

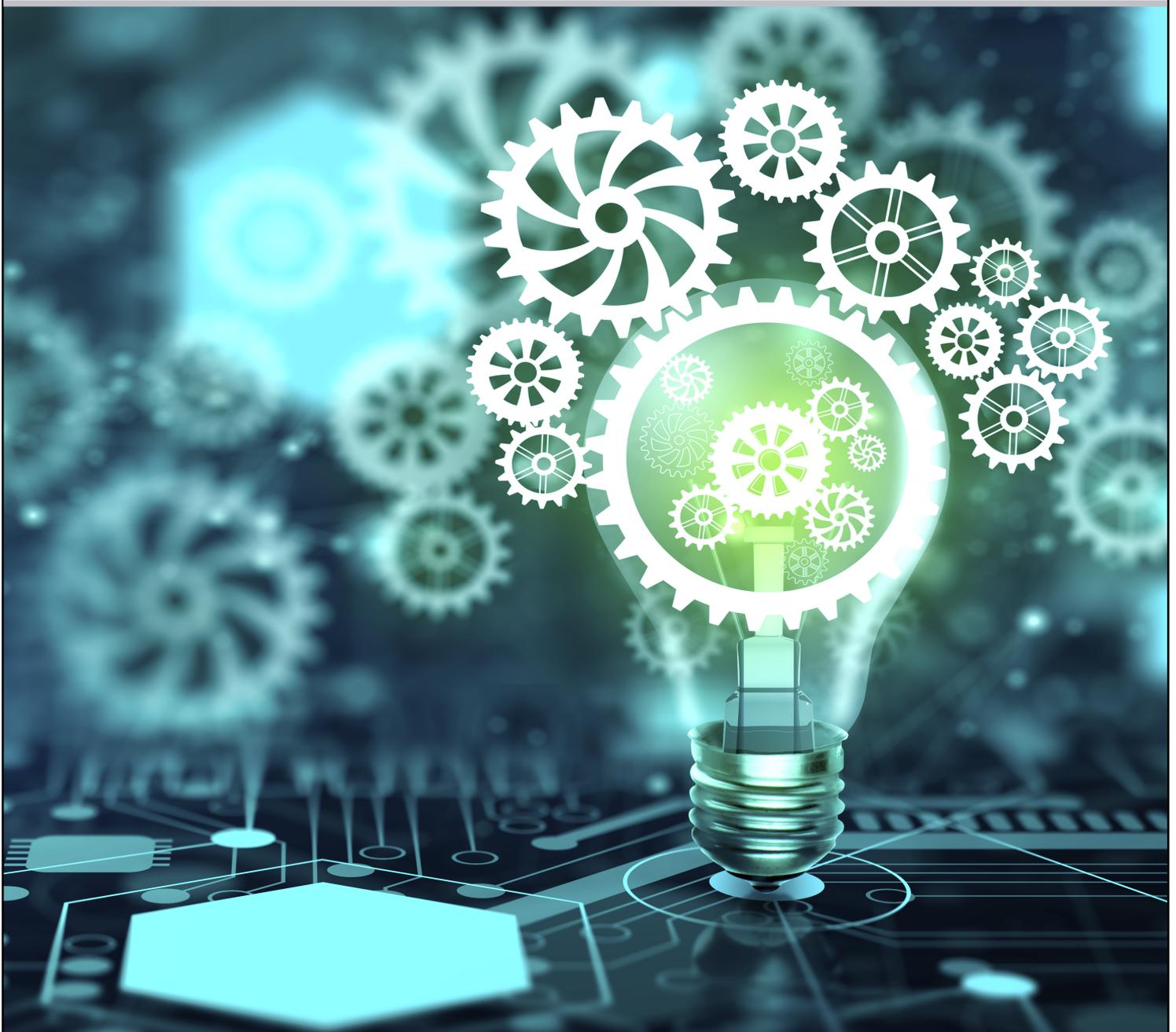
ISSN: 2683-1597



Project Design and Management

Enero - Junio, 2022

VOL. 4 NUM. 1



<https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management>

EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL

Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe

Luis Alonso Dzul López. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Roberto Alvarez. Universidad de Buenos Aires, Argentina

Editores Asociados / Associate Editors / Editores associados

Alina Eugenia Pascual Barrera. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Ernesto Bautista Thompson. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Lazaro Cremades Oliver. Universidad Politécnica de Cataluña
José Bazurto Moral. Universidad Internacional Iberoamericana, Ecuador
José del Carmen Zavala Loría. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Santos Gracia Villar. Universidad Europea del Atlántico

Secretaria / Secretary / Secretário

Beatriz Berrios Aguayo. Universidad de Jaén, España
Cristina Arazola Ruano. Universidad de Jaén, España
Sara Suarez Manzano. Universidad de Jaén, España

Consejo Científico Internacional / International scientific committee / Conselho científico internacional

Miguel Angel López Flores Instituto Politécnico Nacional, México
Brenda Brabo Diaz. Instituto Politécnico Nacional, México
Lázaro Cremades. Universidad Politécnica de Cataluña, España
Fermín Ferriol Sánchez. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Miguel Ysrrael Ramírez Sánchez, Universidad Internacional Iberoamericana, México
Armando Anaya Hernández. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Ramón Pali Casanova. Universidad Internacional Iberoamericana, México
Jorge Crespo. Universidad Europea del Atlántico, España
María Luisa Sámano, Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Cantabria, España
Carmen Varela. Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Cantabria, España
Alejandro Ruiz Marín, Universidad Autónoma del Carmen, México
Asteria Narváz García. Universidad Autónoma del Carmen, México
Ricardo Armando Barrera Cámara. Universidad Autónoma del Carmen, México
Claudia Gutiérrez Antonio. Universidad Autónoma de Querétaro, México
Felipe André Angst. Universidad Católica de Mozambique, Mozambique
Luis Borges Gouveia. Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Rodrigo Florencio da Silva. Instituto Politécnico Nacional, México.
Charles Ysaacc da Silva Rodrigues. Universidad de Guanajuato, México.

Patrocinadores:

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana
Universidad internacional Iberoamericana. Campeche (México)
Universidad Europea del Atlántico. Santander (España)
Universidad Internacional Iberoamericana. Puerto Rico (EE. UU)
Universidade Internacional do Cuanza. Cuito (Angola)

Colaboran:

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de Cantabria (CITICAN)
Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) - Universidad de Jaén

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Campeche (CITTECAM) - México

SUMARIO ● SUMMARY ● RESUMO

- Editorial6
- El método MACTOR para analizar los procesos de gestión de los proyectos y programas de desarrollo en África7
The MACTOR method for analysing the management processes of development projects and programmes in Africa
Gaston Assontia Djoudji, Roger Kolokosso en Bediang, Jean Joël Begnikin. Universidad Internacional Iberoamericana - UNINI (Camerún) / Institut Supérieure de Management Public (ISMP) de Yaoundé (Camerún) / Université de Yaoundé 1 (Camerún)
- Egobierno: sistema de información para el seguimiento de indicadores y su incidencia en la producción judicial - caso Perú20
Egovernment: information system for the monitoring of indicators and their impact on judicial production - case of Peru
Alberto Johnatan Flor Rodríguez, Jon Arambarri, Saúl Domingo Soriano. Universidad Privada de Tacna (Perú) / Universidad Europea del Atlántico (España) / Fundación Universitaria Iberoamericana (España)
- Gestión de proyectos empresariales en el eje de gestión de recursos humanos: impacto de las prácticas de gestión de recursos humanos en la productividad de las pymes agroalimentarias camerunesas36
Management of business projects in line with HRM: impact of human resources management practices on the productivity of cameroonian agri-food SMEs
Djiowou Youmbi, Song Antoinette. Universidad Internacional Iberoamericana (Camerún) / Universidad Internacional Iberoamericana (México)
- Gestión de proyectos en tesis de titulación universitaria52
Project management in university capstone projects
Miguel Ángel Rojas Sánchez, Carlos Eduardo Uc Rios. Universidad Internacional Iberoamericana (Uruguay) / Universidad Internacional Iberoamericana (México)
- Cursos abiertos masivos en línea (MOOC) y capacitación del personal: la experiencia del sistema penitenciario costarricense69
Massive open online courses (MOOC) and staff training: the experience of the Costa Rican penitentiary system.
Marianella Granados Saavedra, José Luis Canto-Ramírez. Universidad Estatal a Distancia San José (Costa Rica) / Universidad Pedagógica Nacional (México)
- Seguimiento y control de ganado vacuno mediante geoposicionamiento91
Monitoring and control of cattle by geopositioning
Marcelo Alejandro Toledo. Universidad de la Cuenca del Plata (Argentina)
- Reciclaje de neumáticos y rentabilidad en empresas de mantenimiento y reparación de vehículos automotores de la región del Maule 114
Tire recycling and profitability in automotive vehicle maintenance and repair companies in the Maule region
José Bernardo López Rojas, Ramón del Jesús Palí Casanova. Universidad Internacional Iberoamericana (México)

