

Fecha de publicación: 20 de diciembre de 2020

### Autoridades

Ing. Saúl Lara – Canciller  
Dr. Franklin Tapia – Rector  
Jorge Cruz, PhD – Vicerrector  
Ing. Diego Lara – Director institucional académico  
Janio Jadán, PhD – Director institucional de investigación

### Comité organizador

María Belén Ruales Martínez  
Decana de la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Información y Comunicación.  
FITIC.

Gerardo Arteaga  
Coordinador de la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Información y  
Comunicación, Carrera de Ingeniería Industrial Sede Quito. FITIC.

Ana Álvarez Sánchez, Alexis Suárez del Villar Labastida, Pablo Elicio Ron  
Valenzuela y Blanca Liliana Topón Visarrea  
Docentes Investigadores a Tiempo Completo Titular Auxiliar I. FITIC.

Mireya Zapata  
Docente-Investigadora del Centro de Mecatrónica y Sistemas Interactivos (MIST)

### ISBN 978-9942-821-12-6

Revisado y aprobado para su publicación por el Comité Editorial de la Universidad  
Tecnológica Indoamérica (Quito, Ecuador) y por los revisores PhD. Carlos Gordón  
(Universidad Técnica de Ambato) y PhD. Medardo Ulloa (Universidad Técnica de  
Cotopaxi).

### Editor: Ing. Hugo Arias Flores, MBA.

Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.  
**Quito – Ecuador.**



*Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la fotocopia y el tratamiento informático, sin autorización escrita del titular del Copyright, bajo las sanciones previstas por las leyes.*

*Para citar este libro: Ruales, M., Arteaga, G., Álvarez, A., Suárez, A., Ron, P., Zapata, M. (2020). III JORNADA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN. Quito, Ecuador: Editorial Universidad Tecnológica Indoamérica.*

## Prólogo

Las nuevas tendencias mundiales, así como las herramientas tecnológicas, exige que la educación esté a la vanguardia en la formación de profesionales que con visión futurista aporten a la mejora continua y al desarrollo de la sociedad. Es por ello, que la organización de eventos académicos cuenta con expertos y académicos renombrados a nivel nacional e internacional donde se generen espacios que permitan el intercambio de experiencias y saberes para así seguir construyendo la Sociedad del Conocimiento, de esta manera apalancar una educación de calidad y donde los ingenieros de Indoamérica contribuyan a incrementar la productividad de las organizaciones.

En este contexto la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad Indoamérica mantiene una relación biunívoca entre la academia y el sector productivo y de servicios, en temas referentes a: investigación, vinculación con la sociedad y prácticas pre profesionales, insumos que permiten el desarrollo de proyectos fomentando la participación de la sociedad.

El libro que se presenta, es un compendio de este trabajo mancomunado, contiene información importante

desarrollada por los participantes quienes han plasmado sus conocimientos y experiencia en la industria a nivel nacional como internacional, los cuales contienen elementos de interés para el lector donde podrá vislumbrar en un panorama más amplio el estudio y aplicación de nuevas herramientas en la industria, y sirve además como texto de consulta a los estudiantes de ingeniería donde se podrá palpar la relación entre el contexto teórico y práctico.

El contenido del libro se divide en tres secciones: Sección I, Conferencistas Invitados, donde se puede observar la aplicación de aspectos técnicos tecnológicos enfocados a la industria 4.0. La Sección II, La sostenibilidad en el desarrollo de la Producción Industrial, que recalca la importancia del uso responsable de los recursos a través del tiempo. Finalmente, la Sección III Seguridad y Ambiente en la Industria que recalca la importancia de gestionar adecuadamente la Seguridad e Higiene en el trabajo.

Es importante recalcar la gestión desarrollada por la Dirección de Investigación de la Universidad Indoamérica, de las autoridades de la carrera Ingeniería Industrial y de manera especial del cuerpo docente, ya que su aporte ha contribuido de manera especial al desarrollo de esta obra.

**María B. Ruales M.**

*Decana de la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Información y Comunicación. FITIC.*



# Contenido

## SECCIÓN I

### CONFERENCISTAS INVITADOS

- 8** La ciudad global y sostenible en el S.XXI
- 11** Medidas correctivas para atrapamiento y aplastamiento de manos
- 13** Smart Factory: Estrategias de sostenibilidad en la Industria 4.0
- 16** La Industria 4.0 y la soldadura automática
- 18** Procesos logísticos inteligentes en entornos cyber físicos
- 20** Manufactura aditiva y entornos 3D en la Industria 4.0
- 22** La 4ta Revolución Industrial — Tecnológica y su Integración en la Industria Ecuatoriana
- 24** Transformación Digital: ¿Está preparándose tu negocio?
- 26** Inteligencia Artificial para el Desarrollo de Drogas
- 28** Monitoreo del sistema de bombeo electro sumergible de un pozo productor de petróleo con la arquitectura IoT del WEF
- 30** Programa de Prevención de Riesgos Psicosociales
- 32** Riesgo Eléctrico en las Organizaciones
- 34** Responsabilidad Social y Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- 36** Seguridad industrial y el impacto en la productividad empresarial
- 38** Optimización de agua de una estación de bombeo con un sistema automático

## SECCIÓN II

### LA SOSTENIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

- 42** Planeación sistemática de la distribución en planta para optimizar recursos productivos en la Central del Bambú ANDOAS
- 59** Diseño sostenible para el proceso de preservado de latillas de bambú
- 73** Estudio de tiempos en la línea de producción de núcleo magnético en la empresa de transformadores eléctricos "EVOLGY" definiéndose un nuevo método de producción

## SECCIÓN III

### SEGURIDAD Y AMBIENTE EN LA INDUSTRIA

- 92** Hábitos de consumo y disposición de pilas usadas y su impacto en el Medio Ambiente: Caso de estudio Universidad Tecnológica Indoamérica, campus Ambato - Quito
- 98** Sistema de mantenimiento: Programación en Excel





# SECCIÓN I

## CONFERENCISTAS INVITADOS

### La ciudad global y sostenible en el Siglo XXI

En las ciudades del s. XXI se está concentrando más del 50% de toda la población mundial, necesitamos que la ciencia, a través de la técnica y la innovación, entre de lleno a mejorar las condiciones de habitabilidad y sostenibilidad de las ciudades, que no paran de crecer y acumular los problemas propios del conjunto de la población, pero en un espacio mucho más reducido.

El presente escrito, no pretende ser un escrito científico “stricto sensu”. Corresponde a una de las conferencias ofrecidas en la Universidad Tecnológica Indoamérica, dentro de la III JORNADA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, entre los días 11-13 de julio del 2019. La intención de la conferencia, era la de hacer ver a los asistentes la necesidad de resituar la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio también de las grandes ciudades. En las grandes ciudades se están concentrando buena parte de los problemas generales de la humanidad en este inicio del S.XXI: grandes flujos migratorios, problemas laborales, densificación, gentrificación, etc. Pero uno de los problemas más acuciantes, corresponde al de la misma sustentabilidad de las ciudades, y directamente ligado a ello, al grave problema de los altos índices de contaminación que estas padecen.

El mundo científico en general, a través de la tecnología y de la innovación, deben apostar fuerte para repensar a fondo el actual funcionamiento de las ciudades, trabajando conjuntamente ingenieros con biólogos, geógrafos, técnicos ambientales, sociólogos, urbanistas y demás profesionales expertos en la evolución de las ciudades y sus problemáticas.

La actual concentración de población humana en ciudades cada vez más densas y en mayor número, provoca también la concentración de los problemas derivados, facilitando la solución concertada de los mismos. Así pues, mejorando los problemas de funcionamiento de las grandes ciudades, estaremos mejorando el modo de vida de más del 50% de la población mundial. Problemas de circulación, contaminación, comunicación, comercio, accesibilidad, conectividad, desequilibrios sociales, oportunidades, relaciones, etc.

Está claro que no sólo son problemas técnicos o científicos, los que debemos resolver, sin embargo, con sólo propuestas sociales, o sólo propuestas urbanísticas, o sólo propuestas de movilidad, no se resuelven suficientemente bien los temas derivados. En la conferencia ya comenté que las propuestas para avanzar en soluciones eficientes



#### Amadeu Casals

Carrera de Arquitectura  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador.  
acasalsarq@gmail.com

#### Conferencista

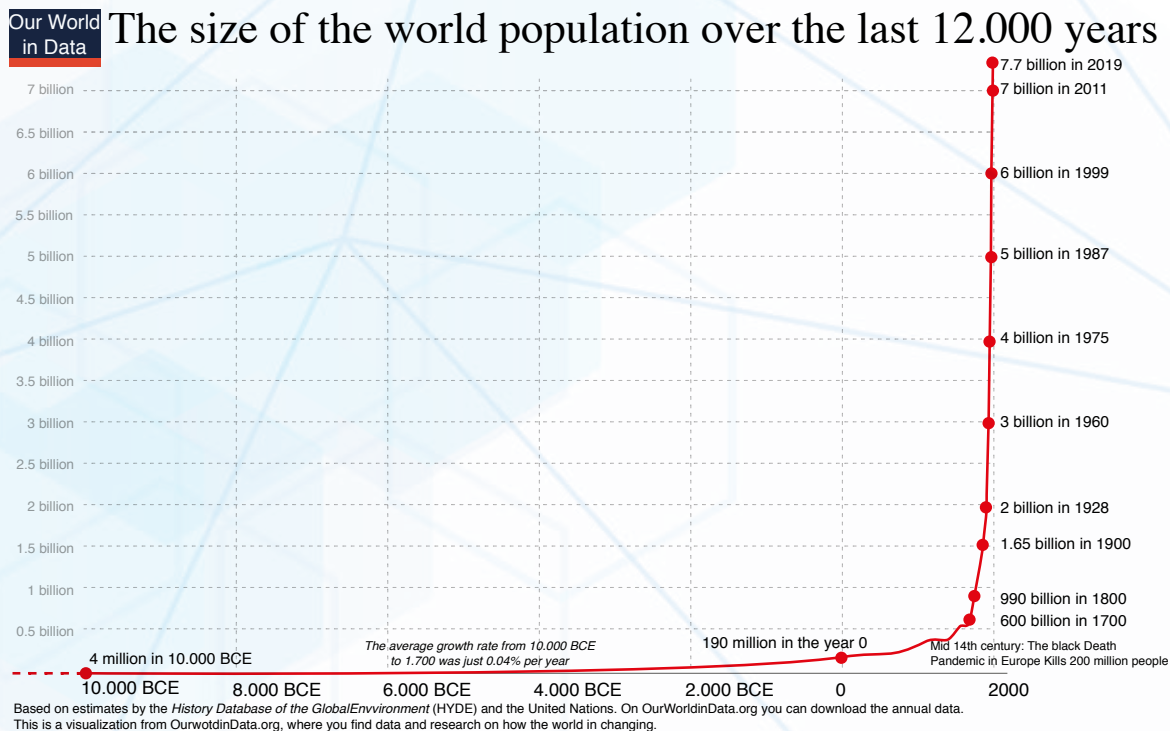
Arquitecto urbanista, magister en desarrollo urbano y territorial por la Universidad Politécnica de Catalunya, con más de 30 años de experiencia profesional. Con despacho propio en Barcelona durante 21 años, ha participado activamente en el desarrollo de algunos Planes Generales en Barcelona, actualmente ejerciendo la docencia en la Universidad Indoamérica en Quito.

a los retos de las grandes ciudades. Deben ser soluciones interdisciplinarias, de buenos equipos de trabajo, que consideren también la intervención coordinada con economistas, abogados, políticos y ciudadanos, en definitiva, un esfuerzo conjunto de toda la población, liderados por un comité de expertos que tengan claros sus objetivos.

En todo este organigrama, los científicos tienen un papel destacado. Urge resolver los graves problemas de contaminación, reciclar eficazmente los residuos, mejorar los sistemas de transporte y señalética, buscar y encontrar sistemas energéticos alternativos, etc. Y muchos de estos problemas, pasan por

una fuerte intervención de base científica, con importantes avances tecnológicos y una decidida innovación. En el inicio de la exposición se informó a los presentes como el crecimiento general de la población mundial, se concentra cada vez más en las ciudades ya existentes o de nueva creación.

En las ciudades existentes está aumentando significativamente la población, a la vez que, desde el cambio de milenio, se han creado más de 900 nuevas ciudades en todo el mundo, con más de 100.000 habitantes [ourworldindata.org/world-population-growth](http://ourworldindata.org/world-population-growth).



Al respecto, es instructiva y significativa la página web de worldometers, donde se muestra una simulación en tiempo real del crecimiento poblacional en el mundo, junto con otros índices, como el de la emisión de toneladas de dióxido de carbono contaminante a la atmósfera por parte del hombre a través de la combustión de fuel.

La urbanización es una tendencia que está creciendo aceleradamente a escala mundial, en especial en Latinoamérica. Ecuador no es una excepción; en la actualidad, alrededor del 74% de la población ecuatoriana vive en zonas urbanas según el GIZ.



Henri Lefebvre ya nos hablaba en los años 60 de la anterior centuria, del derecho a la ciudad, como un derecho irrenunciable de la población.

David Harvey profundiza en sus estudios sobre El Capital de Karl Marx, aplicados a los problemas de la ciudad capitalista, para reivindicar también el derecho a la ciudad, “Ahora no construimos ciudades para que la gente viva, sino para que se invierta en ellas”. En medio de estas ideas reivindicativas a favor de ciudades más humanizadas, Saskia Sassen nos habla de la ciudad ante la globalización de los grandes mercados financieros mundiales, donde las ciudades compiten entre ellas para atraer inversiones, donde las ciudades arrebatan el protagonismo a los países y estados en su mediación ante los poderes

económicos, “la densidad de los lugares centrales provee la conectividad social que permite a una empresa o conjunto de ellas, maximizar los beneficios de su conectividad tecnológica”, y Manuel Castells, expone su teoría sobre la sociedad de la información y el estado del bienestar en el inicio de la era de la información digital, donde la ciudad también tiene un papel protagonista, “la sociedad red es para la sociedad, lo que el sistema urbano es para la ciudad”. Las ciudades están concentrando buena parte de las grandes decisiones. Son más operativas que los países y están más cerca de la población, junto con unos gobiernos más operativos y más cercanos a los problemas. Concentran por lo tanto protagonismo, pero también problemáticas importantes que se deben resolver.

**Palabras clave:** *Ciudades Sustentables y Sin Contaminación.*

## Referencias

Henri Lefebvre. 1968. “El derecho a la Ciudad”.

David Harvey. 2013. “Ciudades rebeldes. Del derecho de la ciudad a la revolución urbana”. Madrid

Saskia Sassen, (1999). “La ciudad global: Nueva York, Londres, Tokio”. Eudeba  
[www.worldometers.info](http://www.worldometers.info)

[www.giz.de/en/downloads/giz2018-es-cis-ecuador.pdf](http://www.giz.de/en/downloads/giz2018-es-cis-ecuador.pdf)

Henri Lefebvre. 1968. “El derecho a la Ciudad”.

David Harvey. 2013. “Ciudades rebeldes. Del derecho de la ciudad a la revolución urbana”. Madrid Saskia Sassen, (1999). “La ciudad global: Nueva York, Londres, Tokio”. Eudeba

Manuel Castells. 2002. Trilogía, “La Era de la Información”. Siglo XXI Editores.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como mecanismo de actuación. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La Nueva Agenda Urbana. Resultado de la conferencia internacional Hábitat III, celebrada en Quito, Ecuador. 2016.

## Medidas correctivas para atrapamiento y aplastamiento de manos



**Miguel M. Delgado V.**

Departamento de Innovación y Desarrollo  
Industrias Oro S.A, Quito, Ecuador  
mmdv1997@gmail.com

### Conferencista

Nació en la ciudad de Quito el 24 de septiembre de 1997, desarrolló sus estudios primarios y secundarios en la Unidad Educativa Particular Adventista "Ciudad de Quito" y posteriormente su carrera universitaria en la Universidad Tecnológica Indoamérica graduándose como ingeniero industrial. Actualmente se encuentra laborando en el departamento de innovación y desarrollo en la empresa "Industrias Oro S.A."

Los riesgos de atrapamiento y aplastamiento de manos se definen como la probabilidad de que un trabajador sufra alguna lesión producto de la actividad mecánica que desarrolla en donde alguna parte de su cuerpo es aprisionada por los mecanismos en movimiento de la máquina o entre un elemento en movimiento y un elemento fijo, generando como resultado contusiones, traumatismo, esguinces, fracturas, heridas, cortes y en casos más extremos amputaciones o mutilaciones que de no ser tratadas a tiempo pueden provocar la muerte (Michel, 2015). Mediante la matriz GTC 45 se identifican a estos riesgos (Molina, s.f) con mayor significancia durante el proceso de prensado de tapas de filtros siendo categorizados como "No Aceptables" y debido a su situación crítica se deben suspender las actividades hasta que el riesgo esté bajo control con una intervención urgente; para lo cual se proponen medidas correctivas para la mitigación de los mismos bajo tres parámetros: gestión del riesgo en la fuente con un sistema de resortes para la expulsión de las tapas, en el medio de transmisión con una guarda de seguridad y unas guías para el deslizamiento de la tapa a presarse, en el trabajador con la selección del equipo de protección personal bajo los estándares de seguridad propuestos en las normas correspondientes además de un procedimiento de seguridad para la operación de la máquina.

***Palabras clave: Atrapamiento y aplastamiento de manos, medidas correctivas, prensa de impacto***

### Referencias

- Baselga Monte, M. y otros: “Seguridad en el Trabajo”. INSHT, Madrid, 1984.*
- Bestraten Bellovi, M.: “Seguridad en el Trabajo”. INSHT. Barcelona, 1990.*
- Cortés Díaz, J.M.: “Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad e Higiene del Trabajo”. 9ª Edición. Ed. Tébar. Madrid, 2007.*
- Cortés Díaz, J.M.: “La Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su desarrollo reglamentario”. 4ª Edición. Ed. Tébar. Madrid, 2006.*
- Cuenca Álvarez, R.: “Introducción a la Prevención de Riesgos laborales de Origen Psicosocial”. INSHT. Madrid, 1996.*
- D.G.P.C.: “Guía Técnica. Métodos Cualitativos para el Análisis de Riesgos.” Madrid, 1994.*
- Fernández de Pinelo, T. y otros: “Condiciones de Trabajo y Salud”. INSHT. Barcelona, 1987.*
- Generalitat Valenciana: “Salud y Seguridad en el Trabajo en la Comunidad Europea”. Valencia, 1991.*
- Michel, C. (2015). Incidencias de las lesiones traumáticas de la mano y la muñeca de origen laboral: Estudio de calidad de vida. Santander: Universidad de Cantabria.*
- Molina, P. (s.f.). Gestión del riesgo. Identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos.*

## Smart Factory: Estrategias de sostenibilidad en la Industria 4.0



### Jorge Álvarez Tello

Vinculación con la Sociedad  
Centro de Transferencia de Tecnología y Conocimiento  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito-Ambato, Ecuador  
jorgealvarez@uti.edu.ec

### Conferencista

Ing. Téc. Ind. en Ing. Mec. por la Universidad Politécnica de Cataluña BarcelonaTech, con Diplomas en automatización y gestión de la fabricación mecánica, así como Certificado en Sostenibilidad GRI para las organizaciones, entre otros. Posee sobre 13 años de experiencia en el diseño y desarrollo de proyectos de investigación e innovación tecnológica sobre simulación de materiales ultralivianos, automatización y organización tecnológica e industrial en España, Alemania y Suiza.

El manuscrito realiza un recorrido conceptual desde las estrategias de sostenibilidad más usadas en la industria 4.0 hasta proponer una hoja de ruta para la industria ecuatoriana. ¿Dónde comenzó todo? La industria comienza con la evolución de la transferencia de energía en los procesos definidos en la manufactura, actualmente no solo se toma en cuenta a la transmisión de energía, sino también a la forma de comunicación que tienen los distintos actores de la industria (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014).

La implementación tecnológica en la empresa e industria en los procesos de la cadena de valor, la organización, la producción y la mejora de la calidad de producto se caracteriza en la adaptabilidad de la producción convencional en la producción en masa o de grandes tiradas, con turnos de trabajo rotativos y de baja flexibilidad (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2017) por la producción digitalizada, que tiene una producción personalizada, en pequeñas cantidades, que logran márgenes altos a través del trabajo colaborativo y en horarios flexibles, con lo cual se logra una flexibilidad y adaptación resiliente del sistema de producción (Burke Rick, Mussomeli Adam, Laaper Stephen, 2017).

La organización, la operación y la fabricación sostenible crean nuevos entornos de trabajo, donde la cultura digital de la empresa evoluciona en la nube. Además, se introduce la sostenibilidad desde la evaluación medioambiental y el impacto en la sociedad en base al efecto EGEI y la huella de carbono, que está caracterizadas en métricas para optimizar la evolución de una organización (Uranga, 2012).

Se expone dos herramientas de evaluación PAS 2050 (BSI Group, 2008) que muestra el cómo determinar el impacto de la huella de carbono el productos y servicios.

Así mismo el PAS 2060 (Co2balance, 2003) que muestra la mitigación que se puede dar a la huella de carbono, reduciendo el impacto y como documentar el proceso, junto al marco de reporte internacional de la Iniciativa de Reporte Global (Global Reporting Initiative-GRI) (Ekopark, n.d.) que orienta a las organizaciones con directrices para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En el modelo de negocio, se indica el modelo de desarrollo de productos tecnológicos y los retos futuros en el mundo para un desarrollo



sostenible y justo para la sociedad que se basa en la capacidad de una organización para implementar en su modelo de negocio las características de flexibilidad, transparencia, ambiente colaborativo y en equipos, en una jerarquía plana que hace que el tránsito de información sea rápida y estén preparados para responder rápidamente a los cambios bruscos que pueda dar el mercado.

También se hace una reflexión sobre la creatividad y la fuente de ideas en la transferencia de conocimiento de valor (Meng, Yang, Chung, Lee, & Shao, 2018). El análisis del marco de trabajo en la economía circular, colaborativa muestra las directrices para procesar los datos del ciclo de vida de producto en base al análisis de la información proveniente de las bases de datos estandarizadas o del histórico de cada organización. La base de la fábrica inteligente, es el pensamiento disruptivo y resiliente, donde se habla de la cadena de valor “Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers SIPOC” y la simplificación de la jerarquía basada en la automatización (Zillmann & Wilk, 2016).

Se presenta también a la industria 4.0 y la integración de diversas especialidades o áreas intercomunicadas con procesos transversales como las plataformas de Internet de las Cosas (IoT), tecnologías de detección y localización, interfaces avanzadas de máquina-humano, Autenticación y fraude, impresión 3D, sensores inteligentes, algoritmos avanzados de Big Data, interacción multinivel de perfiles de clientes, realidad aumentada, computación en la nube y servicios de telefonía móvil; donde la digitalización, la virtualización y el procesamiento inteligente son la base para la materialidad efectiva de los proyectos (Lee, Bagheri, & Kao, 2015).

Finalmente se establece una hoja de ruta en base a las tendencias de la industria 4.0 que parte de la fabricación automatizada, la calidad inteligente, la logística digital, la robótica colaborativa con sus interfaces de comunicación y la robótica social, como campos en los cuales las industrias no solo se quedan en los límites del trabajo, sino también en el tiempo de ocio o jubilación de sus trabajadores.

***Palabras clave: industria 4.0, fabrica inteligente, sostenibilidad, tecnología, huella de carbono, diseño industrial***

## Referencias

- Blanco, R., Fontrodona, J., & Poveda, C. (2017). *La industria 4.0: el estado de la cuestión. La industria 4.0: el estado de la cuestión*, 151–164. Retrieved from <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,FONTRODONA Y POVEDA.pdf>
- BSI Group. (2008). *Guide to PAS 2050 How to assess the*. London: BSI.
- Burke Rick, Mussomeli Adam, Laaper Stephen, et al. (Deloitte U. P. (2017). *The smart factory. The Smart Factory Responsive, Adaptive, Connected Manufacturing*. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4051\\_The-smart-factory/DUP\\_The-smart-factory.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4051_The-smart-factory/DUP_The-smart-factory.pdf)
- Co2balance. (2003). *PAS 2060 White Paper*, 1–9. Retrieved from <https://www.bsigroup.com/de-DE/PAS-2060-Klimaneutralitaet/>
- Ekopark, C. C. (n.d.). *Contacto Produbanco*.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). *Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters*, 3, 18–23. <https://doi.org/10.1016/J.MFGLET.2014.12.001>
- Meng, Y., Yang, Y., Chung, H., Lee, P. H., & Shao, C. (2018). *Enhancing sustainability and energy efficiency in smart factories: A review. Sustainability (Switzerland)*, 10(12), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su10124779>
- Uranga, O. R. (2012). *Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental*.
- Zillmann, M., & Wilk, C. (2016). *Smart Factory – Wie die Digitalisierung Fabriken verändert. Lünendonk Whitepaper*, 43.

