromete a garantizar una justa, objetiva y rápida revisión de los manuscritos tanto por árbitros como por parte del Editor. Los autores reconocen que han dado a conocer cualquier conflicto real o potencial de intereses con su trabajo o de beneficios parciales asociados a través de la cesión de derechos.

Tipos de artículos aceptados

La revista publica exclusivamente artículos de Investigación Científica y Tecnológica (según clasificación del Índice Nacional de Publicaciones Científicas y Tecnológicas Publindex de Colombia), los cuales se caracterizan por presentar resultados originales de proyectos terminados de investigación, con secciones claramente diferenciadas de introducción, metodología, resultados y conclusiones. Otro tipo de artículos como los denominados de reflexión, revisión, artículos cortos o reportes de casos no son aceptados, y serán rechazados por el Comité Editorial sin surtir proceso alguno de evaluación.

Formato del manuscrito

En cuanto a estructura, deben ser evidentes las secciones de introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias. El resto del documento se debe conformar en concordancia con su contenido. La longitud no debe superar las 25 páginas en su totalidad. En la parte inicial de la primera página se debe incluir: (1) Un título del manuscrito, corto, descriptivo del contenido y atractivo para el lector. (2) Nombre completo de los autores y detalles de afiliación institucional, incluido correo electrónico. (3) Resumen (en español e inglés) del manuscrito con un tamaño máximo de 250 palabras, que establezca el objetivo, la metodología, los resultados y principales conclusiones. (4) Palabras claves, máximo cinco, en minúsculas y separadas por comas.

En cuanto al formato de documento solicitado a los autores, se pide no utilizar estilos de los procesadores de textos. El manuscrito debe estar a una columna, a espacio sencillo entre líneas de texto y sin dejar espacio entre párrafos y entre títulos y texto. Se debe seleccionar papel tamaño carta (21 cm de ancho por 29.7 cm de largo), en forma vertical. Los márgenes deben ser 2 cm en todos los lados (izquierda, derecha, arriba y abajo). Se debe usar letra Times New Roman (si no se posee, utilizar una de tipo serif similar) sin reducción de espacio entre caracteres, con tamaño de 12 puntos. Por ningún motivo se aceptarán trabajos que incluyan letras, palabras o símbolos manuscritos en el texto. Las tablas y figuras deben ser claras y nítidas, insertadas (no pegadas) en el documento como un único objeto (no agrupación de varios) con la mayor calidad posible. Se pide que estas figuras sean remitidas en un archivo comprimido por separado. Si se usan líneas o figuras en colores, no se debe usar colores claros (amarillos, celestes y similares). El Editor se reserva el derecho de eliminar toda figura o tabla que no cumpla las normas. Toda figura, tabla, ecuación o referencia incluida en el manuscrito debe estar referenciada/citada en el cuerpo del documento. No se debe usar sangría en ninguna sección del artículo. Las referencias se deben manejar correcto estilo APA sexta edición. No se deben utilizar notas al pie de página, y usar máximo tres niveles para los títulos. Se puede incluir una sección de Agradecimientos, redactada en forma sobria, de no más de cuatro líneas justo después de las Conclusiones.

En cuanto al formato del archivo, se puede utilizar cualquier procesador de textos, siempre y cuando el contenido sea completo y editable (no se permite archivos *.txt). Los formatos recomendados son: *.rtf, *.doc, *.docx, *.odt, *.wpd y *.tex. En caso de utilizar Latex, se deben remitir todos los archivos fuente.

En cuanto al lenguaje y estilo de redacción, se deben utilizar oraciones simples y evitar regionalismos. Se debe poner especial cuidado en el correcto uso de la ortografía y redacción, de acuerdo a Normas de la Real Academia Española (www.rae.es).

Formato de publicación

Los manuscritos son publicados siguiendo el estilo APA sexta edición. Esto es realizado en la diagramación, y es transparente para los autores.

Cambios en la edición

El Editor se reserva el derecho, y así lo acepta el(la)(los) autor(a)(es) con el sólo envío del manuscrito, de realizar modificaciones con el objeto de lograr una mejor presentación e impacto del trabajo. Estas modificaciones pueden incluir cambios en el título, resumen, palabras clave, figuras, tablas y texto, entre otros, cambios que no afectan, según el Editor, la esencia del trabajo enviado por los autores. En particular, figuras que no pueden ser bien reproducidas pueden ser eliminadas por el Editor. Las referencias incompletas serán también eliminadas por exigencias de las bases de datos.

Envío de manuscritos

Los autores deben enviar sus manuscritos en formato digital al correo electrónico de la revista tekhneud@udistrital.edu.co.

Proceso de publicación

El proceso que sigue la revista para la evaluación y publicación de trabajos es el siguiente:

- Recepción del manuscrito (primera versión, convocatoria permanente)
- Verificación de normas por parte de auxiliar de la revista
- Notificación a autores de recepción, solicitud de ajustes de forma y de diligenciamiento de formato de datos de autores
- Recepción de manuscrito (segunda versión) y formato de datos de autores
- Revisión por parte del Comité Editorial
- Notificación a autores de si el manuscrito entra o no a evaluación por parte de pares
- Envío de manuscrito a pares seleccionados
- Recepción de evaluación de pares
- Notificación de evaluación a autores, y solicitud de correcciones si son pertinentes
- Recepción de manuscrito (tercera versión)
- Estudio de manuscrito corregido por parte del Comité Editorial
- Notificación a autores de decisión final de publicación y solicitud de carta de cesión de derechos
- Recepción de carta de cesión de derechos
- Corrección de estilo y diagramación del manuscrito
- Envío de versión final a autores para verificación de errores y aprobación final
- Publicación del artículo
- Notificación a autores de publicación
- Entrega de ejemplares a autores

Contacto

Para cualquier solicitud de información adicional puede comunicarse con:

Prof. Fredy H. Martínez S.
Editor y director revista Tekhnê
Sala de Revistas, Bloque 5, Oficina 301
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Transversal 70B No. 73A-35 sur
Teléfono: (571) 3238400 Ext. 5003
Celular: (57) 3005585481
Bogotá D.C., Colombia
E-Mail: tekhneud@udistrital.edu.co