- Hacia el rescate de una cultura constructiva de morteros con materiales y técnicas constructivas tradicionales para una correcta intervención patrimonial..... 128
Towards the rescue of a constructive culture of mortars with traditional construction materials and techniques for a correct patrimonial intervention
Angel Vicente Silva Cascante, María Inés Calvo Barriga, Carlos Andrés Vásquez Mora, Guadalupe Del Rosario. Universidad Catolica de Leuven (Ecuador) / Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador) / Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Ecuador) / Silva & Uría - Construcción y Restauración (Ecuador)

Editorial

En este nuevo número, MLS Project Design & Management presenta, de nueva cuenta, el trabajo en conjunto de nuestro grupo de colaboradores destacando, como herramienta primordial, la innovación en el desarrollo científico-tecnológico. De la misma manera, enfatiza el trabajo colaborativo e integral como pieza clave en el desarrollo de conocimientos culturales y sociales para el diseño de nuevos proyectos. En esta nueva edición, presentando 8 trabajos seleccionados, se abordan temáticas como la gestión de proyectos, la implementación de Sistemas de Información para Indicadores de Gestión y el uso de MOOC (Massive Open Online Course) para capacitación del personal del Sistema Penitenciario Costarricense, incluyendo también temas sobre el uso de tecnología GPS para seguimiento y control en tiempo real del ganado vacuno, el reciclaje de neumáticos y la dosificación adecuada de materiales tradicionales para restauración arquitectónica.

En el primer artículo, se presenta una revisión sistemática del método MACTOR, una aplicación para el análisis de las interacciones humanas que permite identificar a todos los actores que intervienen en un proyecto, siendo de gran importancia para la gestión de los proyectos de desarrollo en la identificación de sus puntos fuertes y débiles. Con el segundo artículo, a través de un diseño cuasiexperimental y un corte de investigación longitudinal, se determinó la eficacia de implementar un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión en el incremento de sentencias o autos finales de los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna, durante el año 2019.

Por su parte, el tercer artículo se enfoca en la gestión de proyectos para grandes empresas centrándose en la existencia de un vínculo entre la gestión de recursos humanos y la gestión de proyectos PYME. Este trabajo deja una línea de investigación importante ante el cuestionamiento sobre la necesidad de explorar esta perspectiva de investigación. En el cuarto artículo, se utilizó un enfoque cuantitativo de carácter no experimental, donde se analizaron los datos provenientes de 349 proyectos de tesis de titulación universitaria de carreras de ciencias de la computación provenientes de dos universidades, centrados en 3 metodologías de gestión: Project Management Institute (PMI), una específica para proyectos de software y el framework SCRUM.

Posteriormente, en el quinto artículo, se realizó un trabajo de investigación para determinar y priorizar los requerimientos de capacitación del personal del Sistema Penitenciario Costarricense, a fin de analizar la factibilidad de satisfacerlos mediante el uso de MOOC (Massive Open Online Course). El estudio también incluyó la identificación de diversas plataformas que ofrecen MOOC aplicables a la satisfacción de los requerimientos del personal del Sistema Penitenciario Costarricense. Por otro lado, a través del desarrollo de un prototipo para determinar la ubicación en tiempo real del ganado vacuno se utilizó, en el sexto artículo, un Sistema de Posicionamiento Global basado en la tecnología GPS, solicitando a los satélites coordenadas de posicionamiento. Sin duda su importancia radica en poder realizar un seguimiento y control en tiempo real de los animales y así, combatir el robo y controlar la salud de los mismos.

Continuando con el séptimo artículo, se analiza el creciente mercado del caucho disponible para reciclaje con un diseño descriptivo transversal, utilizando un caso real de la región del Maule en Chile y el software estadístico SPSS, para identificar, mediante una búsqueda bibliográfica, la población de empresas que generan neumáticos. De esta manera, fue posible considerar un modelo sistémico compuesto por entradas, procesos y salidas, además de normas y recursos que permitieron establecer la discusión y conclusiones del trabajo. Finalmente, en el último artículo de este número, se establece el uso de materiales tradicionales para restauración a partir del comportamiento mecánico de las nuevas dosificaciones. El

objetivo fue realizar una comparación entre cada uno de los ensayos mecánicos para poder establecer la mejor dosificación para ser utilizada en un proceso de restauración arquitectónica.

Antes de finalizar esta editorial, es importante para todos los que colaboramos en este nuevo proyecto el agradecer al equipo de colaboradores, informático y técnico, así como a la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) y a las Universidades que han proporcionado todo el apoyo material para que este número pueda llevarse a cabo, con la convicción de que estamos en el camino correcto hacia el reconocimiento internacional.

Dr. Luis A. Dzul López
Dr. Roberto M. Álvarez
Editores Jefe

PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT

ISSN: 2683-1597



Cómo citar este artículo:

Assontia Djoudji, G., Kolokosso à Bediang, R. & Joël Begnikin, J. (2022). El método MACTOR para analizar los procesos de gestión de los proyectos y programas de desarrollo en África. *Project, Design and Management*,4(1), 7-19. doi: 10.35992/pdm.4vi1.835

EL MÉTODO MACTOR PARA ANALIZAR LOS PROCESOS DE GESTIÓN DE LOS PROYECTOS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO EN ÁFRICA

Gaston Assontia Djoudji

Universidad Internacional Iberoamericana - UNINI (Camerún)

gaston.assontia@doctorado.unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0001-9458-8180>

Roger Kolokosso en Bediang

Institut Supérieure de Management Public (ISMP) de Yaoundé (Camerún)

kolokosso@yahoo.fr

Jean Joël Begnikin

Université de Yaoundé 1 (Camerún)

bjeanjoel@yahoo.fr

Resumen. La proliferación de proyectos de desarrollo en África en general y en Camerún en particular durante la última década contrasta con sus resultados que en la mayoría de los casos son ambiguos. Estas actuaciones dependen en gran medida de las estrategias y decisiones adoptadas por los actores que interactúan. El análisis estratégico es, por tanto, un enfoque fundamental para comprender mejor los resultados de los programas de desarrollo. En este marco encaja el método MACTOR (Godet, 2007), una aplicación de la racionalidad actancial en el análisis de las interacciones humanas. Permite identificar a todos los actores activos y pasivos que intervienen en un proyecto y definir la matriz de alianzas, conflictos, estrategias, tácticas y objetivos que persiguen estos actores. Este método abre la vía a un análisis activo de la gestión de los proyectos de desarrollo para identificar mejor sus puntos fuertes y débiles. Este artículo es una revisión sistemática de las cuestiones en juego en este método y su aplicación en el contexto camerunés. Destaca los determinantes teóricos del método y su relevancia en el análisis de gestión de proyectos bajo una racionalidad actancial.

Palabras clave: MACTOR, actores, partes interesadas, proyecto, programa.

THE MACTOR METHOD FOR ANALYSING THE MANAGEMENT PROCESSES OF DEVELOPMENT PROJECTS AND PROGRAMS IN AFRICA

Abstract. The proliferation of development projects in Africa in general and in Cameroon in particular over the last decade contrasts with their performance, which in most cases remains mixed. These performances depend to a large extent on the strategies and decisions taken by the interacting actors. Strategic analysis is therefore a fundamental approach to better understand the performance of development programs. The MACTOR method (Godet, 2007) fits into this framework; an application of actantial rationality in the analysis of human interactions. It makes it possible to identify all of the active and passive actors involved in a project and to define the matrix of alliances, conflicts, strategies, tactics, and objectives pursued by these actors. This method opens the way to an actantial analysis of the management of development projects in order to better identify their strengths and weaknesses. This article is a systematic review of the issues at stake in this method and its application in the Cameroonian context. It highlights the theoretical determinants of the method and its relevance in the managerial analysis of projects under an actantial rationality.