### La Industria 4.0 y la soldadura automática

La soldadura hoy en día es uno de los procesos más usados en las industrias del acero la manufactura y la construcción, siendo así de gran importancia su calidad, la misma que se obtiene controlando varios parámetros de soldadura como la velocidad de avance, calor aportado, estabilidad de arco, amperaje entre otros.

El concepto de la industria 4.0 está revolucionando los procesos de producción existente, y por supuesto que la tecnología de Soldadura no es la excepción. Hoy en día es común escuchar sobre la existencia de plantas inteligentes, cuyos procesos de producción están interconectados entre sí y comunicados con un computador que permitirá analizar los datos entregados en cada proceso y de esta manera tener una planta más eficiente que produzca más en menos tiempo y con una calidad impecable. Para FRONIUS la “cuarta revolución industrial” no ha pasado desapercibida tal es así que hace 20 años creo la primera fuente de soldadura digital (TRANSPULSE SYNERGIC), lo que le permitió coronarse como líder tecnológico en cuanto a procesos y tecnología de soldadura se trata.

El principal objetivo de la industria 4.0 es crear procesos productivos más rápidos, transparentes y confiables de principio a fin. La digitalización y

la interconectividad a gran escala entre: personas, computadores, máquinas y planta se da gracias a sensores, procesadores y sistemas de control cada vez más poderosos que permiten controlar los procesos de una manera más confiable.

La nueva fuente TPS/i: Fronius en el año 2013 crea su nueva fuente de soldadura TPS/i, la misma que cuenta con un procesador de alto rendimiento y un bus de alta velocidad, lo que significa que cantidades más grandes de datos pueden ser transmitidos con mayor rapidez, lo que es una condición vital para la industria 4.0. Esta nueva fuente viene además con nuevos procesos de soldadura que definen claramente la visión de la compañía de llegar a tener una soldadura perfecta y estos nuevos procesos también tienen un enfoque de interconectividad y digitalización, lo que se traduce en una producción más rápida, flexible confiable y sobre todo rentable.

WeldCube: El proceso y el análisis de los datos están en marcha en el mundo de la tecnología de soldadura. Los sistemas de soldadura modernos recolectan información acerca de la corriente, la tensión, la velocidad de hilo, la velocidad de la soldadura y el tiempo, así como los números de Job o corrección dinámicos y del arco voltaico. Con la ayuda



**Gustavo Espín Calderón**

*Departamento Ingeniería y Proyectos,  
MIG-MAG-FRONIUS, Quito, Ecuador  
respin@migmag.com.ec*

#### Conferencista

*Gustavo Espín, Ingeniero Mecánico graduado en la Escuela Politécnica Nacional, 8 años de experiencia en la industria petrolera como coordinador de proyectos, jefe de taller, Ingeniero de Campo y actualmente Ejecutivo Senior en procesos y gestión de soldadura.*

de estos datos, los procesos se pueden optimizar y los errores se pueden evitar. Los usuarios también pueden integrar de manera optimizada los sistemas de soldadura en un entorno de producción en red y automatizado. Es por esto que Fronius ha desarrollado WeldCube, el sistema de documentación y

análisis de datos, administra la información más importante de soldadura y permite que sea mostrada en un formato claro, además ofrece una gran cantidad de funciones que la hacen una herramienta de software versátil (Interempresas,2017).

**Palabras clave:** *Digitalización, Interconectividad, Soldadura*

## Referencias

- Interempresas, (2017). Soluciones innovadoras en tecnología de soldadura en la era de la industria 4.0. España. Artículos Interempresas. Recuperado de: <http>*
- Fronius Perfect Welding- La revista. (2018.). Como optimizar los trabajos de soldadura con análisis de datos. Austria.*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de Quito (escuela politécnica nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*

# Procesos logísticos inteligentes en entornos cyber físicos

La visión de la logística inteligente es prometedora, pero requiere un concepto viable y tecnologías adecuadas para poder realizarla. Con la ayuda de los sistemas cibernéticos y el procesamiento complejo de eventos, ya se han sentado las bases tecnológicas para los procesos de logística inteligente. Sin embargo, aún se requiere una guía para los tomadores de decisiones para poner la logística inteligente en operación de una manera eficiente. Se presenta un enfoque metodológico estructurado para los gerentes de logística y cadena de suministro que considera el potencial de implementación y mejora, define los beneficios esperados y luego toma un enfoque de pasos para implementar sistemas cibernéticos y utilizar el procesamiento complejo de eventos en el transporte y la logística.

Aprovechando todo lo positivo que podemos obtener de la tecnología que en este siglo nos brinda muchas oportunidades sobre todo relacionada con el tiempo de los procesos productivos o de servicios que a su vez generan ahorro e incremento de utilidades, sobre todo con el estudio de los costos a los que permite reducirlos implementando tareas

automáticas, todo a través de la inteligencia de negocios, nos ponemos en presencia de los procesos logísticos inteligentes, por lo que es evidente la relación entre la transformación digital y la logística, permite atenuar las amenazas a la que se exponen las organizaciones referente a los cambios del entorno relacionados con tecnologías.

Se puede y se han observado excelentes resultados en la optimización o reducción de tiempos en colles o Líneas de espera de clientes los cuales desean culminar su compra lo mas rápido posible. Estos resultados se han obtenido mediante la utilización de herramientas matemáticas o de investigación de operaciones estableciendo cierto nivel de servicio deseado o en otras palabras estableciendo tiempos deseados de servicio o de números de clientes en el sistema relacionado con el costo de brindar dicho nivel. También mediante la simulación de procesos utilizando software especializados se puede simular el proceso o procedimiento planteado sin necesidad de parar la operación o de realizar alguna inversión, primero se simula la operación y luego de tener ciertos resultados deseados se realiza la implementación e inversión.



### Frank Alarcón Olalla

Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago de Chile  
fealarcon@uc.cl

### Conferencista

Doctor PhD. (c) en Ciencias de la Ingeniería. Mención Industrial y Logística. Pontificia Universidad Católica de Chile. Master de ciencias MSc. en Ingeniería Logística. Universidad de Duisburg-Essen. Alemania, Especialista logístico con años de experiencia en el área y estudios de Máster mediante beca en Ingeniería Logística (Alemania). Inglés y alemán avanzado. Áreas de trabajo: Logística y Supply Chain, Compras, Planificación de la Producción, Bodegas e Inventarios, Distribución. Modelos matemáticos de optimización.

**Palabras clave:** *Logística inteligente, sistemas cyber-físicos, procesamiento de eventos complejos*

## Referencias

- Alias C, Alarcón Olalla FE, Potechin A, Noche B (2018) Comparing Methods of Technology Ben-efit Assessment Regarding Their Applicability to Transportation and Logistics. In: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Smart Manufactur-ing, Industrial & Logistics Engineering*
- Bruns R, Dunkel J (2015) Complex Event Processing: Komplexe Analyse von massiven Datenströmen mit CEP. Essentials. Springer Vieweg, Wiesbaden, Germany*
- Gregory T, Krajčovič M, Więcek D (2017) Smart Connected Logistics. Procedia Engineering 192:265–270. doi: 10.1016/j.proeng.2017.06.046*
- Hedtstück U (2017) Complex Event Processing: Verarbeitung von Ereignismustern in Datenströmen. eXamen.press. Springer Vieweg, Berlin, Germany Oxford Living Dictionaries (2018).*
- Recuperado de <https://en.oxforddictionaries.com/ejedor>, B. (2014). Fabricación Avanzada: presente y futuro de la empresa industrial vasca.*
- <http://www.bmasi.net/es/opinion/articulos/item/700-fabricacion-avanzadapresente-y-futuro-de-la-empresa-industrial-vasca/700-fabricacion-avanzadapresente-y-futuro-de-la-empresa-industrial-vasca>*
- Vidal, M. (2017). Las claves de la fábrica inteligente y conectada en la Industria 4.0.*
- Recuperado de <https://www.marccvidal.net/blog/2017/11/24/las-claves-de-la-fabrica-inteligente-y-conectada-en-la-industria-40>*

# Manufactura aditiva y entornos 3D en la Industria 4.0

Dentro de nuestro entorno de vida la mayor parte de las cosas que nos rodean fueron ideadas, diseñadas, fabricadas y probadas por alguien en base a una necesidad, desde un mecanismo de riego basado en canales hasta un edificio inteligente. La historia nos demuestra como la capacidad de fabricación ha sido la principal herramienta para el desarrollo de nuestra especie a más de permitirle coexistir con nuestro entorno. Al hablar propiamente de manufactura nos encontramos con numerosas definiciones sin embargo la que más se ajusta es aquella que se define como “el proceso de convertir materias primas en productos, comprendiendo las actividades en que el propio producto fabricado se utiliza para elaborar otros productos” (Kalpakjian, S. y Schmid, S. R., 2008).

Partiendo de esta definición es preciso entender que los métodos de fabricación tradicional como la inyección de plástico, la fabricación por arranque de viruta, o el conformado requieren ser complementados con nuevos métodos de fabricación, como manufactura aditiva, que permita tener mayor nivel de

flexibilidad y personalización con los productos fabricados a más de generar una experiencia única para cada usuario final. Es importante comprender que no solo se requiere la integración de estos nuevos métodos de fabricación, sino una completa revolución en el proceso como tal, que permita convertirlo de un proceso manual o automático en un proceso inteligente dotado de características propias de un entorno 4.0 como la conectividad y la comunicación entre dispositivos, el big data, el aprendizaje automático, y otras características que permitan a las fábricas responder casi de forma inmediata a los requerimientos de los consumidores.

Es claro que la manufactura tradicional bajo un entorno 4.0 supone la integración de tecnologías disruptivas cargadas de nuevos modelos de negocio, que no solo darán apertura a fábricas más inteligentes y con mayor grado de flexibilidad y adaptabilidad, sino que contribuirán a tener un ecosistema de fabricación dotado de atributos inteligentes que den paso a una era de emprendimiento e interconectividad basados en la generación de experiencias.

**Palabras clave:** *Fabricación digital, cloud computing, experiencia*



**Carlos Ramírez N.**

Departamento de innovación y fabricación digital,  
BKB Maquinaria Industrial, Quito - Ecuador  
cramirez@bkbmaquinaria.com

### Conferencista

Carlos Leonardo Ramírez Navarrete,  
Ingeniero en Mecatrónica de la  
Universidad de las Fuerzas Armadas  
ESPE, actualmente estoy cursando un  
master en industria 4.0 y un diplomado de  
machine Learning en el MIT. Gerente de  
producto 3D en BKB Maquinaria Industrial,  
certificaciones internacionales de Dassult  
Systems SOLIDWORKS, entre las que  
destaco CSWE (Certified SOLIDWORKS  
Expert) y SOLIDWORKS Sales Excellence  
BootCamp realizado en Santiago de Chile,  
Seminario de Digitalización 3D e ingeniería  
inversa, realizado por la empresa 3D  
Systems en México DF, y modelado  
orgánico para prótesis organizado por 3D  
Systems en Lima - Perú.

## Referencias

- Bizkaia Open Future*. (2017). *Fabricación avanzada: la nueva industria*. Recuperado de <https://www.openfuture.org/es/new/fabricacion-avanzada-la-nueva-industria>
- Fundación COTEC*. (2015). *La Fabricación Inteligente*. Recuperado de [https://sie.fer.es/esp/Servicios/...fabricacion\\_inteligente/file\\_22467.htm](https://sie.fer.es/esp/Servicios/...fabricacion_inteligente/file_22467.htm)
- Kalpakjian, S. y Schmid, S. R.* (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Oxford Living Dictionaries* (2018). Recuperado de <https://en.oxforddictionaries.com/ejedor>, B. (2014). *Fabricación Avanzada: presente y futuro de la empresa industrial vasca*. Recuperado de <http://www.bmasi.net/es/opinion/articulos/item/700-fabricacion-avanzadapresente-y-futuro-de-la-empresa-industrial-vasca/700-fabricacion-avanzadapresente-y-futuro-de-la-empresa-industrial-vasca>
- Vidal, M.* (2017). *Las claves de la fábrica inteligente y conectada en la Industria 4.0*. Recuperado de <https://www.marcvidal.net/blog/2017/11/24/las-claves-de-la-fabrica-inteligente-y-conectada-en-la-industria-40>
- Wahlster, W.* (2016). *Industrie 4.0: Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization*. Recuperado de [http://www.dfki.de/wwdata/GermanCzech\\_Workshop\\_on\\_Industrie\\_4.0\\_Prague\\_11\\_04\\_16/Industrie\\_4\\_0\\_CyberPhysical\\_Production\\_Systems\\_for\\_Mass\\_Customizations.pdf](http://www.dfki.de/wwdata/GermanCzech_Workshop_on_Industrie_4.0_Prague_11_04_16/Industrie_4_0_CyberPhysical_Production_Systems_for_Mass_Customizations.pdf)

# La 4ta Revolución Industrial - Tecnológica y su Integración en la Industria Ecuatoriana

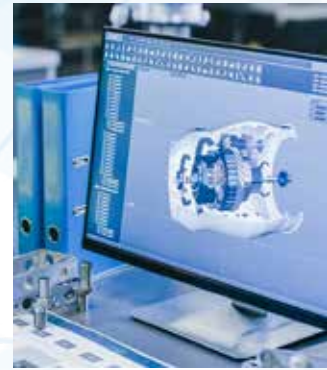
El término Industria 4.0 representa la cuarta revolución industrial. Un nuevo nivel de organización que se basa en la captura y tratamiento inteligente y en tiempo real de la información disponible a lo largo de toda la cadena de valor y del ciclo de vida de los productos y de los sistemas de producción, tratando con ello de satisfacer los requerimientos cada vez de mayor personalización por parte de los clientes.

La calidad es su principal estrategia de negocios para contribuir al desarrollo del sector privado y público, y apoyar a las empresas hacia una

**Palabras clave:** *Revolución, industrial, tecnología, industria, ecuatoriana.*

transformación en industrias 4.0. César considera que la estrategia de una organización debe ajustarse a los cambios constantes de la industria y del mundo de manera de que se atiendan las necesidades globales; haciendo más con menos recursos para más personas y organizaciones, usando la tecnología para ese propósito.

Como representante del país mantiene posiciones de gobernanza en diferentes organismos como ISO, PASC y tuvo una presencia destacada como Miembro Afiliado de la IEC. Actualmente forma parte del Consejo Directivo de la ISO.



### Cesar E. Díaz Guevara

Director Ejecutivo,  
Servicio Ecuatoriano de Normalización,  
Quito, Ecuador  
cesar.diaz@normalizacion.gob.ec

### Conferencista

César Díaz Guevara, Actual Director Ejecutivo del INEN, es experto en gestión de la calidad, con más de 25 años de experiencia. En busca de la calidad en Ecuador, fundó y lideró "Corporación 3D" y fue nombrado Consejero Nacional de la Sociedad Americana de Calidad ASQ. Además, fue parte del grupo las "Voces Influyentes de la calidad" y fue consultor internacional de ONUDI. Estas designaciones le han permitido ayudar a más de 400 empresas alrededor de América Latina. Es miembro activo del ISO/TC 176 en el grupo TF4 Futuros Conceptos de Calidad.

## Referencias

- Fernando Chevarría. (2017). "Conozca los planes de Rostec para llevar a Rusia al mundo 4.0", América Economía, Recuperado de: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/conozca-los-planes-de-rostec-para-llevar-rusia-al-mundo-40>*
- Katie Bird. (2017). "How the Internet of Things will change our lives", ISO. Recuperado de: <https://www.iso.org/news/2016/09/Ref2112.html>*
- Varios Autores (White Paper), (2017). "Factory of the future", IEC. Recuperado de: <http://www.iec.ch/whitepaper/futurefactory/>*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de Quito (escuela politécnica nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma ecuatoriana de la construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*

### Transformación Digital: ¿Está preparándose tu negocio?

Algo está sucediendo y no es exagerado cuando Klaus Schwab, presidente ejecutivo del foro económico mundial, afirma: “Estamos al borde de una revolución tecnológica que alterará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos entre nosotros. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será diferente a todo lo que la humanidad ha experimentado antes.”

¿De qué se trata esta revolución en la forma de producir y cómo pueden adaptarse nuestros negocios para no sucumbir ante estos cambios?

**Palabras clave:** Transformación digital, disrupción, brecha tecnológica, estrategia.

Un camino es la Transformación Digital, la cual trata sobre la transformación de las organizaciones mediante la modernización de su estrategia empresarial, operaciones, productos, procesos, estrategias de marketing, objetivos comerciales, etc. Esta transformación surge al comprender las diversas experiencias que pueden proporcionarse a través de las tecnologías digitales y que suplen las necesidades en constante cambio de los clientes.



**Alejandro Ramiro Mesías Ulloa**

Professional Services  
Thought Works, Quito, Ecuador  
amesias@thoughtworks.com

#### Conferencista

Alejandro Ramiro Mesías Ulloa, Máster en Ingeniería de Software e Ingeniero en Electrónica y Control. Desde 2018 se desempeña como desarrollador de software en ThoughtWorks, formando parte de equipos multidisciplinarios que brindan consultoría y construcción de soluciones de software para empresas.

## Referencias

- Schwab, K. (2016, Jan 2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de quito (escuela politécnica nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*

# Inteligencia Artificial para el Desarrollo de Drogas

El descubrimiento de fármacos y la reutilización de fármacos son herramientas importantes para mejorar el tratamiento del paciente. El análisis de las diferentes relaciones entre las drogas y sus objetivos terapéuticos, así como las relaciones entre los procesos metabólicos, es un enfoque eficaz para el descubrimiento de drogas, la reutilización de drogas y para prevenir los efectos secundarios de las Drogas en los pacientes. La búsqueda de objetivos terapéuticos de nuevos medicamentos, también conocida como pesca objetivo o identificación de objetivos, es un proceso que toma la estructura química / física de un medicamento como entrada y predice su interacción con cada objetivo terapéutico humano posible, descubriendo sus nuevos objetivos y posibles efectos secundarios. La reutilización de medicamentos es un proceso que, mediante la identificación de nuevos objetivos para un medicamento específico, cambia el propósito inicial del medicamento.

El descubrimiento y la reutilización de medicamentos mediante el análisis de la literatura científica sobre salud están creciendo a un ritmo rápido, convirtiéndose en un problema de gran impacto de grandes datos. Dos fuentes principales de big data para la salud están

basadas en la genómica, como la expresión génica y la secuencia de datos; y pagador-proveedor, como registros médicos electrónicos, recetas de farmacia, comentarios de pacientes y otros. Es una gran cantidad de datos que requiere ser analizada automáticamente a través de estrategias de aprendizaje automático para extraer y resumir información. Las soluciones para permitir el procesamiento automático permitirán ampliar el análisis y considerar un conjunto de datos mucho más amplio.

El objetivo de la Inteligencia Artificial para el Desarrollo de Medicamentos es identificar, clasificar y descubrir automáticamente las interacciones entre medicamentos y objetivos, y otras interacciones biológicas utilizando un conjunto de modelos computacionales. Se utilizarán técnicas de aprendizaje automático y minería de texto para identificar interacciones biológicas en un conjunto de bases de datos farmacológicos y biológicos, y literatura científica. Los datos para la minería de texto se obtendrán de literatura científica y bases de datos abiertas. Una vez que se clasifican las interacciones, un modelo de predicción identificará los posibles efectos secundarios de los medicamentos en pacientes específicos, caracterizados por su información genética.



### Iván Marcelo Carrera Izurieta

*Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador  
ivan.carrera@epn.edu.ec*

### Conferencista

*Iván Marcelo Carrera Izurieta, Profesor titular del Departamento de Informática de la Escuela Politécnica Nacional. Recibió su maestría en Brasil, y actualmente es estudiante del programa de Doctorado en Ciencia de Computadores de la Universidad de Porto, en Portugal. Su investigación está centrada en Aplicaciones bioinformáticas de Big Data y Evaluación de Desempeño.*

*Palabras clave: inteligencia artificial, aprendizaje automático, desarrollo de drogas.*

## Referencias

- Bollier, D., & Firestone, C. M. (2010). The promise and peril of big data (p. 56). Washington, DC: Aspen Institute, Communications and Society Program.*
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. MIS quarterly, 36(4).*
- Martin-Sanchez, F., & Verspoor, K. (2014). Big data in medicine is driving big changes. Yearbook of medical informatics, 9(1), 14.*
- Issa, N. T., Byers, S. W., & Dakshnamurthy, S. (2014). Big data: the next frontier for innovation in therapeutics and healthcare. Expert review of clinical pharmacology, 7(3), 293-298.*
- Costa, F. F. (2014). Big data in biomedicine. Drug discovery today, 19(4), 433-440.*
- Kibbe, W. A., Arze, C., Felix, V., Mitraka, E., Bolton, E., Fu, G., ... & Parkinson, H. (2014). Disease Ontology 2015 update: an expanded and updated database of human diseases for linking biomedical knowledge through disease data. Nucleic acids research, 43(D1), D1071-D1078.*
- Dovrolis, N., Kolios, G., Spyrou, G., & Maroulakou, I. (2017). Laying in silico pipelines for drug repositioning: a paradigm in ensemble analysis for neurodegenerative diseases. Drug Discovery Today.*
- Liu, X., Xu, Y., Li, S., Wang, Y., Peng, J., Luo, C., ... & Jiang, H. (2014). In Silico target fishing: addressing a "Big Data" problem by ligand-based similarity rankings with data fusion. Journal of cheminformatics, 6(1), 33.*
- Lu Z. PubMed and beyond: a survey of web tools for searching biomedical literature. Database 2011.*
- Baumgartner Jr, W. A., Cohen, K. B., Fox, L. M., Acquah-Mensah, G., & Hunter, L. (2007). Manual curation is not sufficient for annotation of genomic databases. Bioinformatics, 23(13), i41-i48*



# Monitoreo del sistema de bombeo electrosumergible de un pozo productor de petróleo con la arquitectura IoT del WEF

En este artículo describe el desarrollo de un prototipo, que en el futuro permita monitorear de forma autónoma el sistema de bombeo electrosumergible de un pozo productor de petróleo (sistema BES o en inglés Electric Submersible Pump o ESP), tomando como referencia la arquitectura de Internet de las cosas (IoT) de World Economic Forum (WEF). El resultado de este trabajo es un prototipo que consta de un componente de adquisición de datos desarrollado sobre un computador de placa reducida (en inglés, single board computer o SBC), el cual envía la información extraída del sistema BES a una aplicación web de almacenamiento, análisis y monitoreo de datos desarrollada como parte del prototipo propuesto.

El problema que se plantea resolver, es la demora en la

detección de incidentes en los pozos productores de petróleo, debido al retardo introducido en el proceso de lectura manual de los parámetros de un sistema BES.

En primer lugar, se describe el funcionamiento del equipo monitoreado, sus capacidades de comunicación y los elementos teóricos utilizados para el desarrollo del prototipo. Posteriormente se describe el levantamiento de requerimientos y se genera el diseño del software necesario en base a la arquitectura del IoT del WEF. Luego de ello, se describe el proceso de desarrollo del software para el prototipo. También se expone la configuración de un ambiente de pruebas y el proceso de despliegue de los elementos del prototipo. Finalmente, se configura un simulador de sistema BES y se ejecutan las pruebas del prototipo.



**Andrés Sebastián Muñoz Rosero**

Consultor Senior de Tecnologías de la Información,  
Blue IT, Quito, Ecuador  
www.blueit.com.ec,  
am@andresmunozit.com

**Conferencista**

Andrés Sebastián Muñoz Rosero, Consultor de IT y desarrollador de software con siete años de experiencia de concebir y ejecutar proyectos tecnológicos. Ha trabajado con importantes empresas del sector petrolero del Ecuador. Ingeniero de Redes de la EPN y Scrum Master certificado.

**Palabras clave:** IoT, ESP, Ruby, Python, Modbus.

## Referencias

- Flattern, R. (2015). Electrical Submersible Pumps [versión electrónica]. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de: [http://www.slb.com/~/media/Files/resources/oilfield\\_review/defining\\_series/Defining-ESP.ashx](http://www.slb.com/~/media/Files/resources/oilfield_review/defining_series/Defining-ESP.ashx)*
- Hanes D. (2017). IoT fundamentals: networking technologies, protocols, and use cases for the internet of things. Indianapolis: Cisco Press.*
- Pressman, R. (2010). Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico. New México, D. F., México: McGraw-Hill.*
- Ruby, D., Thomas, D., y Hasson, D. (2012). Agile Web Development with Rails. Estados Unidos de América: Pragmatic Programmers, LLC.*
- Bourque, P., & Fairley, R (2014). User Interface Design. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0, SWEBOK [versión electrónica]. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de: <http://www.swebok.org>*



# Programa de Prevención de Riesgos Psicosociales

La conferencia está enfocada a explicar el origen de los riesgos psicosociales, para lo cual se abordó la problemática de los puestos de trabajo actuales, utilizando ejemplos como: la carga de trabajo, conflictos de roles, jornadas de trabajo irregulares, problemas de comunicación, violencia en el trabajo (acoso psicológico y acoso sexual) entre otros, haciendo énfasis en la potencialidad que deben tener estos factores psicosociales para convertirse en riesgo psicosocial y afectar la salud, el rendimiento laboral y la satisfacción de los trabajadores.

Al enfocar el impacto que tienen los riesgos psicosociales en la productividad de las organizaciones, se establece la necesidad de realizar la prevención y gestión técnica de este factor, para lo cual se abordó lo relacionado al Acuerdo

Ministerial MDT-2017-0082 “Normativa para la erradicación de la Discriminación en el ámbito laboral”, en el cual uno de los más importantes temas está contenido en el Artículo 9 e indica que “En todas las empresas e instituciones públicas y privadas, que cuenten con más de 10 trabajadores, se deberá implementar el programa de prevención de riesgos psicosociales...”.

Finalmente, para dar cumplimiento a esta normativa, las organizaciones que deseen lograr un éxito en la intervención de este riesgo, deben seguir los siguientes pasos dentro del programa de prevención de riesgos psicosociales: socializar, sensibilizar, metodología de evaluación, socialización de resultados, plan de intervención y seguimiento, los cuales se explicaron muy detenidamente.

**Palabras clave:** *Riesgo Psicosocial, Mobbing, Sensibilización, Socialización.*



**Dra. Mercedes Viviana Sánchez Barros MSc.**

*Coordinadora Técnica Riesgos Psicosociales  
Empresa LASSERTEC, Quito, Ecuador  
vimsanchez@hotmail.com*

### Conferencista

*Mercedes Viviana Sánchez Barros,  
Magister Calidad, Seguridad y Salud  
Ocupacional y Ambiental. Doctora en  
Psicología Industrial. Consultor en  
Prevención de Riesgos Psicosociales,  
Estrés laboral, Mobbing, Burnout, Docente  
en instituciones educativas de tercero y  
cuarto nivel.*

## Referencias

- Acuerdo Ministerial 082-2017 Normativa para la erradicación de la discriminación en el ámbito laboral*
- Confederación Española de Pequeñas y Medianas Empresas – Gobierno de Aragón.*
- Manual práctico para la Prevención de Riesgos Emergentes (Luis Azcuénaga Linaza )*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de quito (Escuela Politécnica Nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*



# Riesgo Eléctrico en las Organizaciones

La presente conferencia versa sobre uno de los factores de riesgo laboral presente prácticamente en todos los órdenes del quehacer organizacional, la electricidad.

En primera instancia se aborda una breve introducción a conocimientos básicos respecto a la electricidad de modo que se ubique al hipotético participante en el contexto del riesgo. En segunda instancia se expone las características intrínsecas de la electricidad, sus factores de acción preponderante frente a la estructura fisiológica del ser humano para finalmente confluir en los efectos nocivos del paso de la corriente eléctrica a través de su cuerpo.

En tercera instancia y con base en la normativa legal vigente en Ecuador, se plantea el procedimiento técnico de prevención para el riesgo eléctrico (Gestión Técnica), cuyo contenido está orientado principalmente al personal que podría desarrollar actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Finalmente se formula un breve procedimiento de primeros auxilios ante un trabajador que pudiere haber recibido una descarga eléctrica.



### José Elías Ayala Granja

*Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador  
pepin\_ayala@hotmail.com / jose.ayala.granja@udla.edu.ec*

### Conferencista

*José Elías Ayala Granja, Magister Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Ambiental. Formación Superior en Electrónica, Telecomunicaciones y Gestión por Procesos. Consultor e Instructor Calificado en Ministerio del Trabajo para organismos del sector público y privado. Docente en instituciones educativas de tercero y cuarto nivel.*

**Palabras clave:** *Electricidad, Voltaje, Corriente, Resistencia, Electrocuación.*

## Referencias

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST). NTP400, NTP 567, Guía EPP. Tomado de [www.insst.es](http://www.insst.es).*
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Riesgos debidos a la Electricidad Estática. INSHT. Madrid*
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Seguridad Eléctrica. Tomado de [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)*
- Junta de Castilla y León, Comisiones Obreras. Guía Básica para la Prevención del Riesgo Eléctrico. Gráficas Santa María. Valladolid.*
- José Avelino Espeso Santiago, E. A. (2010). Manual para la formación de Técnicos en Prevención de Riesgos Laborales. Navarra: Lex Nova.*
- Secretaría Nacional de Aprendizaje, Antioquia. Co. Seguridad en Riesgo Eléctrico – Primeros Auxilios.*
- Universidad Politécnica de Valencia. Prevención y Salud Laboral. Tomado de [www.sprl.upv.es](http://www.sprl.upv.es)*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de Quito (Escuela Politécnica Nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*



# Responsabilidad Social y Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La responsabilidad social empresarial (RSE), es un principio rector para el crecimiento económico y desarrollo de las empresas (Zwetsloot, 2003; Zwetsloot & Starren, 2003), diversos autores afirman la relación directa entre la RSE y la seguridad y la salud en el trabajo (SST), puesto que el bienestar, la seguridad y salud de los trabajadores es uno de los aspectos utilizados para medir el progreso general de las empresas (Segal, Sobczak & Triomphe, 2003; Fisscher, 2003).

Estudio descriptivo la población son personas mayores de 15 años que refieren estar ocupados, asalariados, con relación de dependencia, afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, del sector privado formal y pertenecientes a todas las actividades económicas (N= 3.787). Se identificaron aquellos ítems del cuestionario (INEC, 2018b) sobre el objeto de estudio, agrupándolas en las siguientes dimensiones: (i) variables socio-demográficas y de empleo, (ii) satisfacción laboral, (iii) responsabilidad social empresarial y (iv) gestión de la prevención de riesgos laborales.

Las actividades económicas del sector servicios concentran a la mayor parte de los trabajadores, seguida de la industria, agricultura y construcción. En particular destacan las industrias

manufactureras (n=842; 22,2%), el comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas (n=810; 21,4%) y la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (n=471; 12,4), siendo proporcional en empresas de  $\leq 99$  trabajadores (51%) y de  $\geq 100$  trabajadores (49%), en cuanto al motivo del descontento observado por el total de trabajadores, destaca por orden de relevancia: el 12,4% por ingresos bajos (n=471); el 7,7% por posibilidades de desarrollo (n=290); el 4,8% por exceso de horas de trabajo (n=183) y; el 3,3% por horarios inconvenientes (n=125), no se observan diferencias en cuanto al tamaño de empresa.

El presente estudio contribuye, por primera vez, a la generación de información preliminar sobre el estado actual entre la RSE y SST en el Ecuador. El análisis de los resultados ha permitido revelar el bajo nivel de desempeño social interno e insuficiente gestión de la seguridad y salud en el trabajo en las empresas, imposibilitando, a corto y mediano plazo, llegar a la deseada cultura de seguridad y ética de empresas saludables (Duque et al., 2013). De este modo, podemos afirmar que aún queda un trabajo importante por hacer para generar comportamientos socialmente responsables (CSR) en las prácticas de RSE y SST del país (Ramón et al., 2018).



### Óscar Tapia C

Facultad de Ciencias del Trabajo y del Comportamiento Humano, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.  
oscar.tapia@uisek.edu.ec

### Conferencista

Oscar M. Tapia Claudio, | Ingeniero. MSc. | 5 publications | Universidad Internacional SEK | Faculty of Social Sciences. Publicación Original Completa: Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015 Vol. 40 (No 04) Año 2019.

**Palabras clave:** Responsabilidad social, dependencia, prevención de riesgos, RSE, SST.

## Referencias

- Arévalo, N. & Molano, J. (2013). *De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema general de riesgos laborales*. *Innovar*, 23, 21-32.
- Atehortúa Hurtado, F. (2008). *Responsabilidad social empresarial: entre la ética discursiva y la Racionalidad técnica*. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 62, 125-139.
- Coba Molina, E., Díaz Córdova, J., Zurita Meza, E. & Proaño López, P. (2017). *La responsabilidad social empresarial en las empresas del Ecuador. Un test de relación con la imagen corporativa y desempeño financiero*. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(18): 23-44.
- Duque Orozco, Y.V., Cardona Acevedo, M., & Rendón Acevedo, J.A. (2013). *Responsabilidad Social Empresarial: Teorías, índices, estándares y certificaciones*. *Cuadernos de Administración*, 29(5), 196-207.
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Gobierno de la República del Ecuador, Ministerio del Ambiente*. Retrieved 05 2019, from <http://www.ambiente.gob.ec/sumate-a-la-campana-ponte-pilas-recopila/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México. (2004). *www.redalyc.org*. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/539/53907205.pdf>
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (2010). *Revista Saber Más*. Retrieved from <https://www.sabermas.umich.mx>: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/201-numero-2513/396-las-pilas-fuente-de-contaminacion-ambiental.html>



# Seguridad industrial y el impacto en la productividad empresarial

La seguridad y salud en el trabajo se enfoca de manera directa en gestionar diferentes tipos de controles en las tareas y actividades de los trabajadores de una organización con la finalidad de prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales, sin embargo, en la actualidad la gestión de prevención de riesgos debe estar enfocada a ser parte de la cadena de valor de forma estratégica para asegurar y en el mejor de los casos aumentar la productividad mediante herramientas ágiles e innovadoras desde el punto de vista de Lean Safety, tecnología y habilidades en los procesos. Es por esto que la seguridad y salud debe ser la plataforma para mejorar la salud autopercibida de los colaboradores y mejorar la eficiencia en los procesos. (Rodríguez R., 2012).

En una investigación realizada sobre la elaboración de un manual de mantenimiento enfocado en procedimientos

de inspección técnica, con una serie de procedimientos basados según la secuencia y parámetros de las normas API 510 y ASME VIII División I, analicé cada procedimiento que se desarrollaban utilizando ensayos no destructivos para determinar la vida útil del tanque de igual manera para definir el estado actual del tanque para permitir su operatividad según los criterios de aceptación de las normas antes referidas, además realice un análisis en un conjunto del proceso a realizar, así como un análisis del riesgo de trabajo a ejecutarse y uso de equipo de protección personal importante para precautelar la vida del operador al momento de ejecutar dichas pruebas o ensayos, fue donde me percate que para que una empresa tenga un impacto social referente a su productividad uno de los indicadores a analizar es la seguridad y salud de los trabajadores.

**Palabras clave:** Accidente de trabajo, enfermedad laboral, productividad, cadena de valor, procesos.



**José Daniel Guayasamín Vozmediano**

*Seguridad y salud ocupacional  
Belcorp, Quito, Ecuador  
jguayasamin@belcorp.biz*

### Conferencista

*Jose Daniel Guayasamin Vozmediano, Especialista y asesor en Seguridad, Salud Ocupacional y Gestión por Procesos. Responsable de Seguridad y Salud Ocupacional en Belcorp Ecuador, multinacional cosmética, en la cual se destacó en la implementación de proyectos. Responsable de Calidad en empresas del sector Petrolero y la Prevención de Riesgos Laborales para diferentes industrias farmacéuticas y de comercio.*

## Referencias

- González, F. (2007). *Lean Manufacturing. Seguridad ocupacional*
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Gobierno de la República del Ecuador, Ministerio del Ambiente. Retrieved 05 2019, from <http://www.ambiente.gob.ec/sumate-a-la-campana-ponte-pilas-recopila/>*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México. (2004). *www.redalyc.org. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/539/53907205.pdf>*
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (2010). *Revista Saber Más. Retrieved from <https://www.sabermas.umich.mx>: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/201-numero-2513/396-las-pilas-fuente-de-contaminacion-ambiental.html>*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). *Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). *¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). *Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de quito (escuela politécnica nacional).*
- CIEPI. *Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *Norma ecuatoriana de la construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). *Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*

### Optimización de agua de una estación de bombeo con un sistema automático

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), mediante el Departamento de Distribución posee 31 estaciones de bombeo, las cuales abastecen a las zonas geográficas más altas del Distrito. Dentro de estas 31 estaciones, actualmente existen 10 que se encuentran sin un sistema de control automático, lo cual provoca un gran desperdicio del agua tratada por desborde. Se sugiere la automatización del sistema Libertad Baja-Libertad Alto, mediante un diseño particular enfocado en las necesidades puntuales del sistema hidráulico. Del análisis realizado con los datos de caudal y nivel obtenidos durante 744 horas de estudio, se evidencia que el desborde mensual es de 24.053,76 m<sup>3</sup>/mes, siendo el 47,32% del volumen total bombeado el que se canaliza hacia el desborde, por otra parte, el 27,44% del tiempo bombeado es el que provoca el desborde; con estos datos y con el valor del lucro cesante se calculó el

valor que la EPMAPS pierde de manera mensual en este sistema por concepto de pérdida de agua tratada, el cual asciende a \$17.002,64 USD más \$260,29 USD por concepto de energía eléctrica.

Para el estudio propuesto se analizaron varias alternativas, siendo la mejor el medio de transmisión guiado mediante fibra óptica. En el tanque Libertad Alto se deberá instalar un sensor de nivel y en la estación de bombeo el tablero de control automático. También, de acuerdo a la norma UNE: 21186 se evidencia la necesidad apremiante de instalar sistemas de protección contra rayos, así como sistemas de puesta a tierra. El costo aproximado del proyecto asciende a \$52750 USD, pero el beneficio se encuentra asegurado, puesto que del análisis financiero realizado por las metodologías del VAN y TIR se determina que es recuperable en cuatro meses.



#### Juan Carlos Gancino G.

Departamento de Distribución,  
Empresa Pública Metropolitana de Agua  
Potable y Saneamiento  
Quito, Ecuador.  
Juan.gancino@aguaquito.gob.ec

#### Conferencista

Juan Carlos Gancino Gancino  
Ingeniero Industrial (UTI), Tecnólogo en  
Electromecánica (EPN), especialización  
en mantenimiento Hauppauge, New York;  
Certificación en Prevención de Riesgos  
Eléctricos, Certificación en Prevención de  
Riesgos Laborales, 20 años de experiencia  
en mantenimiento electromecánico, control  
industrial, actualmente supervisor de  
mantenimiento eléctrico y usuario clave  
sistema SAP-ERP Módulo PM.

**Palabras clave:** Libertad Baja, Control Automático, EPMAPS, Estación de bombeo.

## Referencias

- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). *Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica*. Marcombo.
- Banco Mundial. (2016). *¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*.
- Calvo L. (1980). *Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de Quito (Escuela Politécnica Nacional)*.
- CIEPI. *Código Eléctrico Ecuatoriano*, (1973).
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC*.
- Encalada, A. (2013). *Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja)*.
- Indicadores-tecnicos-ARCA-2015\_red.pdf. (s/f). Recuperado de [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/indicadores-tecnicos-ARCA-2015\\_red.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/indicadores-tecnicos-ARCA-2015_red.pdf)*
- Memoria de sostenibilidad Agua de Quito 2016.pdf. (s/f)*.
- Rodríguez M. (2013). *Electrotecnia para ingenieros no especialistas*. 32.
- Secretaría General Jurídica EC. *Reglamento ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua.*, (2015).
- Solé, A. C. (2008). *Instrumentos industriales, su ajuste y calibración (Tercera Edición)*. Barcelona: Marcombo.
- Urbina Baca. (2013). *Evaluación de Proyectos (Séptima)*. México, D.F.: McGraw Hill.



The background of the page is a blurred industrial setting. On the left side, there is a large, coiled bundle of multi-colored cables (yellow, white, blue, green) hanging from a yellow structure. In the background, there are various pieces of industrial machinery, including what appears to be a large fan or motor on the right and some yellow vertical supports. The overall color palette is dominated by yellows, blues, and greys, with a light blue geometric pattern of lines and shapes overlaid on the image.

SECCIÓN II

**LA SOSTENIBILIDAD EN  
EL DESARROLLO DE LA  
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL**

# Planeación sistemática de la distribución en planta para optimizar recursos productivos en la Central del Bambú ANDOAS

## Resumen

La investigación se enfoca en el rediseño de una planta industrial y el manejo de los materiales para la empresa CENBA perteneciente al gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Pichincha. La propuesta se realiza con la finalidad de desarrollar el planteamiento de la mejor disposición en planta de los equipos y áreas. En base al problema identificado se procedió al desarrollo de la propuesta con el cumplimiento de los objetivos planteados en el estudio. Para el desarrollo de la investigación se aplicó un diagnóstico de la situación actual y un análisis de comportamiento de los procesos, empleándose en métodos y técnicas ingenieriles que permitieron evaluar indicadores que deben implementarse en el desarrollo de la producción, de esta manera, formular acciones futuras que contribuirán al mejoramiento del proceso de producción. Mediante el desarrollo de la presente propuesta se busca incrementar la producción y disminuir el recorrido del material para cada área de trabajo lo cual constituye un elemento fundamental para el perfeccionamiento de la empresa. Fundamentalmente logrando resultados positivos en tiempos de procesamiento desde la entrada de la materia prima hasta la salida al cliente, y distancias recorridas del material.

**Palabras clave:** bambú, distribución, proceso, producción, recorrido y materiales.

**Bedón Idrovo Bryan  
Fernando<sup>(1)</sup>**

(1) Control de Calidad,  
Sj jersey ecuatoriano SA, Quito, Ecuador  
bryan.dtp@hotmail.com

**Ana Álvarez Sánchez<sup>(2)</sup>**

(2) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
anaalvarez@uti.edu.ec

**Alexis Suárez del Villar  
Labastida<sup>(3)</sup>**

(3) Ingeniería Industrial,  
Universidad tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
alexissuarezdelvillar@uti.edu.ec

## Abstract

The research focuses on the redesign of an industrial plant and the handling of materials for the CENBA Company belonging to the decentralized autonomous government of the Pichincha province. The proposal is made with the purpose of developing the approach to the best layout of the equipment and areas in the plant. Based on the problem identified, the proposal was developed with the fulfillment of the objectives set out in the study. For the development of the research, a diagnosis of the current situation and an analysis of the behavior of the processes were applied, using engineering methods and techniques that allowed evaluating indicators that should be implemented in the development of production, thus formulating future actions which will contribute to the improvement of the production process. Through the development of this proposal, the aim is to increase production and decrease the route of the material for each work area, which constitutes a fundamental element for the improvement of the company. Fundamentally achieving positive results in processing times from the input of the raw material to the exit to the client, and distances traveled of the material.

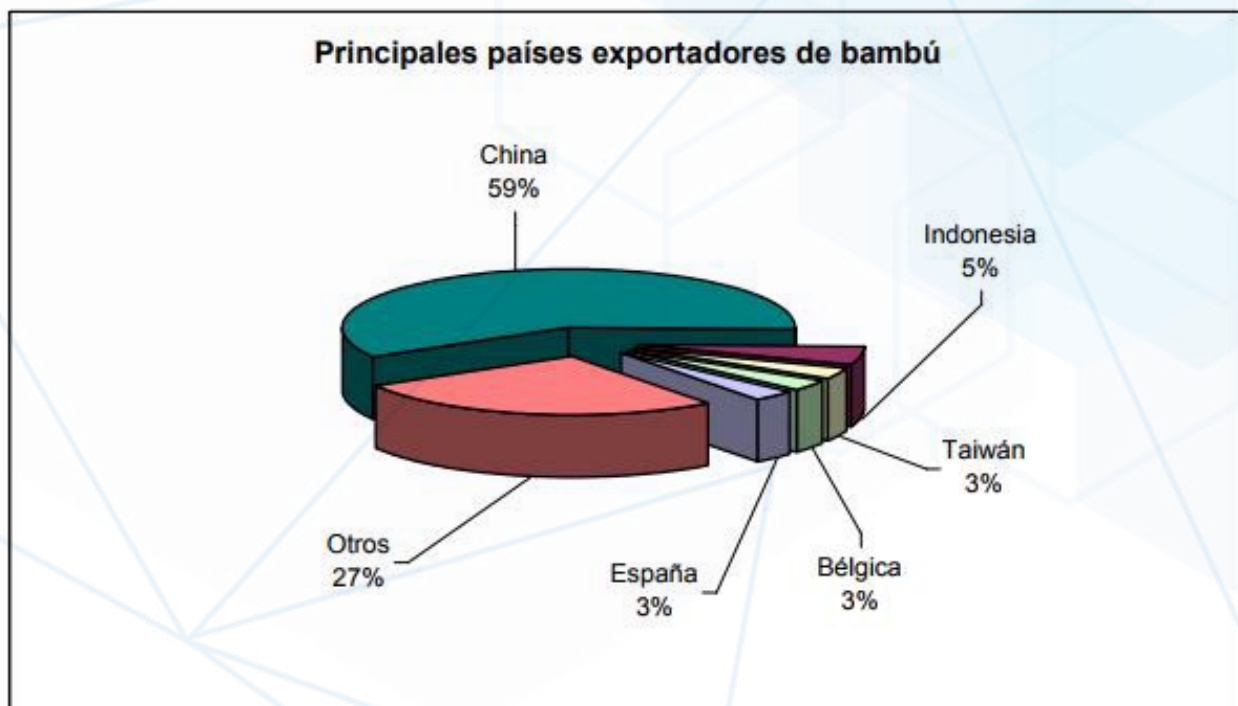
***Keywords: bamboo, distribution, process, production, travel and materials***

### 1. Introducción

El desarrollo de nuevos productos, diseñados a partir de iniciativas sostenibles, donde se conserve la cadena de valor en toda la etapa productiva siendo los parámetros importantes que destacan la labor del procesamiento del bambú gigante convertirlo en un producto innovador, versátil y con un amplio acogido en los mercados en el área especialmente de la construcción y diseño de interiores, donde se fabrican latillas, tableros, tablas, tablonos de 100% bambú. El problema se destaca que al poseer un diseño empírico de la distribución de los puestos de trabajo y transporte del material provoca el aumento de costos de operación por las excesivas distancias a recorrer durante el proceso de la transformación de la materia prima, llevando a una mala manipulación de los de materiales y elevados tiempos de producción que no favorecen al desarrollo de la empresa.

En el mundo existen un total de 89 géneros y 2435 especies de bambú, que se distribuyen desde los 46° de latitud norte hasta los 47° de latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altura en los andes ecuatoriales, en la formación conocida como paramo. Los bambúes pertenecen a los hábitats húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales. (Marleni, 2015). Como se muestra en la Figura 1 China liderando la cadena de exportación con un 59% tomando en cuenta que, al ser producido de gran utilidad industrial, aparte de ser un material muy resistente es uno de los más lujosos a nivel de la construcción, siguiéndole Indonesia con un 5%, Taiwán con 3%, Bélgica con 3%, España 3%, otros países con un 27 %.