Keywords: MACTOR, actors, stakeholders, project, program.

Introducción

El cambio social es una empresa delicada y sensible. En los países en desarrollo, el cambio social y económico es una necesidad para erradicar la pobreza y la desigualdad social. Para alcanzar este ideal, los países en desarrollo están construyendo conjuntamente programas económicos y sociales para mejorar las condiciones de vida de sus poblaciones. Estos países están avanzando decididamente hacia una perspectiva de planificación del desarrollo a través de proyectos e Iniciativas de Ganancia Rápida (IRR). Si bien estas iniciativas son encomiables, los resultados esperados son más bien mixtos. Se diseñan y aplican varios programas de desarrollo, pero la pobreza persiste y el subdesarrollo se mantiene. En estas condiciones, es lógico suponer que el problema no solo radica en la racionalidad de la planificación del desarrollo, sino especialmente en las interacciones entre los actores que participan en estos proyectos. Para verificar esta hipótesis es necesario movilizar métodos sencillos y prácticos para evaluar el rendimiento de los proyectos de desarrollo desde una perspectiva estratégica. Aquí es donde entra en juego el método MACTOR.

El análisis estratégico de las organizaciones comenzó con Michel Crozier y Erhard Friedberg en 1977. En su bestseller *El actor y el sistema*, el ser humano es visto como un actor racional que razona, piensa y actúa de forma oportunista para satisfacer sus necesidades. Establece objetivos y aplica estrategias y medios para alcanzarlos. Siguiendo a Crozier, Godet (2007) desarrolla un enfoque más operativo y adecuado para entender las estrategias de los actores pasivos y activos que participan en los proyectos de desarrollo. Este enfoque, conocido como método *MACTOR* (Método ACTores, Objetivos, Relaciones de poder), es el objeto del presente estudio. Es un método transversal aplicable a todas las situaciones sociales y económicas en las que interactúan los actores sociales. En este caso, el contexto estudiado es el del proyecto de desarrollo. Se trata de un proyecto de desarrollo en el que intervienen varias partes interesadas directas e indirectas y en el que interactúan varios agentes de desarrollo que desempeñan funciones diferentes, complementarias o contradictorias.

Este documento reflexiona sobre la aplicación del método MACTOR en el contexto de los proyectos de desarrollo en los países en desarrollo. El objetivo es poner de relieve la

relación entre el análisis estratégico del comportamiento y el rendimiento de los proyectos de desarrollo. En concreto, se trata de demostrar que el método MACTOR sigue siendo un marco adecuado para el análisis estratégico y cognitivo-conductual de los actores implicados en los proyectos de desarrollo y que tiene importantes consecuencias para el rendimiento de estos proyectos. Por ello, el artículo es de interés para varios campos científicos, como la gestión de proyectos, la psicología económica y la psicología organizativa. Su estructura es trípica, desarrollando en la primera parte la aplicabilidad del método en el contexto de los proyectos de desarrollo, declarando en la segunda parte las especificidades del método y proponiendo en la tercera parte perspectivas sobre el método.

Método

Datos y recogida de datos

Esta reflexión ha sido posible gracias a la explotación de datos y al acceso a fuentes documentales en varios sitios, en particular el Cahier du Laboratoire d'Investigation en Previsión, estrategia y organización (Lipsor). No se excluyó la explotación de bases de datos o plataformas electrónicas dedicadas a la investigación: Cairn.info; JSTOR; ScienceDirect; Society and Business Review; Academy of Management Journal; Systems Research; érudit.org; googlescholar.com; African Journals OnLine (ajol.info); semantic Scholar; emerald insight.com; Journal of Management Studies; Research in Organizational Behaviour; RIMHE: Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise; se visitaron sitios que destacan las tesis doctorales publicadas, como thèse.fr, etc.

Aplicabilidad en el análisis estratégico de proyectos de desarrollo

Un proyecto de desarrollo es una iniciativa económica temporal cuyo objetivo es construir infraestructuras o corregir disfunciones estructurales o sociales. En otras palabras, un proyecto de desarrollo es un plan de acción, una estructura operativa que moviliza a los actores para alcanzar los objetivos de desarrollo. Así, el proyecto de desarrollo es una obra de planificación estratégica y operativa. Para su puesta en marcha, el proyecto reúne a diferentes actores y les asigna funciones y objetivos de rendimiento a alcanzar. Además de los objetivos del proyecto, los coprotagonistas tienen sus propios objetivos personales, que también son variables discretas que afectan a la consecución de los objetivos del proyecto.

Los proyectos de desarrollo implican diversas cuestiones psicosociales y económicas. Los actores implicados en los proyectos desempeñan diferentes papeles, persiguen objetivos específicos y utilizan recursos y medios de acción de carácter financiero, material, comunicativo y psicológico. Lo que está en juego en la ejecución de proyectos de desarrollo es muy importante. Esto da lugar a dos tipos de interacciones: por un lado, las interacciones conflictivas (antipatías, influencias interpersonales, inter e intragrupal, amenazas, manipulaciones, etc.); y, por otro lado, las interacciones por acomodación (amistades, proximidades, alianzas, lazos sociales, negociaciones, etc.). Estas interacciones darán lugar a relaciones de poder entre los actores implicados en la consecución de los objetivos del proyecto. Estos actores, principales animadores del escenario del proyecto de desarrollo, influirán de una u otra manera en la consecución de los objetivos de desarrollo.

Especificidades del método MACTOR

Presentación del método

El método del "*juego de los actores*" fue desarrollado en 1989-1990 por François Bourse y Michel Godet. El método MACTOR (Método ACTores, Objetivos, Relaciones de

poder) propone un enfoque de análisis del conjunto de actores y una serie de herramientas que permiten tener en cuenta la riqueza y la complejidad de la información a tratar, proporcionando al analista resultados intermedios que arrojan luz sobre determinadas dimensiones del problema en cuestión. En otras palabras, se trata de describir un sistema mediante una matriz de actores que vincula todos los elementos constitutivos de este sistema. A partir de esta descripción, este método pretende estimar las relaciones de poder entre los actores y estudiar su convergencia y divergencia con respecto a un determinado número de cuestiones y objetivos asociados. El uso del método también permite comprender las alianzas y los conflictos de un ecosistema de partes interesadas y proporciona un análisis de los resultados probables de las cuestiones en juego (objetivos consensuados/disensos). Pero también, si es necesario, proporciona a un actor una ayuda en la toma de decisiones para la aplicación de su política en interacciones en las que abunda el juego de alianzas y los conflictos probables vinculados a la aplicación de su política (Godet, 2004; Godet, 2008; Godet y Durance, 2011).

Las fases del método

Peerboccus (2021) propone una iteración en siete pasos sucesivos frente a los cinco de Godet (2007):

1 - Construir el cuadro de estrategia de las partes interesadas

Este cuadro se utiliza para representar las metas de cada actor, sus objetivos, problemas y medios de acción.

2 - Identificar las cuestiones estratégicas y los objetivos asociados

Los actores del sistema persiguen proyectos múltiples y variados. La combinación de interacciones revela un cierto número de cuestiones estratégicas en las que los actores tendrán objetivos convergentes o divergentes.

3 - Posicionamiento de cada actor en relación con los objetivos estratégicos

Se trata de describir la actitud actual de cada actor sobre cada objetivo.

4 - Priorizar los objetivos de cada actor

El método propone precisar el número de objetivos estratégicos en los que los actores, tomados de dos en dos, convergen o divergen.

5 - Analizar la estructura de influencias directas e indirectas entre los actores y calcular las relaciones de poder.

Las herramientas MACTOR, que permiten poner de relieve ciertas dimensiones del problema, deben desaparecer: sólo la inteligencia colectiva y el conocimiento plural del sistema pueden ayudar a formular recomendaciones estratégicas.

6 - Integrar las relaciones de poder en el análisis de las convergencias y divergencias entre los actores.

Se obtienen nuevos gráficos de posibles convergencias y divergencias entre todos los actores. La comparación entre las series de gráficos permite observar la deformación de las alianzas y conflictos potenciales, teniendo en cuenta las jerarquías de objetivos y las relaciones de poder entre los actores

7 - Formular recomendaciones estratégicas y cuestiones clave para el futuro

A través de esta fase, MACTOR contribuye a la formulación de cuestiones clave y recomendaciones estratégicas.