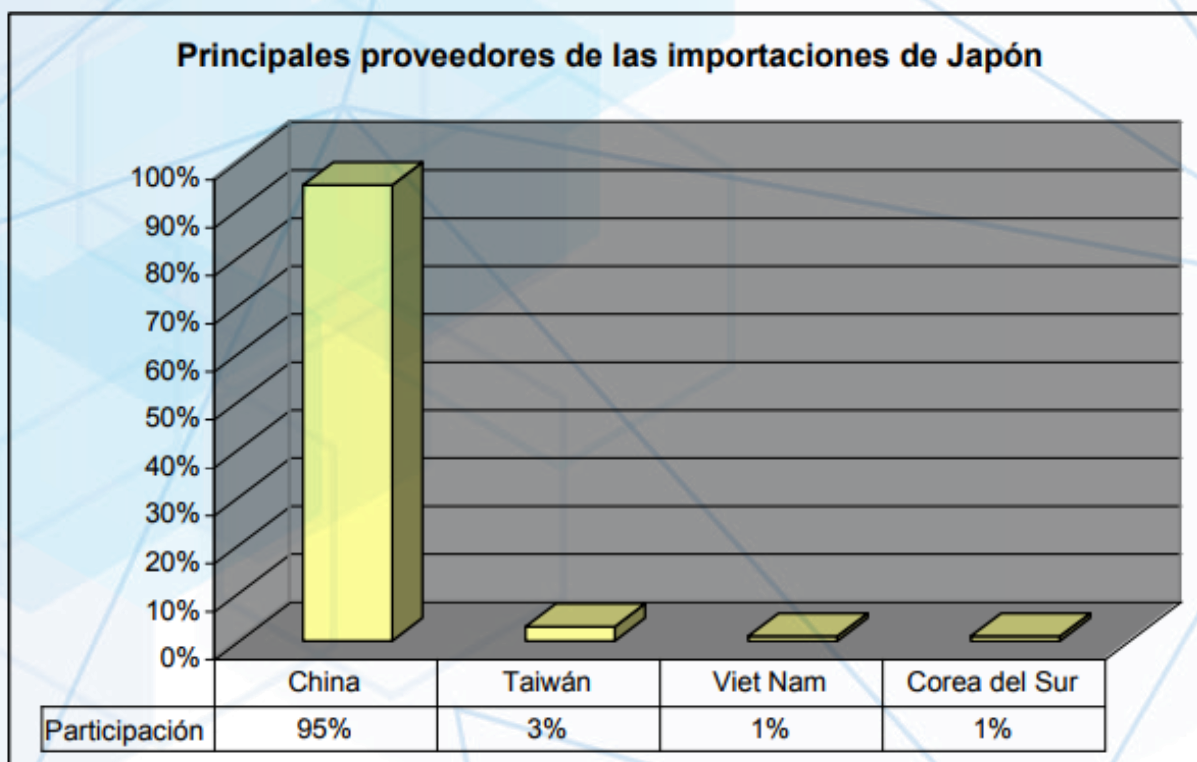
Figura 1. Principales países exportadores de bambú



En China al generar un porcentaje elevado por el nivel de exportación es fabricante de diferentes productos lo que favorece al mercado local para su exportación, el bambú al producirse en climas cálidos – húmedos es aprovechado en varios países del mundo en forma de comercio rentable tanto para la construcción como usos industriales, los índices de cantidad que el bambú posee es su flexibilidad, durabilidad y resistencia a impactos, esto facilita que sea un material útil para diversos usos. En el Figura 2 se observa los principales proveedores de las importaciones de Japón, China liderando al mercado con una demanda de exportación de 95% teniendo en cuenta que Japón necesita mucho de este material para desarrollar productos.

En Perú se utiliza una gran cantidad de bambú para la construcción de viviendas y muebles. Los empresarios peruanos diseñaron plantas industriales apropiadas para bambú siendo un material de bajo costo y alta acogida en el mercado, los usos más frecuentes son en techos, cercos, paredes y como elemento decorativo de viviendas y locales comerciales, fomentando el cultivo para que a futuro se trabaje con las industrias de envases y embalajes, en artesanías. (Marleni, 2015).

Figura 2. Principales proveedores de las importaciones de Japón



## Sección II

En Perú se utiliza una gran cantidad de bambú para la construcción de viviendas y muebles. Los empresarios peruanos diseñaron plantas industriales apropiadas para bambú siendo un material de bajo costo y alta acogida en el mercado, los usos más frecuentes son en techos,

cercos, paredes y como elemento decorativo de viviendas y locales comerciales, fomentando el cultivo para que a futuro se trabaje con las industrias de envases y embalajes, en artesanías. (Marleni, 2015).

*Tabla 1. Arancel nominal del bambú Perú*

IMPUESTOS	ARANCEL	DESCRIPCIÓN
Arancel nominal	12%	VALOR CIF
Impuestos de venta general	17%	CIF + IMPUESTOS
Impuestos de promoción municipal	2%	CIF + IMPUESTOS
Impuestos de percepción	0%	CIF + IMPUESTOS

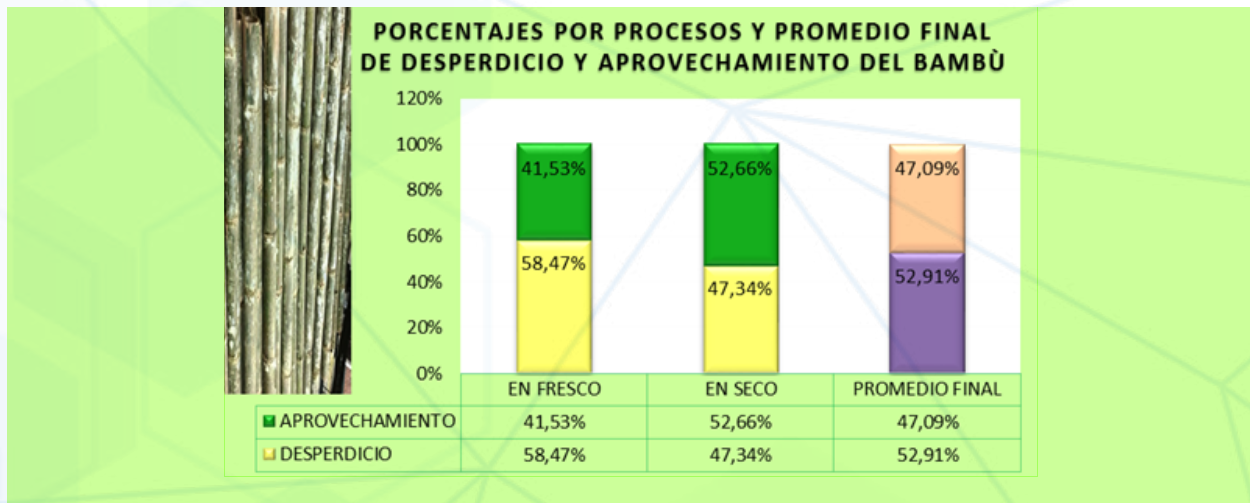
El ingreso de este producto al mercado peruano no está sujeto a ninguna condición especial en lo que respecta a permisos, embargos, sanciones, prohibiciones, etc. (PROYECTO CORPEI-CBI “EXPORTACIÓN DE LA OFERTA EXPORTABLE DEL ECUADOR”, 2005). En Latinoamérica uno de los países que posee una gran cantidad de bambú es Perú ya que posee una gran cantidad de industrias dedicadas al procesamiento de tableros con alta calidad debido a los controles y diseños apropiados de las plantas industriales, los productos que las industrias prefieren producir es de carácter decorativo, además, tiene como objetivo que en un futuro se puedan elaborar más productos que incrementen el cultivo de bambú.

El Ecuador es uno de los principales países en Latinoamérica con poblaciones nativas de la caña guadua y bambú gigante, sin embargo, actualmente es mayor la cantidad de cultivos de caña guadua en relación a la cantidad de cultivos de bambú gigante existente en el Ecuador, es uno de los países latinoamericanos donde se observa el incremento del desarrollo industrial referente a construcciones y decoraciones de 100% bambú tomando un rol notorio en la

economía local del Ecuador. (Pazmiño, 2013).

La Central del Bambú Andoas (CENBA), basó en la necesidad de implementar una planta procesadora de bambú siendo este un material de uso múltiple y de acogida en el mercado, aportando al desarrollo del cantón y brindando oportunidades de empleo a sus moradores. La innovación de un producto que tiene una buena acogida en el sector maderero es una fuente de empleo para los moradores de la zona, al utilizar materia prima del cantón incrementa la siembra y cosecha del bambú aumentando la economía. En CENBA se realizó un estudio de aprovechamiento del bambú en la industria de tableros dando lugar a que la investigación realizada sea un aporte fundamental para la investigación a realizarse. (Aguilar, 2016).

Figura 3. Porcentajes por procesos en fresco – seco y promedio final.



En la Figura 3 se observa que los porcentajes de desperdicio son bastantes elevados ya que tienen como índice de 52,91% y un 47,34% tomando en bambús frescos y en secos, siendo estos normales debido al proceso de transformación a latillas y posteriormente a tableros, mediante este análisis realizado servirá para determinar estandarizar los tiempos mediante el trabajo de cada operación en las cada una de las máquinas.

Según un estudio realizado por Jorge Tandazo en la Escuela Politécnica del Ejercito con tema proceso de industrialización de la caña guadua como material alternativo para la construcción y diseño de vivienda tipo de una y dos plantas, empleando caña guadua en sus elementos estructurales determina que el bambú gigante como la guadua tiene una mayor calidad ya que sus límites de resistencia son muy elevados y así asegurando la calidad de un material alternativo para la construcción laboratorio viendo que los límites de resistencias son mayores. (JORGE TANDAZO, 2012).

El empleo de la guadua tiene un alto valor cultural, debido a su accesibilidad a su bajo costo y a sus propiedades estéticas, físico-mecánicas y estructurales, se le han dado múltiples usos de tipo utilitario, doméstico, artesanal y constructivo. No obstante, por ser un material biodegradable de origen orgánico

es susceptible al deterioro ocasionado por agentes bióticos y abióticos, por lo que requiere tratamientos de preservación y secado adecuados. Según Daniel Alva al lograr reducir los recorridos innecesarios, esperas por dificultad en el transporte y almacenamiento, falta de espacios, retrocesos y otros, se logra reducir los tiempos muertos y en consecuencia alcanzar una utilización esperada de 87%, 11% mayor a la actual. (DANIEL ALVA, 2014)

El estudio realizado mediante diagramas de proceso, operación del proceso y recorrido, así como el análisis de métodos y tiempos, de los productos de mayor demanda, que tiene actualmente la empresa, ayuda a mejorar notablemente los métodos de trabajo, consiguiendo de esta manera una adecuada reorganización de los puestos de trabajo y áreas de circulación con el fin de optimizar recursos técnicos, humanos y económicos. (FLORES, 2012).

El objetivo de esta investigación es el diseño y distribución en planta con una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sean la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización. Con herramientas y técnicas de tiempos los cuales aporten a la industria en su desarrollo.

## 2. Métodos

Se aplicó el método SLP (Systematic Layout Planing) se considera un método para la solución de problemas de distribución en planta a partir de calificaciones cualitativas, este sistema fue diseñado para todo tipo de plantas industriales, esta técnica además ayudará a incorporar el flujo de materiales en el estudio de la distribución. (S., 2017)

Se procede a identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación que existen en cada uno de los departamentos y flujo de la información. Realizando una distribución de planta que optimice la capacidad productiva, costos de mano de obra, y movimiento de los materiales, proporcionando espacios suficientes para las

distintas operaciones. Además al mejorar el método de trabajo incrementar el grado de flexibilidad garantiza la salud y seguridad de los trabajadores logrando facilitar la supervisión de las tareas de mantenimiento, mejora los aspectos de las instalaciones de trabajo y fomentando la calidad. Al observar la Figura 4 se observa cómo se relacionan cada una de las actividades con respecto al valor ponderado de cada departamento teniendo en cuenta el espacio entre ellos y las diferencias de cada una de ellas. Al desarrollar este método de distribución se dividió el proceso productivo en tres fases como se observa en la Tabla 2 las que permitirán determinar las operaciones más idóneas.

Figura 4. Análisis del producto

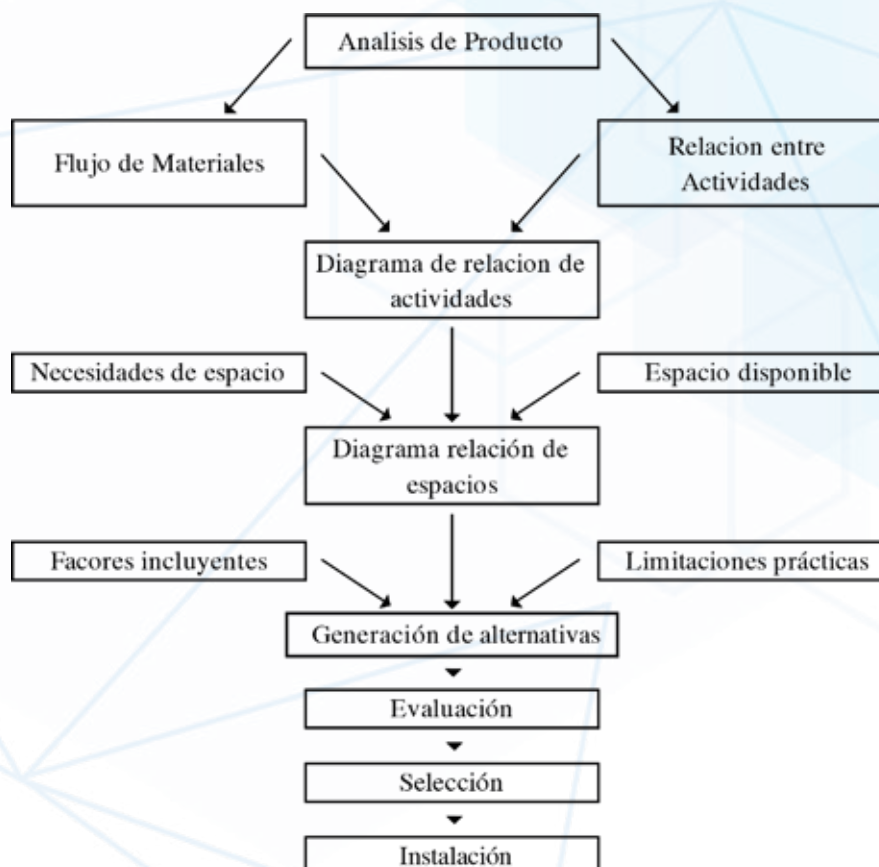


Tabla 2. Clasificación por fases

FASE 1	FASE 2	FASE 3
Despuntado	Preservado	Cepillado 1 cara
Latillado	Pre – secado	Cepillado 4 caras
Denudado	Emparrillado	Encolado
Cepillado 2 caras	Secado en cámara	Prensado

El SLP tiene un proceso para poder aplicarlo en primer lugar analizar el producto, determinar el flujo de los materiales, relacionar las actividades entre departamentos, llegando a un diagrama general de actividades determinando las necesidades de espacio con la generación de alternativas para poder evaluar y seleccionar el layout adecuado en cada departamento.

Con el programa corelap se procedió a realizar la distribución de la planta por fases.

### Elaboración de la distribución fase 1

Como primer punto se detalló los valores ponderados de cada departamento los mismos que servirán para determinar los parámetros que determinan el peso de las relaciones. Tomando en cuenta la ponderación de cada una siendo:

- A= Absolutamente necesario
- E= Especialmente importante
- I= Importante
- O= Importancia ordinaria
- U= No importante
- X= Indeseable

Tras el relleno de las casillas se visualiza los valores de cada relación. Al introducir los departamentos las superficies disponibles de la planta donde se colocará cada máquina.

El programa evaluará cada relación que existe entre las operaciones, asumiendo el principio de la independencia, es decir, se evalúa la relación que tienen dos operaciones sin tener en cuenta la influencia de las demás. Al determinar las ponderaciones dependiendo el grado de necesidad en cada operación se llegará a la evaluación de las interacciones que evalúa el programa CORELAP.

A continuación, se evaluará cada una de las fases para poder determinar al final un layout de la planta.

### Distribución de planta fase 1

#### Operaciones de la fase 1:

Como se observa en la Figura 5 se colocan los nombres de cada operación con respecto a cada área disponible y la superficie total de este departamento que es de 215,74 metros cuadrados, las operaciones que se evaluará en esta primera fase son las descritas en la Tabla N°2 el tamaño de los departamentos se tomó mediante el área disponible y el espacio que ocupa cada una de las máquinas.



Figura 5. Operaciones de la fase 1

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

---

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Compra de MP	40
2	Despuntado	42,68
3	Latillado	42,68
4	Denudado	42,68
5	Cepillado 2 caras	42,68

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

## Relación entre departamentos fase 1

Figura 6. Calificación de la fase 1

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

---

A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5
1	Compra MP	40		A	E	O	O
2	Despuntado	42,68			A	E	E
3	Latillado	42,68				A	E
4	Denudado	42,68					A
5	Cepillado 2 caras	42,68					

## 2.1 Diagnóstico

Las operaciones detalladas en la Tabla 3 se designaron mediante investigaciones anteriores lo que se procedió a tomar como referencia a cada una de ellas. En la siguiente tabla se especifica al procesamiento del bambú.

*Tabla 2. Operaciones del proceso de industrialización de tableros de bambú*

Operaciones del proceso de tableros de bambú	
N°1	Compra de materia prima
N°2	Despuntado
N°3	Latillado
N°4	Denudado
N°5	Cepillado dos caras
N°6	Preservado
N°7	Pre-secado
N°8	Emparrillado
N°9	Secado en cámara
N°10	Cepillado una cara
N°11	Cepillado cuatro caras
N°12	Encolado
N°13	Prensado
N°14	Lijado

**Compra de materia prima:** Se procede a la adquisición de materia prima (bambú gigante) aproximadamente 500 bambús, lo cual es traído por un camión del proveedor, al llegar a la fábrica se procede a inspeccionar que tengan las especificaciones adecuadas para el proceso tales como:

Debe medir 2,60 m. de largo.

Tener una edad apropiada para que no tenga problemas al transcurso del proceso.

La parte basal siendo un punto clave en el proceso.

**Despuntado:** Al ser seleccionada la materia prima y descargada en el almacén se procede a cortar los costados del bambú, dejándolo con

una medida de 2,50 m. de largo, el transporte de la materia prima lo hacen de forma manual tomando del almacén hacia la máquina, al ser procesado en la máquina se coloca de forma manual en un coche para proceder a la siguiente operación.

**Latillado:** En esta operación se colocan el bambú en la máquina latilladora de corte longitudinal, en esta sección se corta en 5 trozas por cada bambú convirtiendo en latillas, en la fábrica existen tres máquinas latilladoras de mismas características

**Denudado:** Es la operación en la que se procede a quitar los nudos existentes en las latillas del bambú, sabiendo que el bambú está formado por una pared y separadas por nudos, al quitar los excesos de nudos y cortezas se almacena para seguir con el proceso.

**Cepillado de dos caras:** Se cepillan las latillas del bambú sus partes internas y externas ingresando a la máquina cepilladora de forma horizontal-longitudinal, al ser latillado en procesos anteriores no tiene forma rectangular por lo que con esta operación se calibra la máquina para obtener un espesor entre 3-6 mm.

**Preservado:** Es una operación en la cual las latillas cepilladas se sumergen en líquido preservante, por un lapso de 72 horas, se emplea por cada 100 litros de agua 5 kg que contienen bórax y ácido bórico.

**Pre-secado:** En esta operación como se observa en la Figura N° 13 se apilan verticalmente las latillas después de salir del proceso de preservado en un periodo de 24 horas, por lo que las latillas eliminan el exceso de líquido preservante presente en cada una de ellas.

**Emparrillado:** Es la operación en la que se ordenan las latillas horizontalmente en un coche apropiado, que sirve para transportar a las latillas pre-secadas a una cámara de secado especial.



**Cámara de secado:** En esta cámara se ingresan las latillas emparrilladas por un lapso de 24 horas, esto puede variar dependiendo al grado de humedad entre un 50%-60% que posea después de la operación de pre-secado, tiene una capacidad de 10.000 a 12.000 latillas, esta cámara produce vapor a través de un caldero que funciona a diésel y su capacidad es de 30 BTU. Aquí intervienen tres factores los cuales deben estar bien equilibradas para el secado:

a) **Temperatura.-** La temperatura en la cámara de secado debe oscilar entre los 60°C-65°C.

b) **El aire.-** El aire generado por 4 ventiladores que tienen hélices de 1m de diámetro el cual genera circulación continua de aire dentro de la cámara.

c) **Humedad.-** Es sumamente importante en el proceso ya que si en un caso las latillas presentan un excesivo secado la cámara tiene un sistema de flautas que inyecta agua con el movimiento de las hélices logrando de esta manera que las latillas posean un grado de humedad correcto para la operación siguiente, las latillas tiene que poseer un 10% de humedad.

**Cepillado una cara:** Es la operación la cual después del área de secado en la cámara se procede a cepillar las latillas de ambos lados, con el fin de quitar los excesos de cortezas.

**Cepillado cuatro caras:** las latillas son cepilladas de forma horizontal y transversal para así obtener la latilla terminada en su totalidad para posteriormente ser armadas como tableros.

**Encolado:** Es el área en la cual se procede a aplicar producto pegante a cada una de las latillas de los tableros armados previamente, esta acción se la realiza manualmente extendiendo el producto pegante con un rodillo de felpa, adicionalmente la empresa consta de una coladora mecánica la cual no opera por su rapidez al encolar.

**Prensado:** Es la operación a la cual se le somete a los tableros pre-armados a una fuerza horizontal y transversal entre 105-120 Psi acompañados de calor para que el pegante actúe sobre las latillas, la temperatura que se utiliza en la prensa es de 60°C durante el periodo de 15-18 minutos dependiendo el tablero a prensar, la máquina esta provista que puede prensar tableros de 2,40m de largo por 60cm de ancho.

**Lijado:** en esta operación los tableros son completamente lijados por las dos caras principales quedando así un producto terminado.

## 2.2 Propuesta de solución

Figura 7. Resultados de la fase 1

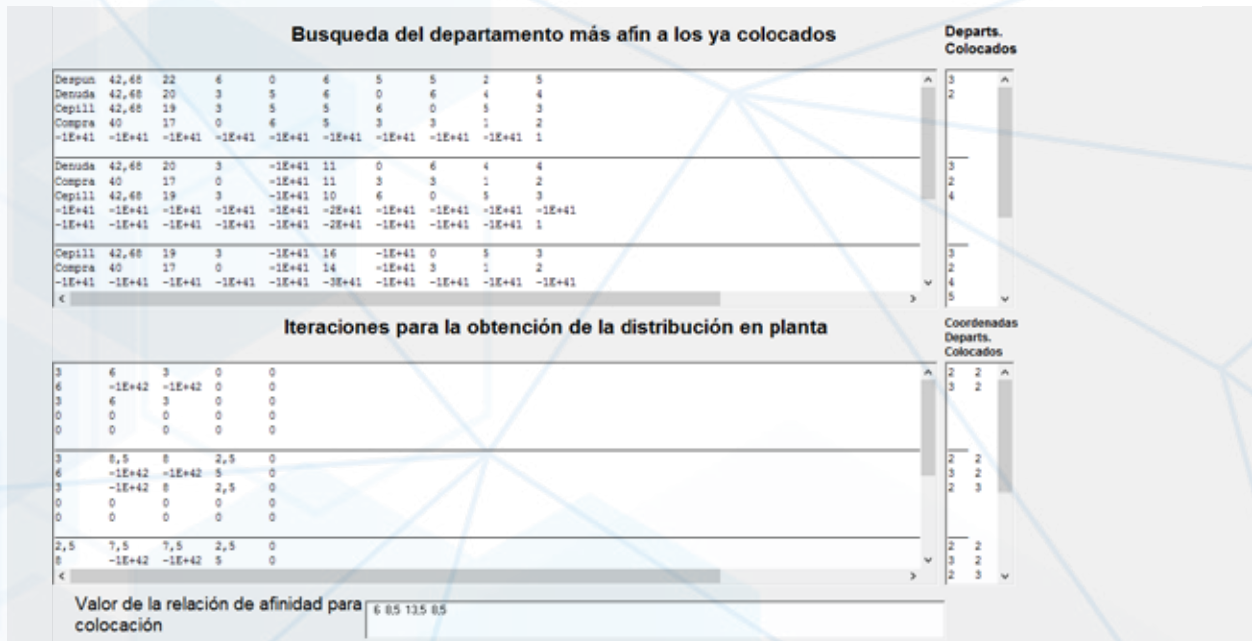
Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Latillado	22	42,68
2.-	Despuntado	22	42,68
3.-	Denudado	20	42,68
4.-	Cepillado 2 caras	19	42,68
5.-	Compra MP	17	40

Superficie Requerida: 210,72  
Superficie Disponible: 215,74

### Interacciones entre operaciones

Las interacciones de la Figura 8 las relaciones entre departamentos o áreas de trabajo se analizan en este punto dando como referencia las columnas que el programa realiza, perteneciente a la calificación de cada departamento, una vez que las interacciones son realizadas por el programa entre operaciones con mayor afinidad y las interacciones para la obtención de la distribución más óptima arrojan resultados en la parte posterior de la hoja de cálculo dando el valor ponderado de cada una de las operaciones en la planta.

Figura 8. Interacciones del resultado fase 1

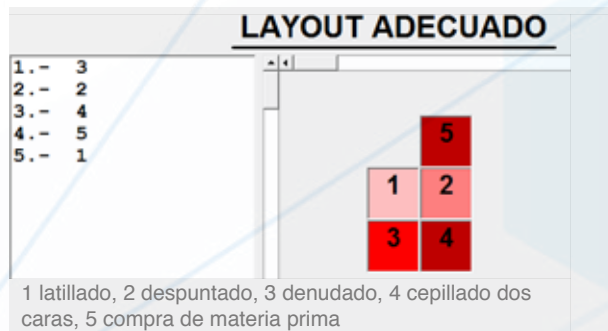


## 3. Resultados

### Layout adecuado

El programa al evaluar cada interacción procede a presentar un layout más óptimo para esta fase, en la Figura 9 muestra la distribución más óptima el cual podrá ser modificado en dependencia de cada interacción es decir se podrá cambiar de lugar, pero con la condición de no alterar las interacciones.