El método incluye el software del mismo nombre para el análisis cuantitativo de los datos recopilados en las matrices. Besson (2010) identifica como otro punto fuerte, la aplicabilidad y operatividad del método en las empresas que la teoría de los juegos que la mayoría de las veces conduce a modelos teóricos que no son muy obvios de utilizar en la vida cotidiana.

También hay que tener en cuenta las limitaciones. El programa requiere un alto nivel de análisis por parte de los usuarios. Sin este análisis, un uso demasiado mecánico del software enmascararía los verdaderos problemas y daría lugar a malentendidos. MACTOR presupone un comportamiento coherente de cada actor en relación con sus objetivos, que la realidad a veces desmiente. Lo mismo ocurre con la recogida de información, que requiere pertinencia y coherencia. Sin embargo, según los diseñadores del software, las aplicaciones siguen estando limitadas por restricciones matemáticas e hipótesis a menudo restrictivas. Como otra limitación, Besson (2010) señala que la calidad de los resultados obtenidos depende de la pertinencia de los datos introducidos al principio. Los elementos sobre la estrategia de otros actores no siempre son fáciles de obtener, por lo que será necesario cruzar mucha información. Este método parte de la base de que el comportamiento de cada actor está en consonancia con sus objetivos, lo que en realidad no siempre es así.

Breve presentación de los actores de los proyectos de desarrollo en África

En este artículo se reflexionará sobre el papel que puede desempeñar MACTOR para facilitar el análisis de las interacciones interpersonales en el contexto específico de los PPD. MACTOR facilitará una amplia presentación de las partes interesadas. Hay múltiples partes interesadas en el ámbito de los PPD. Sin embargo, en muchos casos, estas partes interesadas son tanto externas como internas a los PPD. Una breve descripción de las actividades de cada uno de ellos permite considerar con mayor precisión sus funciones en la construcción del PPD. Estos agentes externos (estratégicos) e internos (operativos) desempeñarán un papel fundamental en la consecución de los resultados del PPD.

Actores externos o estratégicos para los PPD

Entre los grupos de actores externos identificados, sin ser exhaustivos, se encuentran los Socios Técnicos y Financieros (PTF), actores principales (estratégicos) que acompañan al Estado en la aplicación de su política de desarrollo. Gestionan las autorizaciones del Estado, establecen los procedimientos de gestión de sus proyectos y realizan el seguimiento y control y la difusión de la evaluación. En algunos casos, proporcionan asistencia técnica (AT). Como tales son los principales proveedores de fondos de ayuda internacional. También son los principales proveedores de fondos de ayuda internacional debido a sus vínculos históricos con el país.

Los beneficiarios son los principales objetivos, el objeto de muchas "codicias", la razón de ser del PPD. A menudo se les consulta, pero en la mayoría de los casos se les ignora. Según la FAO (2005), los beneficiarios de un proyecto son los que se beneficiarán de su ejecución, es decir, el público interesado. La literatura identifica dos tipos de beneficiarios, a saber, los beneficiarios directos y los beneficiarios indirectos de los logros específicos y con plazos de determinados objetivos de desarrollo en principio dentro de la lógica del cambio planificado.

Proveedores / Contratistas de proyectos de desarrollo se presentan en la literatura como personas jurídicas o físicas que proporcionan bienes o servicios al PPD (cliente). Se dividen en varias categorías: mayoristas, proveedores de servicios y subcontratistas. A continuación, se

establecen las relaciones contractuales con el proyecto. La literatura académica sobre el tema de la gestión arroja luz sobre la relación entre el proveedor y el cliente.

Reguladores: se llamarán así por su misión de velar por la conformidad de las actividades del proyecto con la legislación vigente o en relación con ella. Sus acciones tienen un impacto más o menos importante en la vida del PPD. Las herramientas de regulación están representadas por Leyes, Decretos, Órdenes, etc. Además, estos actores estratégicos están representados principalmente por el Estado a través de sus misiones regias extendidas a los PPD. Las instituciones del Estado de Camerún son los actores que toman las grandes orientaciones estratégicas y que las financian conjuntamente o no según la visión promulgada.

Los creadores de opinión (FOp) (internacionales/medios de comunicación): este grupo de actores está formado por las agencias especializadas (por ejemplo, Moody's y S&P) que califican la deuda soberana de Camerún, lo que parece inevitable. Las agencias de prensa nacionales. En este sentido, según el sitio web *de EcoMatin*, la agencia de calificación financiera Moody's *Investor Services* considera que el perfil crediticio de Camerún podría deteriorarse aún más debido a la corrupción, las crisis sociopolíticas y la ausencia de alternancia en la cúpula del Estado, lo que dificulta el cumplimiento de los compromisos del país.

Además, los análisis elaborados por el FOp tienen una influencia definitiva en la dinámica de la ayuda internacional, dado el crédito que les otorgan las PTD. Los gobiernos también son conscientes de la repercusión que las opiniones de estos FOp pueden tener en la gestión de la ayuda internacional. Sus opiniones son decisivas en el seguimiento y evaluación de los proyectos financiados por la ayuda internacional. Además, no hay que pasar por alto sus posiciones sobre Camerún. Aparecen como actores principales. Agencias internacionales como *Reuters* y *Agence France Presse (AFP)* y las que cubren temas relacionados con la ayuda oficial al desarrollo.

Los opositores están representados por aquellos cuyas actividades de los PPD son contrarias a sus ambiciones. Entre ellos se encuentran algunas ONG, una gran parte de las comunidades locales que muestran una falta de confianza en los promotores y los responsables que los consideran traidores a la comunidad. En la mayoría de los casos se crea un equilibrio de poder, y el rendimiento de los PPD depende de la distribución del poder entre partidarios y opositores. Una de las particularidades de este grupo de actores es que también son reclutados dentro del proyecto. Sus acciones combinadas los convierten en actores claros y la situación de conflicto orquestada y a veces permanente los convierte en actores en busca de apoyo social.

Como no se puede nombrar a todos los actores externos a efectos de esta investigación, a pesar de su importancia en el estudio de las estrategias de los actores, el estudio ha optado por limitarse, por razones de formato, a los protagonistas más directamente implicados en el sistema que constituye los PPD en Camerún.

Los actores internos u operativos de los PPD

Diallo y Thuillier (2005) identifican y describen siete actores principales del proyecto o "partes interesadas", excluyendo a los subcontratistas, las oficinas de diseño y los expertos.

En primer lugar, el coordinador es designado por el gobierno, normalmente la autoridad de supervisión técnica. Cada proyecto está dirigido por un gestor de proyectos llamado Coordinador. La mayoría de las veces se trata de un funcionario, aunque un funcionario del sector privado en este puesto es una excepción. Está rodeado por un equipo de personal nacional. A veces desempeña el papel de director de proyecto.

A menudo se le adjunta un equipo de asistencia técnica formado por expertos nacionales y/o internacionales, según el tipo de contrato. Es el eje del conjunto y responsable de los aspectos operativos (técnicos) del proyecto. El Equipo de Gestión del Proyecto (EGP) o Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) depende directamente del Coordinador que lo administra con

autoridad. Dependiendo del tamaño del proyecto o programa, la UGP se compone, con algunas excepciones, de los siguientes funcionarios clave: un Oficial de Seguimiento y Evaluación (RSE); un Oficial de Infraestructura (Rinfra); un Oficial Administrativo y Financiero (RAF); un Oficial de Adquisiciones; un Oficial de Formación (RFO); un Oficial de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (REDD); en el caso de los PPD, un Oficial Técnico (RT); un Auditor Interno (AI).

El responsable del proyecto, el director de tareas o el "Back stopper" sigue al PTD. Se encuentra en la sede de la institución multilateral que financia el proyecto. Supervisa la ejecución del proyecto y se asegura de que los procedimientos del Banco sean respetados por la unidad nacional de gestión o coordinación del proyecto (CNC). El Director de Tareas tiene un poder implícito, lo que le convierte en la "piedra angular" de todos los PPD de su cartera. Esto último influye definitivamente en la dinámica del proyecto y en los destinos de los fondos.

El jefe de línea suele ser un alto funcionario del ministerio técnico (supervisor), a veces el propio ministro o su representante, al que el coordinador rinde cuentas a nivel local. A veces actúa como enlace entre el proyecto y el supervisor técnico.