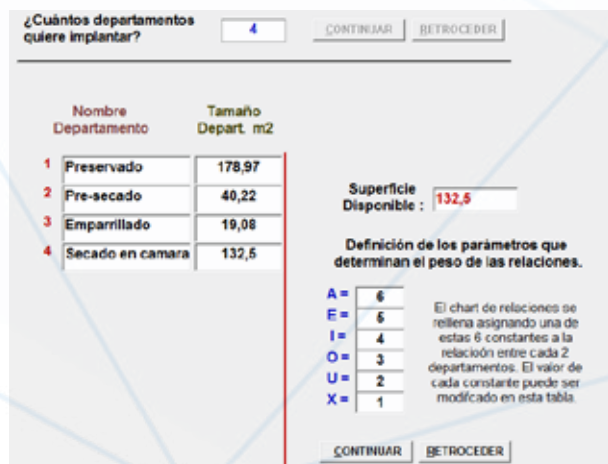
Figura 9. Layout adecuado fase 1



### Distribución de planta fase 2

#### Operaciones fase 2

Figura 10. Operaciones fase 2



Como se observa en la Figura 10 se colocan los nombres de cada operación con respecto a cada área disponible y la superficie total de este departamento que es de 132,5 metros cuadrados, las operaciones que se evaluará en esta primera fase descritas en la Tabla N°14 el tamaño de los departamentos se tomó mediante el área disponible y el espacio que ocupa cada una de las máquinas.

### Relación entre departamentos fase 2

Al calificar la importancia de cada operación se ingresa en las celdas para que el programa pueda evaluar las interacciones dependiendo el grado de calificación de cada operación mostrado en la Figura 11.

Figura 11. Calificación de la fase 2



## 4. Discusión

En el análisis de los resultados que muestra la Figura 12 se observa el TCR (calificación de cercanía total) este factor es muy importante porque de este dependerán las distancias entre cada uno. El programa describe la ordenación de departamentos por el nivel de importancia dando un resultado del área idónea para cada operación y un promedio general del espacio adecuado para el layout.

Figura 12. Resultados de la fase 2

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m <sup>2</sup>
1.-	Pre-secado	17	40,22
2.-	Emparrillado	16	19,08
3.-	Secado en cámara	15	132,5
4.-	Preservado	14	178,97

Solución Gráfica

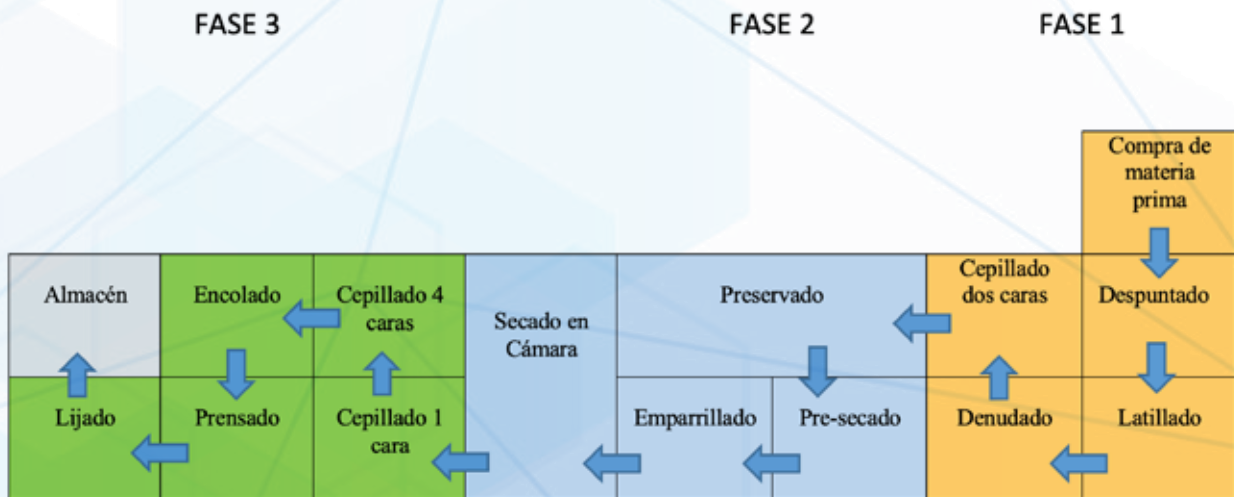
Calcular Iteraciones

Superficie Requerida > Superficie Disponible

Superficie Requerida: 370,77

Superficie Disponible: 132,5

Figura 13. Diagrama de recorrido propuesto



Al escoger las operaciones de cada fase, la ubicación de las áreas fue bajo los criterios de los investigadores, basado en el resultado de las relaciones y la importancia relativa de proximidad entre ellas. Se observa en la figura 13 la distribución de cada fase según el método SLP con lo que se consiguió una evaluación eficiente y con resultados acordes a cada operación.

### 5. Conclusiones

El SLP (Systematic Layout Plannig) ha sido una metodología que resolvió el problema de la distribución de la planta a través de criterios cualitativos dando como resultado positivo el orden de los puestos de trabajo y el satisfactorio flujo de información en cada una de las operaciones. Diseñando diagramas de recorrido logrando una disminución de recorrido de 132,12 metros a 104,11metros lo que fue transformado a tiempo y por ende a costo de producción.

Al realizar el mapa de la cadena de valor se pudo determinar en tiempo que no agrega valor al producto dando como resultado de 632:00:07 horas y el tiempo que agrega valor al producto es de 120:25:44 horas sumando un total de 752:24:51 horas o 31 días desde que ingresa la materia prima hasta que sale como producto final. en comparación con el método propuesto que es de 150:02:04 horas que no agregan valor al producto y 120:25:44 horas que agregan valor al producto dando como resultado de 270:27:44 horas o 11 días desde que ingresa la materia prima hasta que sale como producto final.

Mediante la estandarización de tiempos dejando de manera precisa como debe realizarse el trabajo, con una producción mínima diaria de 1311 latillas, la realización de los diagramas de operaciones disminuyendo un almacén de 16,5metros a 8,5metros dándonos un ahorro recorrido de 7,95metros, en tiempo de recorrido de 0:00:27 minutos.

Al diseñar la distribución más óptima de los puestos de trabajo se logró identificar por medio del diagrama de recorrido del material como disminuyo de un recorrido de 132,12 metros a 104,11 metros logrando una reducción de 28,01 metros de recorrido del material lo que fue transformado a tiempo y por ende a costo de producción.

## 6. Referencias

- Daniel Alva, Danisse Milagros. 2014. *Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- Flores, Marco. 2012. *Optimización de la producción en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa plasticaucho industrial S.A. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012.*
- Jorge Tandazo, Gustavo Flores. "2012. *Proceso de industrialización de la caña guadua como material alternativo para la construcción y diseño de vivienda tipo de una y dos plantas, empleando caña guadua en sus elementos estructurales*. Quito: ESPE, "2012.
- Marleni, Br.Blas Álvarez. 2015. *Últimas investigaciones del bambú y su industrialización*. Perú: Creative Commons R, 2015.
- Pazmiño, Carla Graciela García. 2013. *Estudio de comportamiento de demanda para el uso de caña guadua y bambú gigante en el Ecuador*. Quito: s.n., 2013.
- Proyecto CORPEI-CBI "Exportación de la oferta exportable del Ecuador". CORPEI-CBI. 2005. 2005, *Perfil de producto bambú*, pág. 25.
- S., David C. Bravo. 2017. *Distribución en planta introducción al diseño de plantas industriales, conceptos y métodos cualitativos para la toma de decisiones*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2017.
- W. Niebel, Benjamin. *Ingeniería industrial métodos estándares y diseño del trabajo*. Estados Unidos: Alfaomega.
- Arbones, E. (2012). *Optimización industrial: distribución de los recursos*. Barcelona España: PRODUCTICA.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. España: Albasanz.

### 7. Autores

*Bryan Fernando Bedon Idrovo, Graduado en ingeniería industrial, cursos realizado en SETEC en prevención de riesgos laborales, certificación en auditor de calidad en tejido de punto textil, actualmente encargado de control de calidad en Sjersey Ecuatoriano SA.*

*Ana Álvarez Sánchez. Máster en Dirección e Ingeniería Industrial, ambos títulos obtenidos en Universidades de excelencia en Cuba, las investigaciones se han desarrollado en los campos de estudios, en las temáticas de Gestión Integrada de Capital Humano en el Sistema Nacional Bancario de Cuba, Administración Estratégica, Producción y Calidad, investigaciones: “Satisfaction of a Training Program About Biosafety for Specialized Agricultural Workers in a Porcine Farm”, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/202>, “Characterization of Meliponas’s Honey in Urban Periphery and Agricultural Ecosystems of Horquita Town”, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/161>.*

*Alexis Suárez del Villar Labastida, Máster e Ingeniero industrial, publicaciones realizadas: Universidad y Sociedad - Revista Electrónica, Vol. 11 Núm. 3 (2019). Artículo: “Seguridad alimentaria en hogares urbanos y periurbanos del Consejo Popular Buenavista, Cienfuegos”, <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1224>, ISSN: 2218-3620. SciELO – Grupo II. Artículo: “Evaluación de indicadores de salud en cerdos de ceba alimentados con digestato líquido fermentado”. <http://www.veterinaria.org/6116-revista-veterinaria-redvet-031802---evaluacion-de-indicadores-de-salud-en-cerdos-de-ceba-alimentados-con-di.html#.Wtj9-ojwbiU>.*

## Diseño sostenible para el proceso de preservado de latillas de bambú

### Resumen

El presente estudio tiene como objetivo mejorar el proceso esencial de preservado de las latillas de bambú, que garantiza un alargamiento a la vida útil del producto y satisface la demanda de los consumidores respecto a la calidad de las latillas de bambú. Se obtuvo como resultado la falla de efectividad en los tanques actuales de CENBA donde se mantiene la solución preservante. Las soluciones factibles propuestas para el proyecto son el tanque de preservado calculado para evitar fallas de estructura, además la jaula de preservado junto con la solución química, ayudará a no perder la vida útil del bambú, ni sus características físicas y mecánicas. También se va a contar con agitadores los cuales van a tener la función de que la homogeneidad de la solución sea la correcta con el porcentaje adecuado de la solución química para el tratamiento. Los bosques en la actualidad son uno de los recursos mayormente aprovechados y por ello van desapareciendo a una escala alarmante. Por ello se ha visto la necesidad de mejorar el uso que se da a estos recursos de manera práctica. Además, se han buscado varias alternativas para poder evitar la tala de bosques en todo el mundo. Una de las alternativas de recursos que mejor se adaptan a estos cambios es el bambú.

**Palabras clave:** *bambú, diseño, latillas, preservado, solución y sostenible*

**Elías Daniel Sarzosa Landeta<sup>(1)</sup>**

(1) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
danielelias\_940828@hotmail.com

**Alexis Suárez del Villar Labastida<sup>(2)</sup>**

(2) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
alexissuarezdelvillar@uti.edu.ec

**Ana Álvarez Sánchez<sup>(3)</sup>**

(3) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
anaalvarez@uti.edu.ec



### Abstract

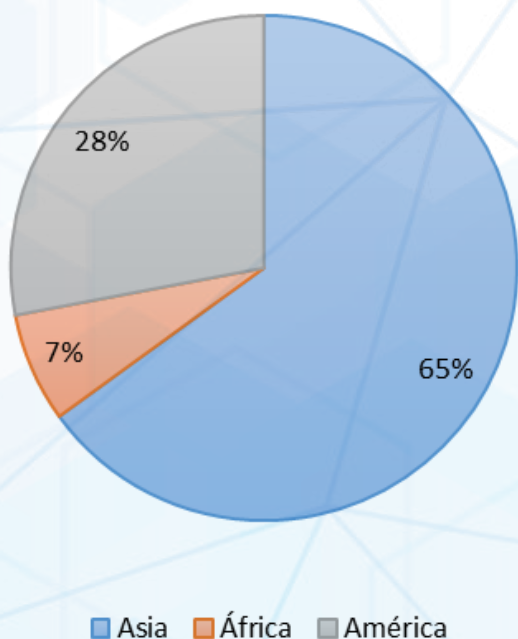
The present study aims to improve the essential process of preserving bamboo ribs, which guarantees an extension of the product's shelf life and satisfies the demand of consumers regarding the quality of bamboo ribs. The result was the failure of effectiveness in the current CENBA tanks where the preservative solution is maintained. The feasible solutions proposed for the project are the preservation tank calculated to avoid structure failures, in addition to the preservative cage together with the chemical solution, it will help not to lose the useful life of the bamboo, nor its physical and mechanical characteristics. It will also have agitators which will have the function that the homogeneity of the solution is correct with the appropriate percentage of the chemical solution for the treatment. Forests are currently one of the most used resources and therefore disappear at an alarming scale. Therefore, the need to improve the use of these resources in a practical way has been seen. In addition, several alternatives have been sought to avoid cutting down forests throughout the world.

**Keywords:** *bamboo, design, ribbons, preserved, solution and sustainable*

## 1. Introducción

Como se muestra en la figura 1, el bambú se encuentra en 3 continentes Asia, África y América.

Figura 1. Recursos del bambú en el mundo por continente

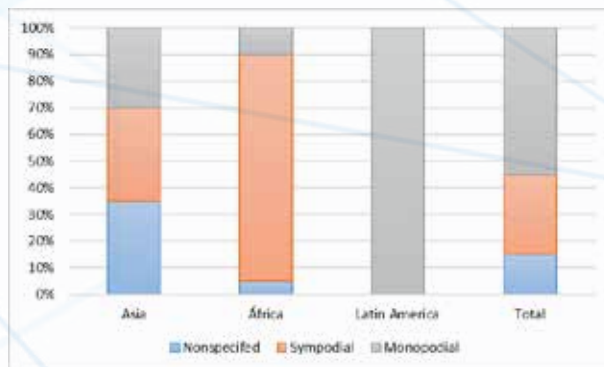


Se han investigado diferentes extractos de plantas y formulaciones a base de aceite como, por ejemplo: ácidos orgánicos, aceites esenciales y conservantes basados en productos químicos considerados con el medio ambiente, y todos ellos se encuentran en una etapa de desarrollo. La calidad de los conservantes se mide mediante la mejora de la resistencia a los hongos y termitas. Sin embargo, todavía existe mucho trabajo por hacer para determinar por completo la eficacia de muchos de estos conservantes y técnicas desarrolladas recientemente (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

El tratamiento químico se ha considerado una solución para mejorar la vida útil de las especies de madera y bambú. Los productos químicos son utilizados por lo general por personas dedicadas al campo, así como la industria incluyen soluciones de cobre-arsénico-cromo (CCA), pentaclorofenol de sodio, ácido bórico-bórax, naphenates Cu / Zn / abietatos, tebuconazol, IPBC (3-yodo 2- propanil carbamato de butilo), clorotalonil, isothiozolones, y piretroides sintéticos (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

Todas estas aplicaciones dependen de la especie de bambú a preservarse. Cada continente tiene variaciones de especies de bambú como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Recursos del bambú en el mundo por continente



Los graves efectos malignos a la salud de estos productos químicos han llevado a su prohibición en muchos países. La disolución de estos productos químicos en el suelo y en el agua tiene consecuencias alarmantes. La madera y el bambú que fueron tratados con CCA y creosota (derribado del alquitrán), han sido capaces de extender la vida útil del bambú alrededor de 36 años, pero su toxicidad para los humanos y animales es demasiado alta como para tenerlos en cuenta en la industria. El olor de la creosota hace que sea un conservante para uso al aire libre siempre (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

Las prácticas para preservado de bambú tradicionales son las siguientes:

**Preservación tradicional del bambú:** se ha transmitido mediante tradición de generación en generación, por eso no se cuenta con gran variedad de documentación científica y, la que existe es muy escasa.

**Buenas Prácticas de cosecha:** El tiempo de la cosecha afecta la durabilidad de bambú. Y a su vez, la durabilidad se ve afectada por las estaciones climáticas. Durante las estaciones secas, el cuidado contra el ataque de hongos es mayor debido al mayor contenido de almidón. Por lo tanto, el momento adecuado para la cosecha es durante o después de la temporada de lluvias. Los tallos se deben cortar sin que las hojas caigan porque las hojas permiten la evaporación natural del agua.

**Métodos de lixiviación con agua:** Sumergir el bambú en aguas corrientes o estancadas ayuda a los agricultores a preservar el bambú. A medida que los tallos son más ligeros que el agua, el peso se coloca en el bambú para poderlos sumergir completamente en agua, tomando en cuenta que los bambús se almacenan durante unos 3 meses en aguas estancadas o corrientes. El almidón, hidratos de carbono, y otras sustancias solubles en agua pueden ser fermentados o lavados. La duración de la inmersión varía de una especie

a otra. La cal hace que la superficie de alcalina de bambú sea tratada, esto retrasa el ataque de los hongos. Sin embargo, se encontró que el método de lixiviación con agua es incapaz de dar protección completa al bambú en condiciones de campo.

**Tratamiento de humo:** Se utiliza en diferentes lugares para mejorar la durabilidad de las especies de bambú. El bambú se almacena en una caja sobre la chimenea. Este proceso de utilización de humo es para prevenir el ataque de insectos y se lo ha realizado durante miles de años. Si el bambú es fumigado (usando sus propias ramas y hojas) por más tiempo, se convierten en no comestibles para los insectos.

La reducción de los constituyentes solubles en agua incluye almidón que podría ayudar a proteger los tallos de hongos y ataques de insectos. El humo, un subproducto generado durante el proceso para hacer carbón, podría ser potencialmente un medio útil para aumentar la resistencia de la madera al ataque de termitas. Los bambús que estuvieron en exposición al humo durante 15 días fueron clasificados como altamente resistentes.

Todos estos son parámetros para mejorar las soluciones preservantes tanto de la madera como del bambú. A partir de los estudios se ha realizado preservantes mediante extractos botánicos.

**Extracto de Azadirachta:** El aceite de neem o azadiractina, se conoce como un buen agente de control de insectos. Según estudios este aceite añade ciertos agentes de unión y de amargor. Para mejorar la eficacia del aceite se debe tener de un 3% a 4% para poder ser un buen conservante de la madera y del bambú. También el estudio reportó que el aceite de neem puede ser eficaz contra los hongos xilófagos que uno de los principales hongos que atacan a la madera y el bambú. En los bambús tratados, se observó una pérdida de peso de menos de 10%. Al tratarlos con cobre en combinación

con aceite de neem, se ha demostrado una protección completa contra los dos hongos de pudrición. Las muestras de madera tratadas con extracto de hoja de neem, solo mostraron altos niveles de resistencia contra algunos hongos. En el estudio se realizaron pruebas de campo durante 12 semanas, con un incremento promedio de seis a siete veces la vida útil de los bambús tratados en comparación con el bambú no tratado. En este estudio se sugirió que el aceite de neem sólo podría ser útil como un conservante de la madera, mediante la optimización de formulaciones con nuevas aportaciones de otros materiales que ayuden al alargamiento de la vida útil (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

**Nuez de la India:** Probaron aceite de la nuez de la India para las propiedades de resistencia a las termitas. Aceite de los frutos secos prensados mecánicamente de la planta de nuez, en una solución con acetona, se puso a prueba en la madera de pino amarillo del sur utilizando una cámara de infiltración al vacío-presión. Este estudio informó los mejores resultados contra la termita cuando se trataron con la concentración de aceite de 47%. Asimismo, revelan que el aceite no es un agente tóxico y que el tratamiento es favorable al medio ambiente (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

**Líquido de la cáscara de nuez:** El líquido de cáscara de nuez se obtiene ya sea por extracción en aceite caliente, en disolventes o por expulsión mecánica de las conchas. Se estudió el nivel de competencia de aceite de cáscara de nuez como un conservante de la madera. De la cáscara se produce un líquido que se utiliza principalmente en la preparación de resinas sintéticas. Se informó una muy baja concentración de cobre (0,4%) para proporcionar una buena protección. En experimentos de campo, se observaron los bambús tratados a presión para que sean resistentes hasta 24 meses de exposición. El incremento medio de la vida de bambú fue, de 7 a 8 veces en comparación con las muestras no tratadas.

**Cryptomeria japónica:** El aceite de cedro es un insecticida natural y repelente de moho. Se informa que el extracto de árbol de madera de cedro es muy efectivo en la penetración de la madera. Los bambús tratados con aceite de cedro crearán una barrera contra la entrada de insectos, debido a la lenta liberación de aromas. El aceite de cedro pone una barrera entre el bambú y las feromonas de las termitas y hormigas.

**Cinnamomum camphora:** Es conocida por sus propiedades especiales de aroma y repelentes de insectos. El extracto de esta planta está demostrado como una sustancia antibacteriana.

Las investigaciones pusieron al descubierto que el extracto ayuda a la supresión de hongos y tiene gran resistencia a la desintegración térmica del producto tratado. Aunque se encontró la estabilidad térmica, se necesita mejoramiento.

En el Ecuador una de las especies que más se conoce y procesa es la Guadua, el bambú gigante y algunos tipos de bambú andino. Las empresas ecuatorianas por lo general trabajan con bambú gigante, ya que las características que tiene éste ayudan a la fabricación de latillas de alta calidad y sobre todo las dimensiones necesarias para el aprovechamiento más óptimo de la materia prima. Puesto que el bambú tiene azúcares y almidones, atrae a insectos y algunos hongos cromógenos o manchadores. El ataque de éstos dependerá de varios factores como: la humedad del ambiente, la temperatura y el alimento que consumen los insectos, dando lugar a cambios de características y además un evidente deterioro del bambú.

El bambú tiene una durabilidad muy baja en ambientes húmedos sin ser preservado. Por ejemplo, de manera natural puede durar de 1 a 3 años empleado en la construcción teniendo contacto con el suelo. De 4 a 7 años si se utiliza en interiores.

Por ello se ha visto la necesidad de dar un sistema para alargar la vida útil y se lo hace mediante



tratamientos de preservado, así puede tener una vida útil como mínimo de 15 años (Burgos, 2003). Por lo general, se utiliza los métodos de preservado con tratamientos químicos por su bajo costo y porque es mucho más rápido que otro tipo de preservado. Ya que los químicos son muy utilizados para el preservado de bambú, se debe tener en cuenta el porcentaje que debe contener cada uno de ellos al ser el más óptimo para el preservado de bambú y madera. Se encuentran investigaciones recientes en el desarrollo de preservantes químicos basados en conservar el medio ambiente, con el fin de proteger la madera y el bambú al deterioro. Las propiedades de la madera y del bambú, tal como fácil impregnación dentro de la biomasa y la absorción más profunda y más homogénea es una alternativa llamativa para los consumidores de estos preservantes.

En los últimos años, la investigación sobre conservantes no tóxicos ha avanzado notablemente. Investigaciones recientes han demostrado que los productos químicos amigables con el medio ambiente, así como el bio-aceite, hidrogeles, y los compuestos de boro, son muy eficientes en la mejora de la vida útil del bambú y la madera. Los estudios industriales necesitan investigaciones detalladas de su efecto y duración (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

## 2. Métodos

Las prácticas para preservado de bambú tradicionales son las siguientes:

### Preservación tradicional del bambú

El preservado de bambú se ha transmitido mediante tradición de generación en generación, por eso no se cuenta con gran variedad de documentación científica y, la que existe es muy escasa.

### Buenas Prácticas de cosecha

El tiempo de la cosecha afecta la durabilidad de bambú. Y a su vez, la durabilidad se ve afectada por las estaciones climáticas. Durante las estaciones secas, el cuidado contra el ataque de hongos es mayor debido al mayor contenido de almidón. Por lo tanto, el momento adecuado para la cosecha es durante o después de la temporada de lluvias. Los tallos se deben cortar sin que las hojas caigan porque las hojas permiten la evaporación natural del agua.

### Métodos de lixiviación con agua

Sumergir el bambú en aguas corrientes o estancadas ayuda a los agricultores a preservar el bambú. A medida que los tallos son más ligeros que el agua, el peso se coloca en el bambú para poderlos sumergir completamente en agua, tomando en cuenta que los bambús se almacenan durante unos 3 meses en aguas estancadas o corrientes.

El almidón, hidratos de carbono, y otras sustancias solubles en agua pueden ser fermentados o lavados. La duración de la inmersión varía de una especie a otra. La cal hace que la superficie de alcalina de bambú sea tratada, esto retrasa el ataque de los hongos. Sin embargo, se encontró que el método

de lixiviación con agua es incapaz de dar protección completa al bambú en condiciones de campo.

### Tratamiento de humo

El tratamiento de humo se utiliza en diferentes lugares para mejorar la durabilidad de las especies de bambú. El bambú se almacena en una caja sobre la chimenea. Este proceso de utilización de humo es para prevenir el ataque de insectos y se lo ha realizado durante miles de años. Si el bambú es fumigado (usando sus propias ramas y hojas) por más tiempo, se convierten en no comestibles para los insectos.

La reducción de los constituyentes solubles en agua incluye almidón que podría ayudar a proteger los tallos de hongos y ataques de insectos. El humo, un subproducto generado durante el proceso para hacer carbón, podría ser potencialmente un medio útil para aumentar la resistencia de la madera al ataque de termitas. Los bambús que estuvieron en exposición al humo durante 15 días fueron clasificados como altamente resistentes.

La naturaleza y la cantidad de extractivos influyen en la durabilidad de las especies de árboles de madera y bambú.

Los factores que influyen en la elección de los conservantes para la aplicación industrial son:

- Resistencia de hongos y a las termitas.
- El porcentaje de la concentración de conservante.
- La duración de la masa para el tratamiento / preservación.
- La capacidad de fijación de la solución en el bambú o madera.
- La eficiencia de la resistencia a la lixiviación.



### 2.1 Diagnóstico

El principal problema del proceso de preservado de bambú como se muestra en la figura 3. Se requiere es de 72 horas para un buen preservado y la capacidad actual de la empresa es muy baja para poder preservar todas las latillas que se podrían producir con una nueva distribución en plata y una nueva planificación.

*Figura 3. Proceso de preservado de latillas de bambú*



Los químicos son una parte primordial para el preservado de latillas, y en la solución preservante no debe existir ninguna sustancia que pueda alterar a esta solución porque es una solución fungicida e insecticida, que evita que los hongos y las bacterias puedan crecer dentro del bambú, igualmente no deberían existir dentro de la solución química de preservante.

*Figura 4. Deterioro actual de los tanques de preservado*



Por otro lado, se debe tener en cuenta que los tanques actuales de la empresa son producto de tubos de zinc y están deteriorados en toda su superficie interna, porque el material del que están compuestos no es del óptimo para poder albergar la solución de ácido bórico y bórax que se dedujo de la revisión de la ficha técnica de cada uno de los elementos que componen la solución preservante.

Por ello se realizó un estudio de laboratorio el cual muestra los siguientes resultados:

*Tabla 1. Análisis de microorganismos, mohos y levaduras de la fórmula química*

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
REP. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	USP 41 <61>	ufc/mL	265
REP. Recuento de mohos y levaduras	USP 41 <61>	ufc/mL	<10

Mediante este estudio se deduce que el método que utilizan para el preservado de la latilla no es el óptimo, ya que el recuento de microorganismos es muy alto y llega a 265 y máximo debería llegar a 10 para que la solución preservante sea efectiva; y este resultado quiere decir que la solución preservante no es la adecuada porque los microorganismos están creciendo dentro de los tanques y esto no debería ocurrir ya que la solución de preservante utilizada debe actuar también como insecticida.

## 2.2 Propuesta de solución

Es de suma importancia el tema presentado, ya que amplifica la vida útil del bambú y a su vez resulta de especial interés conocer cuáles son los tipos de preservantes apropiados para adoptar medidas que permitan el correcto procesamiento del bambú como un componente principal para la elaboración de distintos elementos innovadores para construcción, diseño de interiores donde se manejan tablas, latillas, tableros y tablonos totalmente de bambú, teniendo la oportunidad de ofrecer a los

clientes un producto que cuente con parámetros aptos para cualquier tipo de aplicación, y sobre todo que tenga la calidad adecuada para poder ser exportado. Siendo el principal beneficiario de este proyecto la empresa “CENBA” y la comunidad de Pedro Vicente Maldonado.

Puesto que el bambú tiene azúcares y almidones, atrae a insectos y algunos hongos cromógenos o manchadores. El ataque de éstos dependerá de varios factores como: la humedad del ambiente, la temperatura y el alimento que consumen los insectos, dando lugar a cambios de características y además un evidente deterioro del bambú.

El bambú tiene una durabilidad muy baja en ambientes húmedos sin ser preservado. Por ejemplo, de manera natural puede durar de 1 a 3 años empleado en la construcción teniendo contacto con el suelo. De 4 a 7 años si se utiliza en interiores.

Por ello se ha visto la necesidad de dar un sistema para alargar la vida útil y se lo hace mediante tratamientos de preservado, así puede



tener una vida útil como mínimo de 15 años (Burgos, 2003).

Por esta razón se siguen los siguientes pasos actuales para preservar el bambú:

- Se colocan las latillas previamente cortadas y lijadas en una mesa sobre ruedas.
- Se atan las latillas con una cuerda por el centro de las mismas.
- La cuerda es enganchada con un elevador mecánico.
- Las latillas son elevadas para poderlas empujar hacia el envase de preservado.
- Se bajan las latillas sobre la solución de preservado.
- Se colocan sobre las latillas algunos pesos para que se sumerjan completamente en la solución.
- Se deja reposar durante 72 horas.
- Después del tiempo de preservado, las latillas son elevadas mediante el mismo elevador hidráulico.
- Se colocan sobre la mesa sobre ruedas.
- Las latillas son llevadas al siguiente proceso que es el pre-secado.

Para tener un buen proceso de preservado se necesita un recipiente el cual pueda contener toda la solución química. Es de conocimiento general que un líquido en reposo ejerce una fuerza sobre las paredes que lo contienen, por esta razón se calculará la presión hidrostática sobre las paredes de un tanque para preservar. Además, para poder sumergir y levantar los latidos de la solución preservante, se necesita calcular vigas que soporten el peso de las latillas y que no fleje al momento de trabajar en el preservado.

También una parte importante dentro del preservado es que la solución esté completamente homogénea en su totalidad, para ello se necesitan difusores y también una solución preservante adecuada que ayude a la mejora de la calidad de las latillas.

Por estas razones se ha propuesto el siguiente modelo operativo, el cual engloba todos estos parámetros y otros, que deben ser investigados en este proyecto.

### • **Determinación de las fuerzas hidrostáticas sobre las paredes del tanque de preservado**

La fuerza hidrostática es la mayor fuerza a la que van a estar sometidas las paredes de los tanques y, por lo tanto, se los calcula para que la estructura no colapse al momento de trabajar.

### • **Determinación de esfuerzos cortantes y momentos flectores sobre la jaula de inmersión**

La jaula tiene la función de contener las latillas antes y después de ser preservadas, por lo tanto, debe estar diseñada completamente para soportar el peso de las latillas y que la estructura mantenga su figura y no tenga problemas con el paso de tiempo.

### • **Selección del elevador más adecuado según las características del proyecto**

Las características del elevador deben ser adecuadas para el proyecto por lo que se va a seleccionar la opción más adecuada para el trabajo que se va a realizar.

- **Selección del difusor más adecuado según las características del proyecto**

Los difusores tienen la función de mantener la solución preservante homogénea para que todas las latillas estén sujetas al mismo tratamiento y, por lo tanto, tengan la mejor calidad.

- **Selección del porcentaje adecuado de la solución preservante**

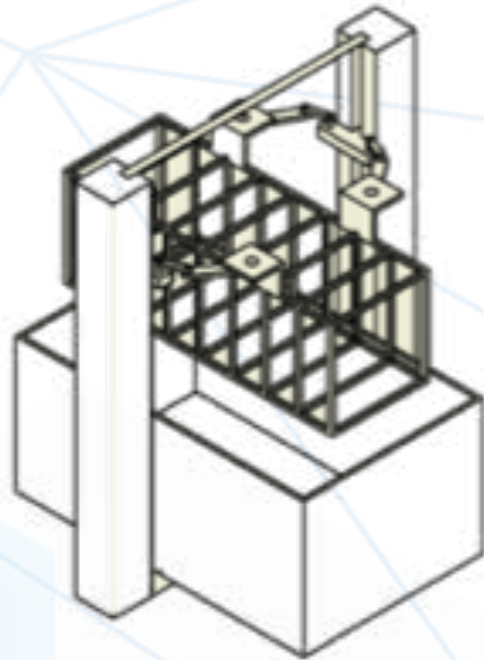
La solución preservante es uno de los mayores problemas que tiene “CENBA”, por lo tanto, se debe ser específicos para seleccionar el mejor método para mejorar la solución preservante.

Todo esto nos llevara a obtener un proyecto final como se muestra en la figura 5.

### 3. Resultados

Mediante estudios biológicos se demostró que están creciendo microorganismos dentro de la solución preservante, y este es uno de los mayores inconvenientes que se encuentran dentro del proceso de preservado. El análisis actual de la empresa da como resultado que el proceso de preservado no es el óptimo para que las latillas cuenten con la calidad necesaria que exigen los consumidores. Por lo que se recomienda que se implemente el proyecto para mejora tanto del proceso como de la calidad de la latilla.

Figura 5. Propuesta de proceso de preservado



Se recomienda analizar una propuesta para el tratamiento de aguas después del tratamiento de preservado, ya que la solución propuesta en este proyecto es adaptar la ya obtenida, se debe tener constantes mediciones para asegurar que la solución preservante sea la correcta. Al realizar el mantenimiento de los tanques es necesario eliminar toda la solución por eso el motivo de esta recomendación. Mejorar las capacitaciones a los trabajadores que se encuentran en esta área para asegurar que el tratamiento de preservado sea eficaz.

### 4. Discusión

Se encuentran investigaciones recientes en el desarrollo de preservantes químicos basados en conservar el medio ambiente, con el fin de proteger la madera y el bambú al deterioro. Las propiedades de estas, tales como fácil impregnación dentro de la biomasa y la absorción más profunda y más homogénea son una alternativa llamativa para los consumidores de estos preservantes.

En los últimos años, la investigación sobre conservantes no tóxicos ha avanzado notablemente. Investigaciones recientes han demostrado que los productos químicos amigables con el medio ambiente, así como el bio-aceite, hidrogeles, y los compuestos de boro, son muy eficientes en la mejora de la vida útil del bambú y la madera. Los estudios industriales necesitan investigaciones detalladas de su efecto y duración (Kaur, Satya, Pant, & Naik, 2016).

### 5. Conclusiones

En el diagnóstico en detalle de los tanques dio como resultado el deterioro con el paso del tiempo debido a que el material no es el óptimo para poder contener la solución preservante, ya que la empresa ha ido adaptando maquinaria ya adquirida antes del proyecto para hacer un nuevo proceso, por ello no cuentan con un diseño específico para el procedimiento.

Los efectos potenciales que se deducen mediante la investigación es que el bórax y ácido bórico deben estar a un 5% de toda la solución química para ser la más óptima para que se obtengan todos los beneficios del preservado. Además de ello se debe tener en cuenta que las latillas deben estar sumergidas en esta solución preservante durante un lapso de 72 horas, este tiempo es el más óptimo también para que pueda ser un producto de calidad y que no afecte a sus características mecánicas.

Las soluciones factibles propuestas para el proyecto son el tanque de preservado anteriormente calculado con un tanque de acero inoxidable en su interior, además que la jaula de preservado cuenta con materiales de acero inoxidable que no van a alterar su vida útil, ni sus características físicas y mecánicas. También se va a contar con agitadores los cuales van a tener la función de que la homogeneidad de la solución sea la correcta. Con el porcentaje adecuado de la solución para que pueda garantizar la calidad de la latilla y también su vida útil.

## 6. Referencias

- Budynas, R. G., & Nisbett, K. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México. F.: The Mcgraw-Hill.*
- Burgos, A. (2003). Revisión de las técnicas de preservación del bambú. 33(1).*
- Figueroa, V., Sardiña, C.E., & Sotta, P.d. (2009). Bambú en Chile: Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo. Santiago, Chile.*
- Guzmán, L. J., Enríquez, R. U., Mosquera, O. M., & Camargo, J. C. (2016). Concentraciones de una solución preservante a base ácido bórico y bórax. evaluación de culmos de guadua Angustifolia. AA 097(65-66: 16-20).*
- Guzmán, L., & Enríquez, R. U. (2013). Implementación de una técnica potencio métrica para evaluar la concentración en el tiempo de una solución preservante del bambú. Pereira.*
- Kaur, P. J., Satya, S., Pant, K. K., & Naik, S. (2016). Eco-Friendly Preservation of bamboo species: Traditional to modern techniques. 11(4).*
- Maxim Lobovikov, L. B. (2007). World Bamboo Resources: A Thematic Study Prepared in the Framework of the Global Forest Resources Assessment 2005. Roma: Food & Agriculture Org.*
- Peña, L., Burgos, A., González, A., & Valero, S. W. (2009). Efecto de la preservación con mezclas de bórax-ácido bórico y urea formaldehído sobre las propiedades físico mecánicas y el ataque de insectos en Guadua. 53(2).*
- Regalado, J. E., & Díaz, G. D. (2012). Procesos de industrialización de la caña guadua como material alternativo para la construcción y diseño de vivienda tipo de una y dos plantas, empleando caña guadua en sus elementos estructurales. Sangolquí.*
- Tam, C. P., & Cortés, J. C. (2011). Fortalecimiento de la Cadena Productiva del Bambú Guadua.*
- Villanueva, F. P., Condor, J. P., & Alca, A. M. (2014). Experiencias sobre la silvicultura y usos del bambú en Colombia. 27(1)*



### 7. Autores

Elías Daniel Sarzosa Landeta, Ingeniero Industrial, egresado de la Universidad Tecnológica Indoamérica con el tema de investigación “Análisis del Preservado de Latillas Para la Central del Bambú Andoas (Cenba) de la Provincia de Pichincha y su Incidencia en la Calidad del Producto”

Alexis Suárez del Villar Labastida, Máster e Ingeniero industrial, publicaciones realizadas: Universidad y Sociedad - Revista Electrónica, Vol. 11 Núm. 3 (2019). Artículo: “Seguridad alimentaria en hogares urbanos y periurbanos del Consejo Popular Buenavista, Cienfuegos”, <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1224>, ISSN: 2218-3620. SciELO – Grupo II. Artículo: “Evaluación de indicadores de salud en cerdos de ceba alimentados con digestato líquido fermentado”. <http://www.veterinaria.org/6116-revista-veterinaria-redvet-031802--evaluacion-de-indicadores-de-salud-en-cerdos-de-ceba-alimentados-con-di.html#.Wtj9-ojwbIU>

Ana Álvarez Sánchez. Máster en Dirección e Ingeniería Industrial, ambos títulos obtenidos en Universidades de excelencia en Cuba, las investigaciones se han desarrollado en los campos de estudios, en las temáticas de Gestión Integrada de Capital Humano en el Sistema Nacional Bancario de Cuba, Administración Estratégica, Producción y Calidad, investigaciones: “Satisfaction of a Training Program About Biosafety for Specialized Agricultural Workers in a Porcine Farm”, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/202>, “Characterization of Meliponas’s Honey in Urban Periphery and Agricultural Ecosystems of Horquita Town”, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/161>.

# Estudio de tiempos en la línea de producción de núcleo magnético en la empresa de transformadores eléctricos “EVOLGY” definiéndose un nuevo método de producción

## Resumen

**E**volgy empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de transformadores eléctricos de distribución y de potencia, crea su planta industrial en el año 2017. Este proyecto muestra los resultados del estudio del puesto de trabajo y tiempos de la línea de producción “fabricación de núcleo” implementando el método Tiempos predeterminados (MTM-2), y utilizando como herramienta el diagrama bimanual para determinar el estándar de producción actual, y a partir de ella definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz.

*Palabras clave: métodos, diagrama bimanual, eficaz.*

**Ana Álvarez Sánchez<sup>(1)</sup>**

(1) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
anaalvarez@uti.edu.ec

**Luis Andrés Cumbajin  
Suarez<sup>(2)</sup>**

(2) Producción,  
Evolgy, Sangolqui, Ecuador  
Andres-80@hotmail.es

### Abstract

**E**volgy, a company dedicated to the design, manufacture and commercialization of electric distribution and power transformers, created its industrial plant in 2017. This Project shows the results of the study of the job and times of the production line "core manufacturing" implementing the method Default Times (MTM - 2), and using as a tool the bimanual diagram to determine the current production standard, and from it define a new method of production more practical, economical and efficient.

*Keywords: methods, bimanual diagram, effective*

## 1. Introducción

En la actualidad las organizaciones y las empresas, se ven en la necesidad de implementar un desarrollo constante y acorde a las exigencias del mercado, tanto en su capacidad productiva como en la calidad del producto, por lo expuesto anteriormente EVOLGY debe estar en la capacidad de cumplir con las expectativas de los clientes y el mercado cambiante, siempre orientado hacia la mejora continua. Evolgy expande su producción por lo cual se ve en la necesidad de ubicar nuevos colaboradores lo que implicó la creación y adaptación de puestos de trabajo de forma rápida y aleatoria, sin estudios de ubicación y tiempo, para conocer si los puestos de trabajo están correctamente distribuidos.

La actual ubicación del puesto de trabajo donde se fabrican los núcleos magnéticos hacen pensar que los niveles de producción son bajos por distintos factores como baja comodidad del colaborador, inexistencia de estandarización del método de producción, mala ubicación de

herramientas y materia prima, estrechez del espacio físico ocasionan que se tenga bajos estándares de calidad y exigencia del trabajo realizado.

Es una de las empresas mejores posicionadas a nivel regional, pero maneja procesos productivos de manera empírica lo cual puede traerle a futuro problemas para enfrentar nuevas exigencias de mercado en cuanto a productividad y calidad. Se busca que los procesos sean más estandarizados ya que esto permite generar una calidad constante en cada producto con un alto volumen de producción, en la empresa no se han realizado estudios que permitan determinar el tiempo estándar de producción y no cuenta con un método establecido para el desarrollo de las tareas en cada proceso productivo, (Meyers, 2000) por esta razón no cuentan con el suficiente conocimiento de su capacidad de producción, lo que genera la reducción de obtener una calidad consistente en cada núcleo fabricado.

## 2. Métodos

El método hipotético-deductivo será empleado para la presente investigación ya que, se desarrollará a partir de lo observado en la planta de producción, en el puesto de trabajo “fabricación de núcleo” se formularán las correspondientes hipótesis, para posteriormente aplicar conocimientos acerca del tema para obtener conclusiones que se verificara poniéndolas como experimento mediante pruebas realizada por los colaboradores de la empresa.

### 2.1. Diagnóstico

El producto final va a ser el que se aprecia en la figura 1, para su desarrollo se debe plegar la chapa, cortar y ensamblar.

Figura 1. Núcleo ensamblado



#### Principio de economía de movimientos

Tabla 1. Principio de economía de movimientos.

Tres principios
Utilización del cuerpo humano
Diseño o distribución del puesto de trabajo
Modelos de máquinas, equipos y/o herramientas

#### Utilización del cuerpo humano

Siempre en lo posible se debe utilizar las dos manos al iniciar y terminar una operación, nunca se debe tener las dos manos inactivas, los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en sentido contrario. (Criollo, 2005)

Tabla 2. Utilización del cuerpo

CLASE	PUNTO DE APOYO	PARTE DEL CUERPO QUE SE MUEVE
1	Nudillos	Dedos
2	Muñeca	Manos y dedos
3	Codo	Antebrazo, manos y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, manos y dedos
5	Tronco	Tronco, brazo, antebrazo, manos y dedos

#### Distribución del lugar de trabajo

Debe existir un sitio fijo y definido para todas las herramientas, materia prima, accesorios para no perder tiempo en buscarlos, para esto se recomienda el uso de depósitos y medios de abastecimiento por gravedad para que el material llegue lo más pronto al punto de utilización. La principal característica de este punto, es evitar que el operario invierta tiempo buscando y desplazándose. (Acero, 2016)

Figura 2. Área de trabajo Unicore.



**2.1.1. Modelo de máquinas y herramientas.** **2.2.4. MTM-1**

Las máquinas y herramientas deben estar calculados para soportar fuerzas y cargas necesarias para cumplir con las tareas asignadas en cada puesto de trabajo, así mismo diseñar dispositivos correctos que faciliten el trabajo al operario. (Lago, 2016)

*Tabla 3. Therbligs micromovimientos.*

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

**2.2. Métodos de estudio de tiempo**

**2.2.1. Cronometro de valoración**

Este método (Niebel, 2004) utiliza un instrumento de medición de tiempo observado, el instrumento es el cronometro, de la tarea de fabricar núcleos paralelamente se valora la velocidad con la que el operario realiza la tarea o movimiento.

**2.2.2. Muestreo de trabajo**

Esta técnica tiene como objetivo establecer las proporciones de ocurrencia de un evento, para este estudio los eventos son los movimientos (Janania Abraham, 2008). La técnica clasifica los movimientos en productivos e improductivos, donde los productivos agregan valor a la tarea realizada y los movimientos improductivos no lo hacen.

**2.2.3. Tiempos predeterminados**

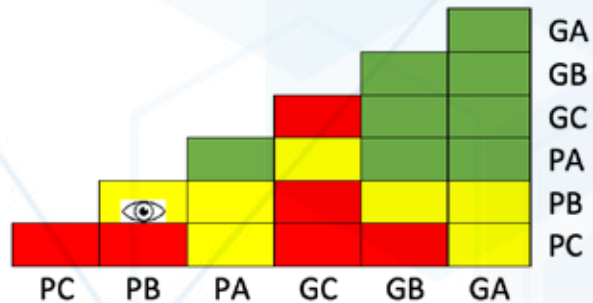
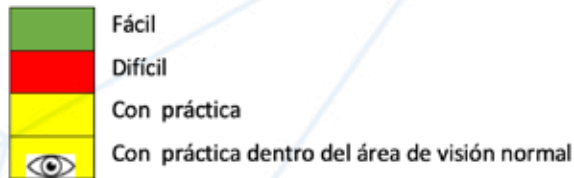
Se valoran a partir de los valores asignados a las operaciones corporales (micro movimientos), que el analista selecciona después de analizar el método y se procede a sumar para obtener el tiempo necesario para efectuar la tarea de fabricar núcleos. Los más usados son la medición de tiempos de los métodos MTM y el factor de trabajo.

**2.2.5. MTM-2**

Está basado exclusivamente en el MTM y consiste en Movimientos MTM básicos sencillos y combinaciones de los mismos. Este es el sistema de tiempos predeterminados más utilizado en la industria. Los micros movimientos básicos del MTM-2 son conceptos básicos clasificados y definidos por categorías. Las tablas con los tiempos predeterminados.

Figura 3. Tabla MTM-2

## MTM -2



GA	GB	GC	Cm	PA	PB	PC
3	7	14	5	3	10	21
6	10	19	15	6	15	26
9	14	23	30	11	19	30
13	18	27	45	15	24	36
17	23	32	80	20	30	41

GW: 1 UMT por cada kg

PW: 1 UMT por cada 5 kg

R	A	C	F	S	B	E
6	14	15	9	18	61	7

Observando en la tabla de movimientos simultáneos un movimiento GB simultáneo con un PA se consideran de fácil ejecución, y como el movimiento de mayor tiempo es el ejecutado por la mano izquierda, este sería el movimiento determinante en la acción.

### 2.3. Estudio de puesto de trabajo, diagrama bimanual, tiempo estándar para la fabricación de núcleos.

Los movimientos predeterminados se ubican en intervalos de distancias, es decir, de 0 a 5 cm, 5 a 15 cm, 15 a 30 cm, 30 a 45 cm y de 45 a 80 cm. Los grados de dificultad, de menor a mayor grado, se denotan por las letras A, B y C, respectivamente. Cuando se dan movimientos simultáneos (con ambas manos) se debe mirar la tabla de movimientos simultáneos, en dónde un movimiento clasificado como difícil determina la suma de los tiempos de ambas manos, sino, se considera el tiempo de la mano con mayor tiempo actividad. Por ejemplo, si un operario realiza un Conseguir objeto con una sola acción de cerrar los dedos (GB) a una distancia de 12 cm con la mano derecha y una acción simultánea de Situar un objeto sin correcciones (PA) a una distancia de 17 cm, se tiene que:

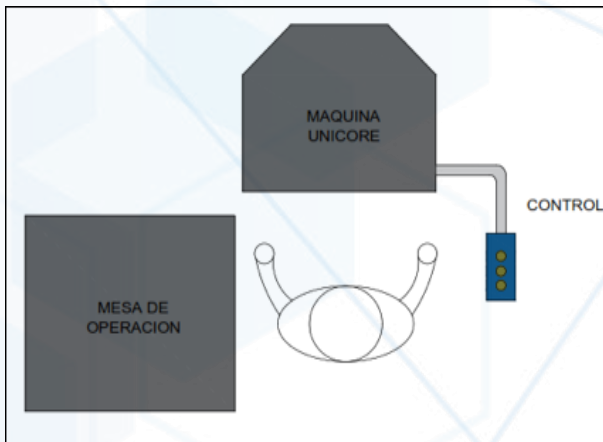
- Mano derecha: GB15 = 10 TMU
- Mano izquierda: PA30 = 11 TMU

El núcleo viene dado por un rollo que es alimentado por medio de un motor, se desplaza hasta la Unicore, que es la maquina encargada de doblar y cortar la chapa magnética, después el operario toma el lazo cortado y empieza apilar uno sobre otro hasta ensamblar todas las chapas magnéticas hasta terminar.