El Comité de Dirección (COPIL) constituye una especie de interfaz con todo el aparato institucional local afectado por el PPD. En otras palabras, también es el resultado de la colaboración entre varias administraciones interesadas. Suele considerarse también como el órgano estratégico donde se deciden de forma concertada las principales orientaciones y limitaciones presupuestarias del proyecto, y donde se actualizan y comunican las informaciones y, sobre todo, las perspectivas. Está compuesto por representantes designados. En definitiva, se trata de una estructura de decisión, que es el relevo de la voluntad política. Impulsa a todas las partes interesadas.

Resultados y discusión sobre el método MACTOR: breve ilustraciones

Jaziri y Chérif, (2005) revisaron el progreso del proyecto de contractualización de las universidades tunecinas utilizando el método MACTOR. Estos últimos arrojan luz sobre las condiciones de éxito o fracaso de este proyecto a través del análisis de los juegos de los actores del sistema universitario. Esta herramienta permitió a Akanni-Honvo, et al, (2000) prever un conjunto de futuros posibles para el continente africano. Un enfoque a medio plazo de las economías y sociedades africanas basado en la construcción de escenarios pertinentes y coherentes que integren los juegos determinantes de los actores. Gatete y Dabat (2014), en un enfoque institucional comparativo, cuestionan el desarrollo de los agrocombustibles en algunos países de África Occidental. Observan una locura en torno a la actividad, pero que oculta mal la ausencia de estrategias claras y consensuadas por parte de las instituciones de desarrollo (actores, partes interesadas) de los países implicados. Entre la promoción del deporte, las apuestas económicas y los intereses políticos, Ben Mahmoud y Massiera (2014), ayudados por la herramienta de Michel Godet, constatan que la gobernanza de los acontecimientos deportivos está "*atrapada*" en los complejos sistemas de actores, partes interesadas y apuestas colectivas. Abdelkefi (2019) destaca las interacciones entre los principales actores del sector de las semillas, sus objetivos y su grado de consecución. Toledo Rojas (2014), por su parte, utiliza la tabla de "*relaciones entre actores*" del método MACTOR para representar las relaciones entre los actores de la innovación y su peso. Esta misma herramienta permitió, en 2007, a Angélique Tholoniart cartografiar y analizar de forma estratégica los juegos de los actores cuando se interesó por la inteligencia económica territorial. Para responder a la pregunta sobre la dinámica de los actores, CIRIDD (2017) utiliza MACTOR para modelar las relaciones entre los actores de un proyecto, para medir el peso de los actores locales en la realización de la

reserva natural de Argel. La reflexión de Larid (2010) se basa no solo en la omisión del análisis de las relaciones entre los diferentes socios implicados en la gestión del territorio costero argelino, sino también en el papel difuso de las estructuras descentralizadas del Estado. Señala que este método de aproximación a las relaciones entre los actores podría perder fiabilidad cuando se aplica a un proyecto de larga duración. Gansaonre, Sodore y Ouédraogo (2020) utilizan la herramienta MACTOR para revelar el carácter conflictivo e incoordinado de las intervenciones en el Parque W y su periferia. Señalan que esta situación impide la consecución de determinados objetivos de conservación y la aparición de iniciativas locales. Mouhoubi y Sassi Boudemagh (2017) también lo utilizaron con el objetivo de determinar la responsabilidad de los actores en el fracaso del proyecto. Llegan a la conclusión de que la falta de implicación y la inadecuada supervisión de la participación de todos los actores a varios niveles influyeron en el éxito del proyecto (Mouhoubi & Sassi Boudemagh, 2017, p. 207).

El estudio realizado por Bouayad, Belhaj y Oucherrou, (2021) destaca el papel y el peso de las variables estratégicas en la gobernanza de las políticas sectoriales en Marruecos y los factores susceptibles de reforzar su convergencia. Plottu (2005) se pregunta si es necesario armonizar el método de evaluación en sentido democrático para acercar el debate público a la toma de decisiones racional. Según el autor, esto plantea el problema de la elección de herramientas para facilitar la toma de decisiones. MACTOR está llamado a apoyar los juegos de las partes interesadas de manera participativa en relación con los temas y objetivos de los proyectos de infraestructura. Sin embargo, recuerda las ventajas que ofrece este método. En particular, "el posicionamiento de cada parte interesada en relación con una serie de objetivos asociados que solo pueden facilitar la consecución de una solución negociada" (Godet, 2004, pp. 80-85). Lejos de querer enfrentar las lógicas de los actores, la investigación propone un paradigma para acercar el debate público y la toma de decisiones racionales. Por lo tanto, participar en la evaluación de los proyectos de desarrollo sería un acto de ciudadanía. Plottu y E. Plottu (2009, p. 43) diría que se inscribe en "la gobernanza de la acción pública y presupone condiciones institucionales favorables a la participación". Aunque este enfoque participativo no parece ser la solución, tiene el mérito de movilizar ciertos verbos de acción como informar, motivar y formar en la evaluación, para una visión consensuada (B. Plottu & E. Plottu, 2009, p. 43).

Janin (2018) sostiene que hay que pensar y actuar contra el hambre. Su trabajo advierte del peligro de utilizar la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) como una "cuestión de poder". (Janin, 2018, p. 1). Sin tomar partido, revela, basándose en el método MACTOR, que la política es percibida por los actores de la SAN como una clave del fracaso de los proyectos, pero que su traducción sigue siendo bastante difícil (Janin, 2018, p. 4). En su investigación, Rakotobe (2018) identificó tres clases de interesados en el proyecto DomeTsip. El autor analiza la interacción de estos actores utilizando el software MACTOR para determinar sus posiciones y lógicas en el área del proyecto. Descubre que cada actor utiliza los objetivos del proyecto en su propio beneficio. Para contrarrestarlo, consideró la posibilidad de realizar un estudio sobre el cambio socioeconómico y ecológico para facilitar la toma de decisiones y evitar la alteración del ecosistema. Este método se utilizó para identificar a los actores clave en el contexto de la seguridad en el norte y el centro de Malí. Se revelaron las múltiples facetas de los actores involucrados en este conflicto. También permitió comprender mejor sus influencias en la evolución del contexto de seguridad nacional, regional o local y sus interacciones (O.P.H., 2018, p. 5).

Khattali, Sghaier y Sandron (2018) convocaron el método MACTOR para comprender la participación de las partes interesadas en el proyecto de conservación del patrimonio local. El estudio dio lugar a recomendaciones en la dirección del consenso en torno al propósito del proyecto. Un estudio de caso de veinte empresas certificadas en la wilaya de Bejaia (Argelia) "aborda los juegos de alianzas y de poder en el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC)

subrayando el peso preponderante de cada actor en el ejercicio de apropiación del enfoque de la calidad". (Meziani , 2018, pp. 133-134). Aunque hay divergencias, los puntos de convergencia siguen siendo lo suficientemente altos como para fomentar la adhesión voluntaria de los agentes al SGC.

Dockès et al (2007) querían comprender los cambios en curso y sus consecuencias en un sistema dinámico como la agricultura. Para ello, tomaron prestado de Michel Godet (2004), el método MACTOR y su software para responder a las preguntas que los autores querían hacerse sobre los medios de acción o el poder de los actores en relación con los diferentes objetivos y sus respectivas posiciones (Dockès, et al., 2007, p. 14). Tras un proceso iterativo, los autores estiman y posicionan la profesión de agricultor en el escenario liberal, controlado y dinámico, donde el agricultor es un actor económico importante para la economía nacional (Dockès, et al., 2007, p. 8). En 2015, Kanigui Yeo y Mohammed Benchekara estudiaron los sistemas agroalimentarios localizados (SYAL). Los autores utilizaron el MACTOR y el sistema de producción *Attiéké* en Dabou para ilustrar la trilogía entre territorio, actividad agrícola y productos agroalimentarios. Además, para conocer y evaluar la accesibilidad de los hogares al pescado como fuente de proteínas; Kakpo A. (2014) utiliza el MACTOR para analizar la estructura de las influencias y las posiciones de los actores interesados en relación con los objetivos. En particular, cuestionó los objetivos más conflictivos destacados y lo que está en juego en la cooperación frente a la competencia.