#### 2.3.1. Puesto de trabajo

Se puede observar en la figura 4 que está compuesto por una mesa improvisada, no cumple con las dimensiones necesarias para apilar los núcleos que va terminando el operario, lo que ocasiona que deba parar la producción, para mover los núcleos y así tener espacio para continuar con la operación, el operario lo realiza de pie en un espacio demasiado estrecho.

Figura 4. Puesto de trabajo



### Análisis

Actualmente el operario cuenta con una mesa de trabajo demasiado pequeña para poder realizar un trabajo continuo, pierde tiempo en mover los núcleos terminados para tener suficiente espacio, esto demuestra falta de organización y estandarización en el proceso.

- Los elementos que actualmente emplea el operario, es una mesa mal diseñada, lo realiza de pie algo innecesario ya que se puede utilizar una silla giratoria.
- El operario realiza movimientos innecesarios lo que implica que aumenta el tiempo de ciclo de la actividad detallada.

### 2.3.2. Diagrama de proceso actual

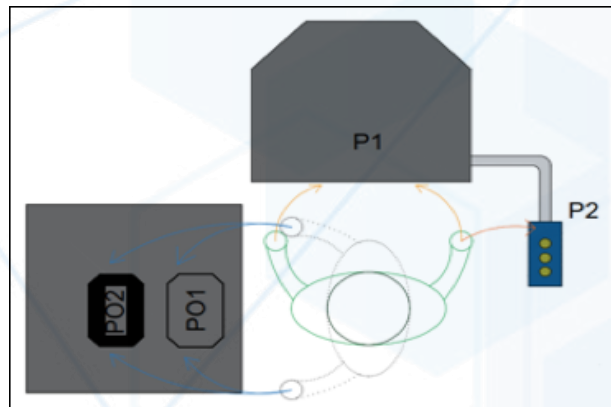
Figura 5. Diagrama de proceso actual



# Sección II

En la figura 5 se muestra los pasos a seguir para realizar la operación de ensamble de núcleo, con un total de 24 movimientos, se puede apreciar que el método utilizado no es el correcto ya que el operario pierde tiempo en ensamblar un lazo que está compuesto de 5 unidades, para posteriormente ensamblarlo con el núcleo, se puede realizar cambios eliminando el ensamble de 5 unidades, por el ensamblado de cada unidad de hasta terminar el núcleo.

Figura 6. Movimientos realizados



## 2.3.3 Diagrama bimanual

Tabla 4. Diagrama bimanual proceso actual

Diagrama Bimanual										
Digrama Num.	Hoja Num.	1	de	1	Resumen					
Operación:		Ensamblado de Núcleo			Simbología		Izquierda	Derecha		
Lugar:		Evolgy			Actividad		Oper.	Tiem.	Oper.	Tiem.
Elaborado por:					Operación		11	24	13	25,5
INVESTIGADORES					Transporte		6	11,5	6	11,5
					Sostener		0	0	0	0
Método		Actual	x		Espera		7	21,5	5	20
		Propuesta			Total		24	57	24	57

Número	Descripción Mano Izquierda	Tiem. Seg.	Simbolo				Simbolo				Tiem. Seg.	Número	
			●	→	▼	■	●	→	▼	■			
1	Espera	1									1	Alcanza amno hasta P2	1
2	Espera	0,5									0,5	Presiona boton de inicio	2
3	Espera	4									4	Espera	3
4	Coje lamina 1 en P1	0,8									0,8	Coje lamina 1 en P1	4
5	Mueve lamina 1 hasta PO1	1,5									1,5	Mueve lamina 1 hasta PO1	5
6	Posiciona lamina 1 en PO1	2									2	Posiciona lamina 1 en PO1	6
7	Espera	4									4	Espera	7
8	Coje lamina 2 en P1	0,8									0,8	Coje lamina 2 en P1	8
9	Mueve lamina 2 hasta PO1	1,5									1,5	Mueve lamina 2 hasta PO1	9
10	Posiciona lamina 2 en PO1	3									3	Posiciona lamina 2 en PO1	10
11	Espera	4									4	Espera	11
12	Coje lamina 3 en P1	0,8									0,8	Coje lamina 3 en P1	12
13	Mueve lamina 3 hasta PO1	1,5									1,5	Mueve lamina 3 hasta PO1	13
14	Posiciona lamina 3 en PO1	3									3	Posiciona lamina 3 en PO1	14
15	Espera	4									4	Espera	15
16	Coje lamina 4 en P1	0,8									0,8	Coje lamina 4 en P1	16
17	Mueve lamina 4 hasta PO1	1,5									1,5	Mueve lamina 4 hasta PO1	17
18	Posiciona lamina 4 en PO1	3									3	Posiciona lamina 4 en PO1	18
19	Espera	4									4	Espera	19
20	Coje lamina 5 en P1	0,8									0,8	Coje lamina 5 en P1	20
21	Mueve lamina 5 hasta PO1	1,5									1,5	Mueve lamina 5 hasta PO1	21
22	Ensambla lamina 5 en PO1	5									5	Ensambla lamina 5 en PO1	22
23	Mueve lazo hasta PO2	4									4	Mueve lazo hasta PO2	23
24	Coloca en posición lazo en PO2	4									4	Coloca en posición lazo en PO2	24
25	<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>57</b>		<b>25</b>

### 2.3.3 Diagrama bimanual

Tabla 5. Estudio de tiempos proceso normal

Nombre del Producto		ESTUDIO DE TIEMPOS										Elaborado por:		INVESTIGADORES						
Fabricación del núcleo		CICLOS										n	f	Tiempo Observado	Valoración del ritmo %	Tiempo Básico	Suplem. %	Tiempo estándar	Tiempo ciclo	Unid/Min
Estudio de código	0.001																			
Numero de Estudio	1																			
Descripción	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Doblado de chapa	1	5,50	5,45	5,48	5,46	5,30	5,35	5,38	5,40	5,46	5,40	0	75	5,42	75,00	4,06	0,16	4,71	353,52	0,08
Corte de chapa	2	16,00	16,05	16,10	16,13	15,95	15,96	15,98	15,97	15,85	15,80	0	75	15,98	75,00	11,98	0,16	13,90	1042,63	0,03
Ensamblaje de núcleo	3	35,50	35,50	35,48	35,40	35,45	35,40	35,30	35,32	35,35	35,53	0	75	35,40	100,00	35,40	0,16	41,06	3079,80	0,01

Para el estudio de tiempos se calcula el tiempo estándar teniendo en cuenta lo siguiente:

**Valoración del ritmo.-** Consiste en calificar al operador según la experiencia del analista, para este caso se procede a utilizar la tabla 6.

Tabla 6. Tabla norma británica

Escala de valoración	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario no demuestra interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de <virtuoso> solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Se calcula con el 75% ya que por observación se determina que el operador en las dos primeras fases de la operación demuestra ser constante, resuelto sin prisa, como operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan. En cambio, en el ensamble se califica con el 100% por ser Activo, capaz, como de obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.

**Inclusión de suplementos.-** Los suplementos para esta operación son los siguientes:

Tabla 7. Suplementos proceso actual

SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	
Estrés mental (proceso completo)	1
Suplemento por estar de pie	2
Monotonía (nivel alto)	4
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

**Tiempo estándar.-** El tiempo estándar tabla 8 para la fabricación de un núcleo es la sumatoria del tiempo ciclo que viene a ser 4475.95 segundos o bien 74.60 minutos, produciendo 0.80 unidades por hora con un rendimiento del 0.58 unidades por hora.

Tabla 8. Tiempo estándar proceso actual

<b>Tiempo T. (min)</b>	<b>74,6</b>
<b>Rend/hora.</b>	<b>0,58</b>
<b>Unid/hora</b>	<b>0,8</b>



## 2.4 Propuesta de solución

### 2.4.1 Propuesta de mejora y tiempo estándar mejorado para la fabricación de núcleo.

Para la mejora del proceso, optimización de tiempo se procede a realizar cambios en el puesto de trabajo, en el proceso de trabajo eliminando movimientos innecesarios y realizando dispositivos que permitan la ayuda al operario para de esta manera no realice desplazamientos de su lugar de trabajo y pueda tener una producción continua.

### 2.4.2 Puesto de trabajo

Lo primero que se debe realizar es la adecuación del puesto de trabajo, se recomienda:

- Fabricar una mesa adecuada para el ensamble de núcleo, ya que la que se encuentra actualmente no permite que el operario cumpla con los principios de la economía de los movimientos, por ser muy pequeña.
- Instalar una silla de banco giratoria, ya que es innecesario que el operario este trabajando de pie, eliminándose el suplemento del 2.

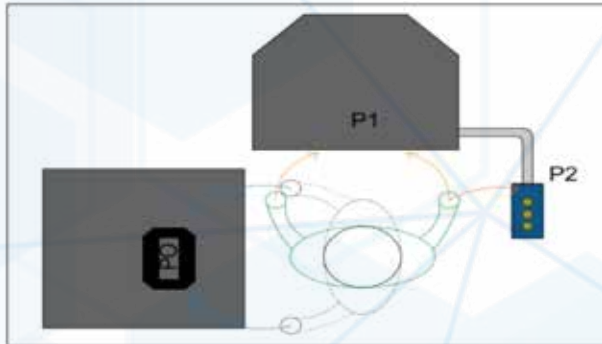
### 2.4.3 Diagrama de proceso con propuesta de mejora

Figura 7. Diagrama de proceso mejorado



En la figura 7 se muestra los pasos a seguir para realizar la operación de ensamble de núcleo, se puede apreciar que el método propuesto elimina 2 movimientos, logrando así

*Figura 8. Movimientos realizados proceso mejorado*



Un total de 22 movimientos con ambas manos, disminuyendo el tiempo en la operación, ya que el ensamblado de cada unidad de hasta terminar el núcleo trabajando en un punto fijo PO como indica la figura 8.

**Inclusión de silla giratoria.-** El operario trabaja de pie, algo innecesario e incómodo, al implementar la silla de la figura 9 el trabajador no pierde tiempo en descanso y elimina el suplemento estar de pie, favoreciendo en el cálculo del tiempo de producción. Cabe recalcar que en un puesto de trabajo se debe realizar estudios de ergonomía buscando la comodidad del trabajador, de esa manera será más eficiente. (Márvel, 2011)

*Figura 9. Silla giratoria*



**Inclusión mesa diseñada para fabricación de núcleos.-** El diseño de la mesa figura 10 que se observa se utiliza posterior a realizar la búsqueda de varias alternativas, valorando costos y la necesidad del puesto de trabajo, ya que al ser más grande también incluye rodillos giratorios, así el operario solo tendrá que empujar los núcleos terminados cuando esté llena la mesa, evitando en lo posible pérdida de tiempo y transportes innecesarios.

*Figura 10. Mesa de trabajo diseñada*



# Sección II

## 2.4.4 Diagrama bimanual con propuesta de mejora

Tabla 9. Diagrama bimanual proceso mejora

Diagrama Bimanual													
Digrama Num.	Hoja Num.	1	de	1	Resumen								
Operación:	Ensamblado de Nucleo				Simbología		Izquierda		Derecha				
Lugar:	Evolgy				Actividad		Oper.	Tiem.	Oper.	Tiem.			
Elaborado por:						Operación	11	24	13	25,5			
INVESTIGADORES						Transporte	6	11,5	8	11,5			
						Sostener	0	0	0	0			
						Espera	7	21,5	5	20			
Método					Total		24	57	24	57			
Número	Descripción Mano Izquierda		Tiem. Seg.	Símbolo			Símbolo			Tiem. Seg.	Descripción Mano Derecha		Número
1	Espera		1								Alcanza arno hasta P2		1
2	Espera		0,5								Presiona boton de inicio		2
3	Espera		4								Espera		3
4	Coje lamina 1 en P1		0,8								Coje lamina 1 en P1		4
5	Mueve lamina 1 hasta PO		1,5								Mueve lamina 1 hasta PO		5
6	Posiciona lamina 1 en PO		2								Posiciona lamina 1 en PO		6
7	Espera		4								Espera		7
8	Coje lamina 2 en P1		0,8								Coje lamina 2 en P1		8
9	Mueve lamina 2 hasta PO		1,5								Mueve lamina 2 hasta PO		9
10	Posiciona lamina 2 en PO		3								Posiciona lamina 2 en PO		10
11	Espera		4								Espera		11
12	Coje lamina 3 en P1		0,8								Coje lamina 3 en P1		12
13	Mueve lamina 3 hasta PO		1,5								Mueve lamina 3 hasta PO		13
14	Posiciona lamina 3 en PO		3								Posiciona lamina 3 en PO		14
15	Espera		4								Espera		15
16	Coje lamina 4 en P1		0,8								Coje lamina 4 en P1		16
17	Mueve lamina 4 hasta PO		1,5								Mueve lamina 4 hasta PO		17
18	Posiciona lamina 4 en PO		3								Posiciona lamina 4 en PO		18
19	Espera		4								Espera		19
20	Coje lamina 5 en P1		0,8								Coje lamina 5 en P1		20
21	Mueve lamina 5 hasta PO		1,5								Mueve lamina 5 hasta PO		21
22	Ensambla lamina 5 en PO		3								Ensambla lamina 5 en PO		22
23													23
24													24
25													25
<b>TOTAL</b>			<b>47</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>47</b>	

## 2.4.5 Estudio de tiempos con propuesta de mejora

Tabla 10. Estudio de tiempo proceso mejorado

Nombre del Producto		ESTUDIO DE TIEMPOS										Elaborado por:		INVESTIGADORES							
Fabricación del nucleo		CICLOS										n	f	Tiempo Observado	Valoración del ritmo %	Tiempo Básico	Suplem. %	Tiempo estandar	Tiempo ciclo	Unid/Min	
Estudio de código	0,001	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Numero de Estudio	1												0	75	5,33	75,00	4,00	0,14	4,56	341,66	0,18
Descripción													0	75	15,92	75,00	11,94	0,14	13,61	1021,06	0,06
Doblado de chapa	1	5,50	5,35	5,42	5,41	5,25	5,26	5,31	5,28	5,24	5,26		0	75	5,33	75,00	4,00	0,14	4,56	341,66	0,18
Corte de chapa	2	16,00	16,03	16,05	10,03	15,90	15,92	15,96	15,80	15,79	15,75		0	75	15,92	75,00	11,94	0,14	13,61	1021,06	0,06
Ensamblaje de nucleo	3	25,50	25,43	25,43	25,42	25,35	25,40	25,35	25,14	25,20	25,12		0	75	25,34	100,00	25,34	0,14	28,88	2166,23	0,03

**Valoración del ritmo.-** La valoración del ritmo se calcula con los mismo de la tabla 6 ya que no modifica el ritmo de trabajo, debido a que el operario trabaja al máximo del ritmo proporcionado por la maquina Unicore,

**Inclusión de suplementos.-** Los suplementos para esta operación son los siguientes:

Tabla 11. Suplementos con proceso mejorado

SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	
Estrés mental (proceso completo)	1
Monotonía (nivel alto)	4
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

Con la instalación de la silla se puede eliminar el suplemento estar de pie que tenía una valoración de 2, influyendo directamente en el cálculo del tiempo estándar de fabricación.

**Tiempo estándar.-** El tiempo estándar tabla 12 para la fabricación de un núcleo es la sumatorio del tiempo ciclo que viene a ser 4524.75 segundos o bien 58.82 minutos, produciendo 1.66 unidades por hora con un rendimiento del 1.02 unidades por hora.

Tabla 12. Tiempo estándar con proceso mejorado

<b>Tiempo T. (min)</b>	<b>58,82</b>
<b>Rend/hora.</b>	<b>1,66</b>
<b>Unid/hora</b>	<b>1,02</b>

### 3. Resultados

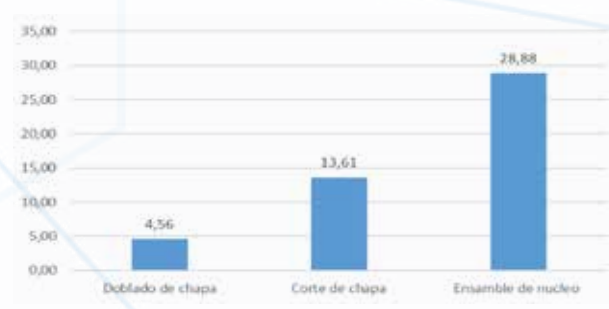
#### Tiempo estándar vs Tiempo estándar propuesto

Figura 11. Tiempo estándar propuesto



Como se observa en la figura 11 se aprecia los resultados obtenidos del proceso actual lo que nos permite calcular el número de núcleos producidos por hora.

Figura 12. Tiempo estándar actual



En la figura 12 se analiza los resultados obtenidos con los cambios realizados en el puesto de trabajo, instalación de dispositivos y eliminación de movimientos, se logra bajar el tiempo de producción por unidad de núcleo.

Tiempo utilizado en fabricar una unidad de núcleo dentro de línea de producción.

Figura 13. Tiempo de fabricación por unidad



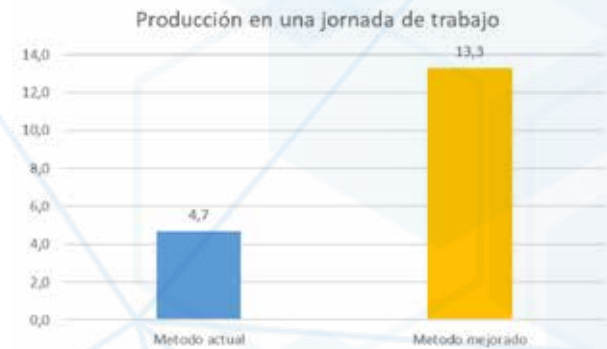
Figura 14. Unidades de núcleo por hora



**Análisis.-** Como se observa en la figura 13 se logra disminuir el tiempo de fabricación de una unidad de núcleo en 15.78 segundos, lo que significa que el operario aumentara su producción diaria. Mientras que en la figura 14 se logra duplicar la producción aumentando así la eficiencia del operario.

Producción de núcleos en una jornada de trabajo de 8 horas

Figura 15. Nivel de producción



**Análisis.-** Como muestra la figura 15 el cambio de proceso y el estudio dan resultados positivos aumentando la producción de 4.7 a 13.3 núcleos por jornada de trabajo.

## 4. Discusión

Durante este trabajo se logró identificar la habilidad de algunos trabajadores, poseen habilidades y técnicas adquiridas por el día a día de su labor, y de esta manera desarrollan su labor de manera ágil, sin descuidar la calidad de sus productos así mismo (Trabajo, 2008) señala que un método de trabajo deficiente que produzca movimientos innecesarios de las personas o de los materiales genera tiempo improductivo y aumento de costos. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, el proceso de fabricación de bobinas logra duplicar su producción, gracias a la estandarización de movimientos y con una correcta supervisión se puede corregir errores.

Por otra parte, como apunta (De la Garza, 2000) el trabajo implica cierta interacción social, los factores que afectan en su productividad se encuentran influenciados por procesos psicológicos y psicosociales complejos. Tal como sucedió en este estudio, los trabajadores que participan durante la producción de núcleos. Las personas, generalmente, forman los grupos con base en relaciones de parentesco. El trabajar en equipo y el poseer este tipo de relaciones (Duarte, 2006) motiva en cierto modo a mejorar el nivel de rendimiento ya que de ellos depende el resultado de los demás integrantes de su equipo.

## 5. Conclusiones

Se logró identificar el método más productivo detallado en el diagrama de proceso mejorado, el lugar, la sucesión de tareas estandarizadas y el personal presente en el ensamble de núcleos.

En los suplementos variables teníamos un 2 % por trabajar de pie, el que se elimina instalando una silla de banco giratorio, disminuyendo los tiempos del cálculo del tiempo estándar de fabricación.

Se define un nuevo método de producción estandarizando movimientos y en este caso eliminando dos movimientos, luego de aplicar el método de MTM -2.

### 6. Referencias

- Acero, L. C. (2016). Ingeniería de metodos, movimientos y tiempos. segunda edicion: Ecoe Ediciones.*
- Criollo, R. G. (2005). Estudio del trabajo Ingeniería de metodos y medicion del trabajo. Mexico: Mc Graw Hill.*
- De la Garza, T. E. (2000). El papel del concepto de trabajo en la teoría social del siglo XX. El Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo (pp. 15-35). Mexico: Colmex.*
- Duarte, E. (2006). Estudio de motivación, actitudes y productividad en empleados del sector maquilador del noroeste de México (Tesis doctoral en administración de negocios internacionales). Universidad, Mexicali, Baja California: CETYS.*
- Janania Abraham, C. (2008). Manual de Tiempos y Movimientos-Ingeniería de metodos. Mexico: Limusa.*
- Lago, E. (2016). INGENIERIA INDUSTRIAL - Metodos y tiempos con manufactura agil. Mexico: Alfaomega.*
- Márvel, M. R. (2011). La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores. Capital Intangible.*
- Meyers, F. E. (2000). Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil. México: Pearson Educación.*
- Niebel, B. W. (2004). Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Alfaomega.*
- Trabajo, O. I. (2008). Conclusiones sobre las calificaciones para la mejora de la productividad, el crecimiento del empleo y el desarrollo. Conferencia Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza. Organización Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza.*

## 7. Autores

Ana Álvarez Sánchez, Máster en Dirección e Ingeniería Industrial, ambos títulos obtenidos en Universidades de excelencia en Cuba, las investigaciones se han desarrollado en los campos de estudios, en las temáticas de Gestión Integrada de Capital Humano en el Sistema Nacional Bancario de Cuba, Administración Estratégica, Producción y Calidad, <http://www.uti.edu.ec/~utiweb/libros-y-revistas-digitales/ii-congreso-internacional-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/161>, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/202>

Luis Andrés Cumbajin Suarez, Estudiante Ingeniería Industrial -8vo nivel, Tecnólogo en mecánica Industrial, responsable, dinámico, con deseo de superaciones diarias, acoplado a todo tipo de trabajo, actitud para trabajar en equipo, eficiente y apto para llevar proyectos asignados.







SECCIÓN III

**SEGURIDAD Y AMBIENTE EN LA  
INDUSTRIA**

# Hábitos de consumo y disposición de pilas usadas y su impacto en el Medio Ambiente: Caso de estudio Universidad Tecnológica Indoamérica, campus Ambato - Quito

## Resumen

La identificación de los hábitos de consumo y disposición de pilas usadas en el caso de estudio: Comunidad de la Universidad Tecnológica Indoamérica, mediante la aplicación de encuestas de alcance familiar a una muestra representativa de los campus Ambato y Quito, permite evaluar las costumbres de compra, utilización, y disposición final de las pilas usadas; los datos resultantes facilitan caracterizar los tipos, volúmenes, componentes y demás detalles de las mismas, para priorizar y clasificar con la utilización de herramientas estadísticas, que orientan a la búsqueda bibliográfica y práctica de los impactos ambientales que se producen a los recursos Agua, Aire y Suelo; la disposición final de estos dispositivos, y posterior manejo de los residuos, cuantificará el nivel de impacto ambiental resultante de uso de las pilas en los dispositivos electrónicos frecuentes.

*Palabras clave: hábitos consumo, impacto ambiental, pilas usadas, residuos peligrosos*

**Hernán Espejo Viñán<sup>(1)</sup>**

(1) Ingeniería Industrial,  
Universidad Tecnológica Indoamérica,  
Quito, Ecuador  
hernanespejo@uti.edu.ec; heres.ec@  
hotmail.com

## Abstract

**T**he identification of the consumption habits and disposition of batteries used in the case study: Community of the Technological University Indoamérica, through the application of family surveys to a representative sample of the Ambato and Quito campuses, allows to evaluate the customs of purchase , use, and final disposal of used batteries; The resulting data make it easy to characterize the types, volumes, components and other details thereof, to prioritize and classify with the use of statistical tools, which guide the bibliographic and practical search of the environmental impacts that occur to the resources Water, Air and soil; the final disposal of these devices, and subsequent waste management, will quantify the level of environmental impact resulting from the use of batteries in frequent electronic devices

***Keywords: consumption habits, environmental impact, used batteries, hazardous waste***

# 1. Introducción

**¿Cómo afecta al ambiente nuestros hábitos de consumo y disposición final de pilas?**

El estudio de los hábitos de consumo y disposición de pilas usadas mediante la utilización de una encuesta aplicada a una muestra de los estudiantes, docentes y personal administrativo de los campus Ambato y Quito de la Universidad tecnológica Indoamérica, acompañada de una campaña de recolección de

pilas usadas, constituyen la materia prima para caracterizar (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México, 2004), el tipo de pilas que desechan los consumidores, la misma que servirá para valorar el nivel de impacto ambiental a los recursos Aire, Suelo y Agua, esta valoración se hará mediante la consulta bibliográfica y cálculos indirectos de concentración de los principales componentes de las pilas en los aspectos ambientales analizados.