Jaziri y Boussaffa (2011), al examinar el proyecto de turismo médico en Túnez, identificaron sus especificidades. Este trabajo sigue al de Jaziri y Miralam (2019) donde los autores habían identificado las posibilidades de desarrollo del turismo de salud a partir del análisis de sus interacciones, conflictos, cooperación, estrategias y objetivos. El artículo ofrece una visión general del estancamiento del turismo sanitario tunecino. Tras el análisis, los autores consideraron que con MACTOR el marco de construcción del campo de la salud es más elaborado (Jaziri & Miralam, 2019, p. 147). Con esto en mente, Jaziri y Alnahdí (2019) hicieron de la sostenibilidad de esta nueva industria una preocupación. Sin embargo, el trabajo de Jaziri y Bousaffa (2007) señaló que este campo sigue sin desarrollarse como tema de investigación. Se estudió el grado de éxito del proyecto mediante el análisis de la interacción de los actores del "*sistema turístico*" saharauí en Túnez. Se revelaron cuestiones estratégicas, qué actores tienen objetivos convergentes o divergentes. De este modo, este trabajo sentó las bases para comprender el comportamiento de los actores que, como partes interesadas, condicionan el éxito o el fracaso del proyecto de desarrollo turístico (Jaziri & Bousaffa, 2007). En 2010, los mismos investigadores se cuestionaron la responsabilidad de los agentes turísticos en relación con el desarrollo sostenible. Charfi, Ghédira y Kammoun (2015) señalan que el enfoque MACTOR ha contribuido a poner de relieve a dos actores públicos con sus objetivos asociados al desarrollo de las ciudades de Susa y Sfax. En el ámbito de la gestión territorial, utilizando la misma herramienta, Diemer (2020) utilizó el coronavirus (COVID 19) para proponer un modelo de evolución territorial.

En la búsqueda de una solución para mejorar el sistema de riego en la localidad de Nadhour (Túnez), las interferencias políticas afectan al rendimiento de la gestión colectiva del agua de riego y a su explotación en los perímetros regados (Bennasasr & Bachta , 2018, p. 124). La gobernanza también fue objeto del documento de Belfellah y Gassemi (2016). Sus investigaciones los llevaron a destacar una doble gestión del sector, compuesta por la administración representada por el ministerio y el cuerpo profesional. Es esta injerencia la que hace que Kouassi (2018) califique al Estado marfileño como un actor de desorden en la gobernanza de las áreas protegidas. Tomando el ejemplo del parque nacional La Marahoué, el autor sitúa al Estado en el banquillo de los acusados y, sobre todo, afronta sus responsabilidades. En efecto, el autor confirma la confusión y el juego turbulento orquestado

por los representantes del Estado, avalado por su poder regio, que parece invadir la gobernanza de las áreas protegidas.

Conclusión

Una reflexión construida en torno a una cuestión metodológica como la de MACTOR muestra que la comprensión de las interacciones depende de una herramienta eficaz de apoyo a la toma de decisiones en la gestión global del rendimiento. Por lo tanto, está claro que, aunque el consenso esté aún por construir, empíricamente, MACTOR en su transversalidad contribuye a la construcción de estos elementos. Básicamente, cada autor tanto académico como profesional da testimonio de la eficacia de la herramienta y de la percepción de los resultados obtenidos. En el caso concreto de los PPD en Camerún, el método MACTOR será una contribución relevante para observar y comprender los juegos de los actores (partes interesadas), sus estrategias y organización en la acción de desarrollo y su desempeño. Más allá de eso ayuda a comprender cómo pueden participar las partes interesadas en el ámbito del desarrollo de la sociedad. Una herramienta que proporciona información oportuna, precisa y lista para usar. Por lo tanto, es interesante ver hasta qué punto la investigación puede contribuir a la descompartimentación de los juegos de las partes interesadas, especialmente en los proyectos y programas de desarrollo en África.

Bibliografía

- Abdelkefi, F. (2019, 4 Octobre). *Etude de marché des semences des légumes en Tunisie* [Mémoire de Master] Université Paul Valéry de Montpellier, CIHEAM-IAMM. <http://www.secheresse.info/spip.php?article91359>
- Akanni-Honvo , A., Androuais , A., Blanc, M.-O., Géronimi , V., Kervarec , F., La Rochebrochard , A.-C., , Verez , J.-C. (2000). *Un bilan de la prospective africaine* (Vol. 1). (P. Hugon , & O. Sudrie , Éd.). Ministère des Affaires Etrangères.
- Belfellah, Y., & Gassemi, K. (2016). Gouvernance publique et stratégies des acteurs : Essai de formalisation des mécanismes de pouvoir au sein du secteur touristique marocain. *Recherches en Sciences de Gestion*, 25-49. <https://www.cairn.info/revue-recherches-en-sciences-de-gestion-2016-5-page-25.html>
- Ben Mahmoud , I., & Massiera, B. (2014). Jeux d'influences et dans la gouvernance d'un événement sportif: stratégie d'acteur, modalités d'organisation et enjeux contemporains. *La Revue Européenne de Management du Sport*, 41(1), 23-34. https://www.researchgate.net/publication/312593377_Jeux_d%27influences_et_dans_la_gouvernance_d%27un_evenement_sportif_strategie_d%27acteur_modalites_d%27organisation_et_enjeux_contemporains
- Benamirouche, H., & Djedaa, N. (2020). Alliances et conflits sur le marché mondial de pétrole post-covid 19 : quel positionnement pour l'Algérie ? *Les Cahiers du Cread*, 27-58. <https://www.ajol.info/index.php/cread/article/view/202182>
- Bennasasr , J., & Bachtta , M. S. (2018). Gouvernance et performance de l'exploitation de l'eau dans les périmètres irrigués de Nadhour : Quel effet des rapports de force? *Revue des Régions Arides*, 115-127. https://www.researchgate.net/publication/325230064_Gouvernance_et_performance_

- de_l'exploitation_de_l'eau_dans_les_perimetres_irrigues_de_Nadhour_Quel_effet_des_rapports_de_force
- Bouayad, A., Belhaj, Y., & Oucherrou, M. (2021). Convergence politique et gouvernance des politiques sectorielles au Maroc : une analyse stratégique. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME*, 2(3), 47-65. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4795340>
- Charfi, F., Ghédira, A., & Kammoun, K. (2015). Développement territorial durable des villes portuaires tunisiennes: Une approche comparée des cas de Sousse et de Sfax à partir d'une analyse des jeux d'acteurs. Dans D. Labaronne, *Villes portuaires au Maghreb : Acteurs du développement durable* (pp. 63-96). Presses des Mines. https://www.researchgate.net/profile/Aymen-Ghedira-2/publication/270903598_Villes_portuaires_au_Maghreb_Acteurs_du_developpement_durable/links/58a84df892851cf0e3bed855/Villes-portuaires-au-Maghreb-Acteurs-du-developpement-durable.pdf
- CIRIDD. (2017, 25 juillet). *Fiche ECLAIRA n°1: «Comment analyser les dynamiques d'acteurs?»*. <https://www.eclaira.org/library/h/fiche-eclaira-n-1-comment-analyser-les-dynamiques-d-acteurs.html>
- Diallo, A., & Thuillier, D. (2005). Une analyse de la perception des coordonnateurs de projets de développement en Afrique. *Région et Développement*, 22, 194-218.
- Diemer, A. (2020, Mars). Modéliser le COVID 19 : Défis et perspectives. *Revue Francophone du Développement Durable*, 15(15), 1-72. https://www.researchgate.net/publication/340682752_Modeliser_le_COVID-19_defis_et_perspectives
- Dockès, A.-C., Couzy, C., Bousquet, D., Daridan, D., Gallot, S., Magdelaine, P., Chapuy, P. (2007). *Les transformations du métier d'agriculteur : conséquences pour la recherche développement* [Rapport de Recherche]. Institut d'élevage. https://www.researchgate.net/publication/281597437_Les_transformations_du_metier_dagriculteur_consequences_pour_la_recherche_developpement
- Gansaonre, R. N., Sodore, A. A., & Ouédraogo, B. (2020). Jeu des acteurs à la périphérie du Parc W du Burkina Faso: entre conflictualité et incoordination des interventions. *Afrique SCIENCE*, 16(5), 118-135. <http://www.afriquescience.net>
- Gatete, C., & Dabat, M.-H. (2014). Développement des agrocarburants en Afrique de l'Ouest. Une analyse institutionnelle comparative. *Économie rurale*, 344, 9-27. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4488>
- Godet, M. (1991). *De l'anticipation à l'action*. Dunod.
- Godet, M. (2004). *La boîte à outils de la prospective stratégique*. Cahiers du LIPSOR.
- Godet, M. (2007). *Manuel de prospective stratégique : l'Art et la méthode* (éd. 3è). Dunod.
- Godet, M. (2007). *Manuel de prospective stratégique: Une indiscipline intellectuelle*, Paris, Dunod, tome 1 (éd. 3e, Vol. 1). Dunod.
- Godet, M., & Durance, P. (2011). De la rigueur pour une indiscipline intellectuelle. Dans M. Godet, & P. Durance, *La prospective stratégique : Pour les entreprises et les territoires* (pp. 17-58). Dunod.
- Godet, M., & Durance, P. (2011). *La prospective stratégique : Pour les entreprises et les territoires*. Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.godet.2011.01>
- Janin, P. (2018). Penser et agir contre la faim : entre crise et sécurisation. Dans *Quand manger est un problème: les politiques de l'alimentation au XXIe siècle* (p. 21). Science Po