# 2. Métodos

Estudio tendrá un enfoque mixto, que inicia con la aplicación de encuestas que permiten identificar los hábitos de consumos de las pilas y su disposición final, acompañada de campañas de recolección de las mismas, con la finalidad de identificar y caracterizar los componentes principales, con la ayuda bibliográfica y procedimientos matemáticos para la determinación de concentraciones de

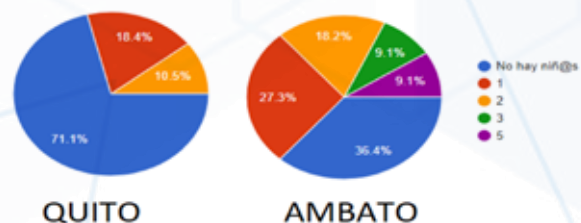
los contaminantes en los diferentes recursos ambientales y se identifiquen los niveles de impacto ambiental resultante de la disposición final de las pilas usadas.

La hipótesis planteada es: “El hábito de consumo y disposición final de las pilas usadas, incide en la contaminación ambiental”

# 3. Resultados

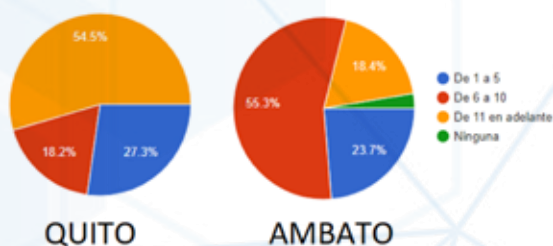
De los primeros datos resultantes de la encuesta aplicada a un grupo piloto de estudiantes de las sedes Ambato y Quito indican que, en Ambato, el 53% de las familias están compuestas de 3 a 4 miembros, y un 21% compuesta de 5 miembros, para el caso de Quito, el 36% están compuestas de 5 a 6 miembros, seguido de en 18% compuesto de 2 miembros.

Figura 1. Niños presentes en las familias encuestadas



Al consultar sobre la cantidad de dispositivos eléctricos que consuman pilas en el hogar se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 2.** Dispositivos electrónicos en las viviendas de las familias



Los principales aspectos que consideran al momento de comprar las pilas es la duración, el precio y la marca, siendo la más importante la duración.

En cuanto al nivel de pilas recargables que usan en los hogares, más del 50% no las utilizan, y de las campañas de recolección no sobrepasan el 2%

Por último, la mayor cantidad desecha las pilas usadas en la basura común, valor que se confirma con los datos presentados por el (INEC, 2017)

De la campaña de pilas realizada en el campus Quito, el 75 % son pilas alcalinas, lo que direcciona la investigación a este grupo, los niveles de contaminación que pueden alcanzar las pilas usadas en el agua son:

“Una pila de mercurio puede contaminar 600.000 litros de agua, cantidad que llegaría a consumir una familia en 1,6 años y una pila común o doble A, en cambio, puede contaminar 200.000 litros de agua”. (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2010)

Los niveles de contaminación en el Suelo y en el Aire no han sido posible localizar en estudios realizados sobre el tema, razón por la cual en esta investigación se determinarán estos parámetros con la finalidad de evaluar el impacto ambiental global.

Al ser el objetivo principal de la Investigación es analizar los Hábitos de Consumo y disposición final de las pilas usadas, mediante herramientas estadísticas a las encuestas aplicadas en los campus Ambato y Quito de la Universidad, y las campañas de recolección en los mismos lugares para identificar y caracterizar los niveles de contaminación en los recursos Agua, Aire y Suelo, resultantes. La contribución teórica del estudio será la valoración adecuada de los niveles de contaminación ambiental resultante, adicionalmente se podrá identificar otros aspectos relacionados con la disposición final de las pilas usadas realizadas luego de las campañas de control de la contaminación ambiental emprendidos por varios Municipios en el país.

### 4. Discusión

El análisis de los datos obtenidos comparativamente con lo expuesto por otros autores, muestra que la tendencia a la disposición de las pilas usadas se mantiene, se identifican los niveles de contaminación en

el recurso agua, que provocan las prácticas de disposición final de este tipo de residuos peligrosos, y muy poco se habla de los niveles de contaminación causados en los recursos Suelo y Aire resultante.

### 5. Conclusiones

Los datos revelan que aproximadamente el 45% de los encuestados desechan las pilas en la basura común, un porcentaje similar las guarda en su hogar, un 58% conoce del daño ambiental que producen las pilas, pero solo un 7% las deposita en los centros de recolección de desechos peligrosos, aun cuando el 24% de los mismos conoce de un punto de recolección de este tipo de residuos considerados peligrosos, por lo que se intuye que el principal factor para que esto suceda es la falta de conciencia del real daño ambiental resultante del inadecuado manejo de las pilas usadas.

### 6. Autores

Hernán Espejo Viñán, Ingeniero Químico y Magister en Gestión de la Producción Industrial por la Universidad Central del Ecuador; Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica; Consultor Senior en HERES Consultores Empresariales, en Producción y Productividad en Industria de Manufactura; Investigaciones en Producción; Productividad y Contaminación Ambiental.

## 7. Referencias

- Concejo Metropolitano de Quito. (2016, Septiembre 8). Ordenanza No. 0138. Ordenanza Metropolitana que Establece el Sistema de Manejo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador.*
- Distrito Metropolitano de Quito. (2019). Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano Quito. Retrieved 04 2019, from <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/>*
- INEC. (2017, Diciembre). Módulo de Información Ambiental en Hogares. Retrieved from [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec): [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares/Hogares\\_2017/DOC\\_TEC\\_MOD\\_AMBIENTAL\\_ENEMDU%202017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2017/DOC_TEC_MOD_AMBIENTAL_ENEMDU%202017.pdf)*
- Ministerio del Ambiente. (2019). Gobierno de la República del Ecuador, Ministerio del Ambiente. Retrieved 05 2019, from <http://www.ambiente.gob.ec/sumate-a-la-campana-ponte-pilas-recopila/>*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México. (2004). [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org). Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/539/53907205.pdf>*
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (2010). Revista Saber Más. Retrieved from <https://www.sabermas.umich.mx>: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/201-numero-2513/396-las-pilas-fuente-de-contaminacion-ambiental.html>*
- Autonell, J., Balcells, y otros. (2010). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica. Marcombo.*
- Banco Mundial. (2016). ¿Habrá suficiente agua para todos? Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de World Bank website: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/31/peru-habra-suficiente-agua-para-todos>*
- Calvo L. (1980). Comparación de demandas de diseño en sistemas eléctricos de distribución. - aplicación al área urbana de Quito (Escuela Politécnica Nacional).*
- CIEPI. Código Eléctrico Ecuatoriano, (1973).*
- Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.*
- Encalada, A. (2013). Implementación del sistema de pararrayos para los equipos de la estación base de la torre 1 de la radio universitaria 98.5 MHz (Universidad Nacional de Loja).*



# Sistema de mantenimiento: Programación en Excel

## Resumen

En la actualidad el uso tecnológico dentro de las industrias se ha vuelto vital para realizar los distintos tipos de procesos, contando con maquinaria e instalaciones que facilitan las cosas para que el operador realice su trabajo de manera más fácil, dentro de los procesos y puesta de funcionamiento de la producción hay veces que existen fallos que interrumpen las actividades que se están realizando y es por ello la importancia del mantenimiento, que tiene como objetivo mantener y alargar el ciclo de vida de los equipos, minimizando el impacto negativo de las fallas, previniendo los accidentes, riesgos y lesiones del trabajador con buenas condiciones de la maquinaria conservando así los bienes productivos en condiciones seguras de la operación. Para el logro del objetivo se realizan inspecciones periódicas organizadas con antelación, garantizando la eficacia y rentabilidad del mantenimiento. Aplicando los conocimientos adquiridos en la materia de mantenimiento industrial se ha creado una base de datos en excel para poner en práctica a una empresa que manejara todo tipo de maquinaria desde manuales hasta maquinaria automática siempre y cuando estén necesiten tener un plan de mantenimiento ya sea anual, mensual o diario con el fin de reducir costos. Se organizó y sistematizó el mantenimiento preventivo o correctivo clasificando cada tarea, generando ordenes de trabajo que serían adjuntadas en una nueva carpeta cada máquina y esta a su vez se almacenaría generando datos históricos de la misma.

**Palabras clave:** *Mantenimiento, Excel, Base de Datos, programado, Industrias, mantenimiento preventivo, correctivo.*

**Tiffany Brigith Pilaluisa Hernández<sup>(1)</sup>**

(1) Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador  
brill12962p@gmail.com

**Grace Estefanía Freire Zambrano<sup>(2)</sup>**

(2) Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador  
grace1\_estefy@hotmail.com

**Lesly Elizabeth Freire Zambrano<sup>(3)</sup>**

(3) Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador  
leslyfreire@hotmail.com

## Abstract

At present, the technological use within the industries has become vital to carry out the different types of processes, contacting machinery and facilities that facilitate things so that the operator performs his work in an easier way, within the processes and setting of production operation there are times that there are failures that interrupt the activities that are carried out and that is why the importance of maintenance, which aims to maintain and extend the life cycle of the equipment, minimizing the negative impact of failures, preventing accidents, risks and lessons of the worker with good machinery conditions thus keeping the productive assets in safe conditions of the operation. To achieve the objective, periodic inspections are organized in advance, guaranteeing the efficiency and profitability of maintenance. Applying the knowledge acquired in the field of industrial maintenance, a database has been created in Excel to implement a company that handles all types of machinery from manuals to automatic machinery as long as it is necessary to have an annual maintenance plan, monthly or daily in order to reduce costs. The preventive or corrective maintenance was organized and systematized by classifying each task, generating work orders that would be attached in a new folder each machine and this time they are stored generating historical data of the same.

***Keywords: Maintenance, Excel, Database, scheduled, Industries, preventive maintenance, corrective.***



### 1. Introducción

Este proyecto fue desarrollado por Estudiantes de Octavo nivel de la carrera de ingeniería industrial, realizándose un plan de mantenimiento preventivo y correctivo dependiendo de la criticidad del equipo o maquinaria que se vaya a planificar. Esta base de datos es vital el correcto mantenimiento dentro de una industria caso contrario no habría una buena ejecución de la producción existiendo fallos que acarrearían problemas de salud a los trabajadores, multas y pérdidas económicas por deterioro y desgaste innecesarias que pudieron ser evitados con un correcto mantenimiento.

Mediante visitas técnicas o salidas de campo realizadas por parte de ingenieros de la Universidad se ha gestionado la salida de campo a la empresa Indulcasa S.A donde se pudo evidenciar la cantidad de equipos y maquinas que se usan para cada proceso es decir cada zapato que se realiza ya que dentro de Indulcasa se tiene varios modelos y diseños. Por lo cual nos hemos basado en Indulcasa S.A como ejemplo para la realización de esta base de datos en excel, mediante programación en Macros y Visual basic, formula como si, no, condicional entre otras para lograr que la documentación y programación sea la correcta pudiendo ser este implementado en otra área y otra empresa y sea factible y fácil de usar. (Indulcasa S.A, 2019)

### 2. Métodos

Para la realización del proyecto se determinaron los siguientes:

1. Realizar el análisis de los equipos de la empresa y codificarlos significativamente.
2. Analizar el funcionamiento de la maquinaria y clasificarla en: Crítico, Importante o Imprescindible.
3. Realizar formatos de órdenes de trabajo para un mejor control del mantenimiento

4. Seleccionar el modelo de mantenimiento para cada máquina según su nivel de criticidad.
5. Asignación de tareas de mantenimiento a los equipos por sus modos de fallo.
6. Planificar calendario de rutas y gamas de mantenimiento preventivo.
7. Propuesta de hojas de Excel para un control del mantenimiento preventivo que se acopla a cualquier empresa.

### 3. Resultados

Para la presentación y funcionamiento de la programación del Sistema de mantenimiento se realiza formatos e informas que serán almacenados en una base de datos para aportación de históricos. (Indulcasa S.A, 2019)

Figura 1. Ingreso de equipos

FECHA	AREA	EQUIPO	SISTEMA	CANTIDAD
18/07/2019	MANIPULACIÓN	CORAJOGA	HIDRÁULICO	1
18/07/2019	MANIPULACIÓN	TRIOQUELADORA DE BANDERA	ELECTRICO	1
18/07/2019	MANIPULACIÓN	CAMBREADORA DE PLANILLA	HIDRÁULICO ELECTRICO	1
18/07/2019	CORTUBA	ARMADORA DE PUNA CERNA	HIDRÁULICO	1
18/07/2019	CORTUBA	ASERRAS TALÓN	ELECTRICO	1
18/07/2019	CORTUBA	FILTREADORA	ELECTRICO	1
18/07/2019	SERVICIO Y SEGURIDAD	BOBINA DE AGUA	HIDRÁULICO	1
18/07/2019	SERVICIO Y SEGURIDAD	CASERNA DE AGUA	ELECTRICO	1
18/07/2019	SERVICIO Y SEGURIDAD	CASERNA DE AGUA	MECANICO	1
18/07/2019	EQUIPO DE MANTENIMIENTO	CARTILLA HIDRÁULICA	HIDRÁULICO	1
18/07/2019	MANIPULACIÓN	BOBINA	HIDRÁULICO	1
18/07/2019	AUTOMATIZACIÓN	MOTOR REDUCTOR	ELECTRICO	1

Se realiza la codificación automática de los equipos aquí se va a separar por equipos, áreas y sistema por el que funciona el equipo.

Figura 2. Codificación automática de equipos

AREA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COD. BUNKY
1	CO	CORAJOGA	1-1001
1	TR	TRIOQUELADORA DE BANDERA	1-1101
1	CA	CAMBREADORA DE PLANILLA	1-10A1
2	AR	ARMADORA DE PUNA CERNA	1-24R1
2	AS	ASERRAS TALÓN	1-24R1
2	FI	FILTREADORA	1-3R1
2	BO	BOBINA DE AGUA	1-3R01
2	GE	GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	1-30E1
2	CI	CASERNA DE AGUA	1-30C1
4	CI	CASILLA ELÉCTRICA DE PUNTA	1-4C1
4	CA	CARTILLA HIDRÁULICA	1-4CA1
18	PL	PLC	1-5PL1
18	MO	MOTOR REDUCTOR	1-5MO1

Una vez ingresado el equipo y verificado su área y sistema automáticamente pasa a otra hoja de cálculo de Excel donde saldrá que codificación fue asignada y a partir de ahí ese será el nombre del equipo.

Figura 3. Análisis de criticidad en los equipos

ÁREA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE EQUIPO
1	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS
2	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS
3	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS
4	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS	MANIPULACIÓN DE EQUIPOS

Para verificar y dar una programación correcta se establece la criticidad de cada equipo con el fin de poder saber qué tipo de mantenimiento, tareas y modo de fallo corresponde al equipo.

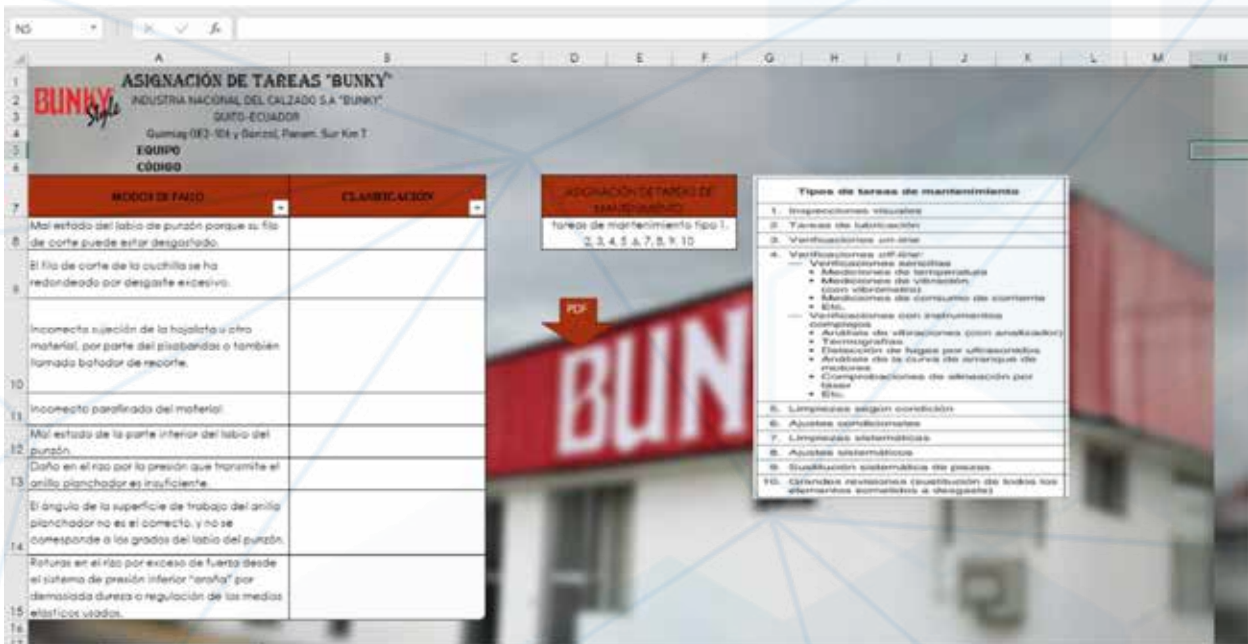
Para la asignación de tareas se determina si el equipo es de disponibilidad alta, disponibilidad media y poca disponibilidad, de acuerdo a la criticidad y ya teniendo asignada la tarea se puede determinar qué modelo de mantenimiento.

Figura 4. Asignación de tareas

Tipo de tareas de mantenimiento	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
1. Inspecciones rutinarias	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
2. Tareas de lubricación	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
3. Verificaciones on-line	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
4. Verificaciones off-line	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
5. Limpieza según condiciones	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD
6. Asesorías continuas	SECCIONES DE DISPONIBILIDAD

En la hoja número 5 se contará con la asignación de tareas, en esta parte se deberá tomar en cuenta los tipos de mantenimiento en cada punto se podrá obtener una clasificación por cada modo de fallo y además el documento final se conseguirá convertir en formato de PDF.

# Sección III



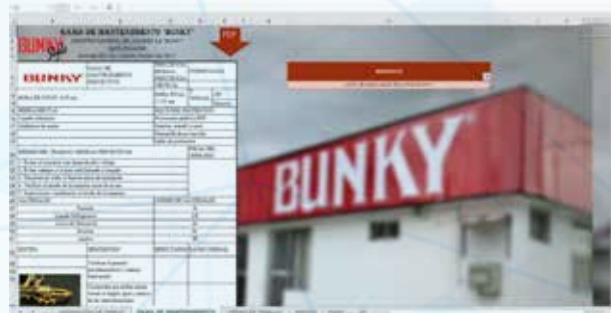
Documento de asignación de tareas en formato PDF.

Figura 5. Formato PDF de asignación de tareas por equipo



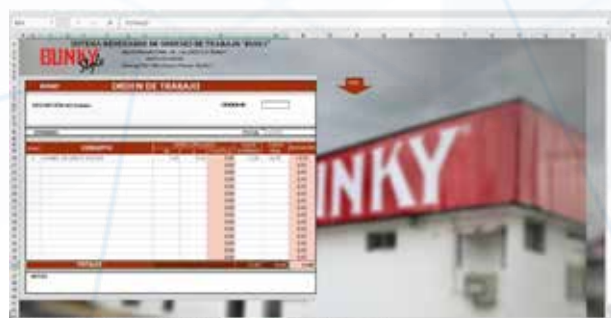
Esto beneficia a la empresa que use este sistema ya que todos los datos más relevantes e importantes se pueden almacenar como medio digital e imprimirse ya sea el caso de que se necesite facilitar la información al técnico de mantenimiento.

Figura 6. Gama de Mantenimiento



La gama de mantenimiento ayudará a dar a conocer todos los datos del equipo con los materiales que serán adecuados para la misma al igual que las herramientas con las que se puede trabajar en ella y los riegos a los que se encontraran expuestos, este documento se podrá convertir en PDF y a su vez encontraremos los manuales de los equipos.

Figura 7. Orden de trabajo



En la hoja número 7 se encontrará las órdenes de trabajo, donde se describirá la unidad con la se contará, el concepto; es decir se debe describir lo que se va a realizar y el motivo del trabajo, el tiempo empleado, el coste estimado, coste final y la desviación. Este documento también tiene la facilidad de convertirlo en PDF.

Figura 8. Indicadores de Mantenimiento



El indicador de gestión del mantenimiento trabajará con toda el área, en esta hoja se podrá añadir el código de cada equipo, su prioridad de realización, acompañada de su cumplimiento, junto con su avance, el tiempo de retraso en caso de tenerlo, el sistema con el que se trabaja y su tiempo estimado en resolver el problema, el mismo que será añadido en minutos.

Figura 9. Datos informativos de cada equipo dependiendo las ordenes de trabajo activo.



Datos informativos son los que fueron llenados con anterioridad, en el mismo saldrá la tabla completa con toda la información necesaria para contar con un conocimiento óptimo del área en la que se va a trabajar, además contamos con un botón de índice, el cual se irá actualizando de acuerdo a los equipos que vayan entrando a la planta.

### 4. Discusión

Para dar resultado a las empresas con un buen manejo de su mantenimiento, se creó la propuesta de sistema de gestión de mantenimiento preventivo, el cual permite ingresar los datos históricos de la empresa y se acopla a nuestro sistema.

Nuestro sistema cuenta con:

1. Codificación de equipos
2. Elección del modelo de mantenimiento
3. Análisis de modos de fallo y la asignación de tareas
4. Gamas y rutas de mantenimiento preventivo
5. Ingreso de datos de datos por equipo
6. Permite generar órdenes de trabajo
7. Índice de disponibilidad de equipo
8. Índices de cumplimiento del mantenimiento.

### 5. Conclusiones

Para un buen mantenimiento se debe tener datos históricos de todos los equipos para llevar una correcta gestión de mantenimiento, mientras más años tengan los datos históricos es mucho mejor porque indica resultados más realistas.

La gama de mantenimiento permite determina los riesgos a los que se encuentra expuesto el sistema procesando los datos del equipo con los materiales adecuados.

El programa para un correcto procesamiento de la información podrá convertirse en PDF y a su vez procesar los manuales de los equipos.

## 6. Referencias

- Campbell, John D. and Reyes-Picknell, James (2006), Uptime, 2nd Edition: Strategies for Excellence in Maintenance Management, Productivity Press, ISBN 978-1-56327- 335-3*
- Inducal S.A. (12 de marzo de 2019). Bunky. Obtenido de <http://www.bunky.com.ec/>*
- García, S. (2012). Ingeniería de Mantenimiento. Renovetec.*
- Leflar, James (2001), Practical TPM: Successful Equipment Management at Agilent Technologies, Productivity Press, ISBN 978-1-56327-242-4*
- Valdivieso, J. C. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa extruplas s.a. cuenca.*
- Valdés, J., y San Martín, E. (2009) Tesis: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast.*
- Japan Institute of Plant Maintenance (1996), TPM for Every Operator, Productivity Press, ISBN 978-1-56327-080-2*
- Womack, J.P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990): “The machine that changed the world”, Rawson Associates, New York.*
- Womack, J. P.; Jones, D. T. (1996): “Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation”, Free Press, New York.*

### 6. Referencias

Tiffany Brigith Pilaluisa Hernandez, nació en la ciudad de Quito el 05 de abril de 1997, estudiante de 9no semestre de la carrera de ingeniería industrial, en la Universidad Tecnológica Indoamerica Sede Quito. Campos de interés en el desarrollo de sistema de gestión de mantenimiento, Calidad y Automatización Industrial.

Grace Estefanía Freire Zambrano, nació en la ciudad de Quito el 13 de agosto de 1996, Estudiante (9no semestre) de Ingeniera Industrial, en la Universidad Tecnológica Indoamérica Quito, cuenta con un título de Cosmetología realizado en el Centro de Capacitación Ocupacional Kary Gloss. Campos de interés en el desarrollo de sistema de gestión de mantenimiento.

Lesly Elizabeth Freire Zambrano. nació en la ciudad de Quito el 15 de agosto de 1997. Estudiante del 9no semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, en la Universidad Tecnológica Indoamérica. campos de interés en el desarrollo de la gestión del mantenimiento y los procesos en la industria.