- Bordeaux - UMR Les Afriques dans le monde - CNRS. <https://hal.ird.fr/ird-01742203/document>
- Jaziri , R., & Chérif, M. (2005, Novembre). *Projet de contractualisation des universités tunisiennes : Analyse du jeu d'acteurs par la méthode Mactor*. https://www.academia.edu/23354280/Projet_de_contractualisation_des_universit%C3%A9s_tunisiennes_Analyse_du_jeu_dacteurs_par_la_m%C3%A9thode_Mactor
- Jaziri , R., & Boussaffa , A. (2011). Medical Tourism in Tunisia : Actors Games and Scenarios for Development [Conference]. *2nd Annual Medical Tourism Research Conference "Increasing Knowledge in the Medical Tourism Industry-The Growing Importance of Research"* (pp. 1-37). University of the Incarnate Word. https://www.academia.edu/15541277/Medical_Tourism_in_Tunisia_Actors_Games_and_Scenarios_for_Development
- Jaziri , R., & Alnahdi , S. (2019, 13-14 novembre). Hospitality in Healthcare Services by 2030 : Applications of Scenario Planning [Conference]. In *34th Conference* (pp. 954-976). IBIMA. https://www.researchgate.net/publication/337857503_Hospitality_in_Healthcare_Services_by_2030_Applications_of_Scenario_Planning
- Jaziri , R., & Miralam , M. (2009, 13-14 novembre). Future trends and challenges in Healthcare Tourism in Tunisia: A Foresight Study. In *34th Conference IBIMA Conference* (pp. 126-151). IBIMA. https://www.researchgate.net/publication/336022202_Future_trends_and_challenges_in_Healthcare_Tourism_in_Tunisia_A_Foresight_Study
- Jaziri, R., & Bousaffa, A. (2007, 9-11 novembre). Etude prospective du développement du tourisme saharien en Tunisie : analyse des jeux d'acteurs par la méthode Mactor. Dans J.-P. Minvielle, M. Smida, & W. Majdoub, *Actes du colloque international : Tourisme saharien et développement durable : Enjeux et approches comparatives* (pp. 233-262). Tozeur (Tunisie). <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010045750>
- Jaziri, R., & Boussaffa, A. (2010, 28-31 mars). Développement durable en Tunisie : tourisme et responsabilités des acteurs [Colloque International]. *Colloque Eau, Déchets et Développement Durable*, 28, pp. 125-135. Alexandrie. https://www.researchgate.net/publication/258099297_Developpement_durable_en_Tunisie_tourisme_et_responsabilites_des_acteurs
- Kakpo A. , A. E. (2014). *Pisciculture extensive en "appas" dans les "hwedos" : quelle contribution a la securite alimentaire des menages dans le delta de l'oueme (benin)* [Mémoire de Master], Université de Ouagadougou. <https://www.agrinovia.net/pubblicazione/pisciculture-extensive-en-appas-dans-les-hwedos-quelle-contribution-a-la-securite-alimentaire-des-menages-dans-le-delta-de-loueme-benin/>
- Khattali , H., Sghaier , M., & Sandron , F. (2018). Analyse de jeux acteurs pour la conservation et la valorisation du patrimoine local : Cas du village berbère de Chenini (Sud-est tunisien) [Actes du colloque international]. Dans M. Jaouad (Éd.), *Développement Socio-Economique et Dynamique des Sociétés Rurales : Pluralité d'Acteurs, Gestion des Ressources et Développement Territorial : Colloque International, Zarzis (TUN), 2016/05/03-05*. 1, pp. 165-178. Zarzis: L'Institut des Régions Arides. <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010076861>

- Kouassi, K. S. (2018). L'état, un acteur de désordre dans la gouvernance des Aires protégées ivoiriennes: l'exemple du parc national de La Marahoué. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 2, 21-34. http://revue-geotrope.com/update/root_revue/20181201/2-Article-KOUASSI.pdf
- Larid, M. (2010, décembre). Contribution méthodologique pour la connaissance du rôle des acteurs locaux dans la réalisation d'un projet de territoire : le cas du projet de la réserve naturelle de Réghaia dans la zone côtière Est de l'Algérois. *Développement durable et territoires*, 1(3), 1-18. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8694>
- Meziani, M. (2018). Analyse des stratégies d'acteurs d'un système de management de la qualité par la méthode mactor : cas de vingt entreprises certifiées de la wilaya de Bejaia (algérie). *Idara*, 25(1), 115-136. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/132319>
- Mouhoubi, N., & Sassi Boudemagh, S. (2017, Décembre). Jeux d'acteurs dans le projet urbain : Implication, organisation et recherche du consensus à l'aide du MACTOR. Cas du projet de modernisation de la Métropole de Constantine (PMMC). *Sciences & Technologie*, 46, 207-222. <http://revue.umc.edu.dz/index.php/d/article/view/2804/2951>
- Observatoire de la Prospective Humanitaire. (2018). *Contexte sécuritaire au Nord et Centre du Mali : les enjeux d'acteurs à l'horizon 2019*. IRIS.
- Peerboccus, R. (2021, 28 janvier). *Analyse du jeu d'acteurs*. <https://www.futuribles.com/viewer/pdf/9099>
- Plottu, B. (2005). Comment concilier débat public et décision rationnelle ? Vers une méthode d'évaluation démocratique. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 355-372. <https://www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2005-3-page-355.htm>
- Plottu, B., & Plottu, É. (2009). Contraintes et vertus de l'évaluation participative. *Revue française de gestion*, 2(192), 31-58. <https://www.cairn.info/revue-francaise-de-gestion-2009-2-page-31.htm>
- Rakotobe, T. N. (2018). *Diagnostic territorial et analyse socioéconomique du site de domestication paysanne du poivre sauvage «Tsiperifery»*. [Mémoire Ingénieur Agronome], Université d'Antananarivo. http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/rakotobeTokyNR_AGRO_MAST_18.pdf
- Tholoniati, A. (2007). Pole de compétitivité et intelligence économique territoriale : Contours et enjeux d'une nouvelle politique industrielle territoriale. *VIe Colloque International « TIC & Territoire: Quels développements? »*, (pp. 1-20). Lyon. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00115635/document>
- Toledo Rojas, F. (2014). *Analyse d'impacts du lancement de procédés innovants : Application des théories multicritères pour une évaluation robuste*. [Thèse de doctorat], Université de Lorraine. *Thèses.fr*. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC_T_2014_0057_TOLEDO_ROJAS.pdf
- Yeo, K., & Benchekara, M. (2015). Systèmes Agroalimentaires Localisés et jeu d'acteurs : Une application de la méthode MACTOR au Système Productif de l'Attikié dans la localité de Dabou en Côte d'Ivoire. *Revue Économie, Gestion et Société*, 4, 1-16. <https://doi.org/10.48382/IMIST.PRSM/regs-v0i4.4179>

Fecha de recepción: 30/09/2021

Fecha de revisión: 28/12/2021

Fecha de aceptación: 03/01/2022

Cómo citar este artículo:

Flor Rodríguez, A. J., Arambarri, J., & Domingo Soriano, S. (2022). Egobierno: sistema de información para el seguimiento de indicadores y su incidencia en la producción judicial - caso Perú. *Project, Design and Management*, 4(1), 20-35. doi: 10.35992/pdm.4vi1.980

**EGOBIERNO: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL
SEGUIMIENTO DE INDICADORES Y SU INCIDENCIA EN LA
PRODUCCIÓN JUDICIAL - CASO PERÚ**

Alberto Johnatan Flor Rodríguez

Universidad Privada de Tacna (Perú)

aljofloro@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0002-6021-6570>

Jon Arambarri

Universidad Europea del Atlántico (España)

jon.arambarri@uneatlantico.es · <https://orcid.org/0000-0002-6450-8562>

Saúl Domingo Soriano

Fundación Universitaria Iberoamericana (España)

saul_domingo@funiber.org · <https://orcid.org/0000-0002-7559-6131>

Resumen. El objetivo general fue determinar la eficacia de la implementación de un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión en el incremento de sentencias o autos finales de los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna – 2019. El tipo de investigación según su función es cuantitativo, desde un diseño preexperimental con subcategoría cuasiexperimental y un corte de investigación longitudinal. Se tomaron la totalidad de expedientes judiciales en los juzgados civiles durante el período 2018 y 2019 para poder llevar a cabo la evaluación de la eficacia del Sistema de Información. Para la construcción de la propuesta de solución se utilizó una metodología simplificada del proceso de extracción, transformación y carga de datos y para la elaboración del Sistema de Información se aplicó la metodología del Proceso Unificado Ágil. La conclusión principal fue que la implementación de un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión como una medida de e-Gobierno, sirvió para resolver la necesidad de incremento en la emisión de Sentencias y Autos Finales, teniendo al final de la experimentación una reducción de 3% en el tiempo de calificación de los expedientes, y a pesar de que se incrementó el tiempo en trámite de los expedientes judiciales en un 4%, se demostró que la cantidad de sentencias y autos finales tuvieron un incremento de 165 en los Juzgados Civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna para el período 2019 en comparación con el período 2018.

Palabras clave: autos finales, e-Gobierno, indicadores de gestión, sentencias, sistema de información.

EGOVERNMENT: INFORMATION SYSTEM FOR THE MONITORING OF INDICATORS AND THEIR IMPACT ON JUDICIAL PRODUCTION - CASE OF PERU

Abstract. The principal objective was to determine the effectiveness of the implementation of an Information System for the Monitoring of Management Indicators in the increase of sentences or final orders of the civil courts of the Superior Court of Justice of Tacna – 2019. The type of research according to its function is quantitative, from a pre-experimental design with a quasi-experimental subcategory and a longitudinal research cut. All judicial files were taken in the civil courts during the 2018 and 2019 period in order to carry out the evaluation of the effectiveness of the Information System. For the construction of the solution proposal, a simplified methodology of the data extraction, transformation and loading process was used, and for the elaboration of the Information System, the Agile Unified Process methodology was applied. The main conclusion was that the implementation of an Information System for the Monitoring of Management Indicators as an e-Government measure, served to resolve the need for an increase in the issuance of Final Judgments and Orders, having at the end of the experimentation a 3% reduction in the time of qualification of the files, and despite the fact that the time in processing of the judicial files was increased by 4%, it was shown that the number of sentences and final orders had an increase of 165 in the Courts Civilians of the Superior Court of Justice of Tacna for the period 2019 compared to the period 2018.

Keywords: final orders, e-Government, management indicators, sentences, information system.

Introducción

Los indicadores de medición o gestión son utilizados por el órgano de gobierno del Poder Judicial para establecer políticas de gestión adecuadas a la misión de la institución; entre los indicadores de gestión contamos con el indicador de producción que es el más relevante para el sustento presupuestal de este sector de gobierno.

Entendemos por Producción Judicial a la medición de los actos procesales que dan fin a un proceso judicial en primera instancia.

Ahora bien, no es posible hablar de producción judicial sin mencionar la carga procesal, la cual para (Flores, 2018) puede definirse como una situación jurídica instituida en la ley consistente en el requerimiento de una conducta de realización facultativa, normalmente establecida en interés del propio sujeto, y cuya omisión trae aparejada una consecuencia gravosa para él.

Esta carga procesal según (Alata, 2015) genera la dilación de los procesos civiles, conllevando a retrasos innecesarios en el trámite procesal. Para efectos de esta investigación se toma como referencia también de (Alata, 2015) que es necesaria una reforma en el proceso civil peruano, con nuevas tendencias que puedan contribuir a cumplir satisfactoriamente con los fines del proceso para la solución del conflicto de intereses y la eliminación de las incertidumbres jurídicas en un plazo razonable.

Las herramientas informáticas aportan valor a la Gestión de Despacho Judicial, el que para (Penadillo, 2019) presenta una influencia positiva sobre el tratamiento de la Carga Procesal, en su estudio, demuestra objetivamente que aquellos despachos con una eficiente gestión de este presentaron una disminución de carga procesal, sin embargo, aquellos que no realizaron esta labor eficientemente, presentaron una elevada carga procesal.

Luego de un análisis de problemática, se muestra como problema que, la falta de interpretación de la información sobre los diferentes puntos de control en el trámite de un

expediente, hacen que la producción judicial vaya disminuyendo, aunado a este motivo está el incremento de carga procesal que hace que un expediente no pueda ser rastreado de una forma adecuada.

Se busca no sólo implementar un Sistema de Información que permita incrementar la producción judicial, sino que pueda contribuir con el incremento de las decisiones de fondo en un tiempo optimizado, lo cual se traduce en incrementar el número de sentencias o autos finales en los Juzgados Civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna, para que de esta forma se vea mejorado el servicio de administración de justicia en este Distrito Judicial.

Así entonces, se justifica la elaboración de un Sistema de Software para el Seguimiento de Indicadores mediante la aplicación de técnicas de análisis de datos de orden estadístico para procurar incidir de forma positiva en el incremento de productividad, lo que permitirá como consecuencia disminuir la carga procesal.

El desarrollo de este proyecto busca determinar si la implementación de un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores incide positivamente en el incremento de la producción judicial de los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna, para poder demostrarlo se procedió con el desarrollo y la implementación en función del incremento de la emisión de Sentencias y Autos Finales, los cuales forman parte de la producción judicial pero que corresponden a la identificación de actos procesales que emiten decisiones de fondo sobre el conflicto.

La información se obtuvo de los registros del Sistema Integrado Judicial, estos datos se encontraron inmersos en cuatro bases de datos de registros de actos procesales e hitos estadísticos, así mismo, algunos registros como una interpretación de instancias o de procesos que no se pudo obtener de forma directa, para lo cual se siguió una metodología de aplicación simplificada del proceso de extracción, transformación y carga de datos, concordando así con (Valero, 2016), que presenta estos datos como peldaño inicial para originar información la que combinada con el “know-how” es fuente de conocimiento y permite mejorar la competitividad.

Como parte de la metodología utilizada se planteó tres fases para la aplicación del ETL: fase de prerequisites, fase principal y una fase alternativa.

Para la construcción del Sistema de Información se utilizó el Proceso Unificado Ágil (por sus siglas en inglés AUP), descrito por (Congacha & Noboa, 2019) como una versión del Proceso Unificado Racional (por sus siglas en inglés RUP) en conjunción con la aplicación de técnicas de agilidad, lo cual permitió describir de manera simple y fácil las etapas y modelos del desarrollo de software.

Antecedentes

En su tesis titulada “Propuesta metodológica para la detección de Outliers en el sistema de información estadístico del Poder Judicial de la República del Perú, 2013” (Huamaní, 2016) propone una metodología que permite detectar datos anómalos en el registro de información en el Sistema de Información Estadístico del Poder Judicial de la República del Perú en un escenario con incentivos a la producción (RA. N° 155-2012-P-PJ) como alternativa a los métodos aleatorios utilizados por los órganos de control descentralizados. Se plantea la hipótesis de que el óptimo desempeño en la detección de ‘outliers’ contextuales depende de su tratamiento como objeto local y no global dependiendo del grado de aislamiento con respecto a su vecindad más cercana.

Utilizando la técnica de factor de outlier local, se determina que para $k=70$ vecinos más cercanos el modelo de detección planteado, alcanza niveles de 61.82% en precisión y un 97.72% en exactitud, este estudio sirvió para obtener el planteamiento de la detección de datos anómalos en el registro de información del sistema Integrado Judicial mediante un tratamiento local de los datos y no global, con lo que se tratará de demostrar que la aplicación del sistema propuesto mejorará o servirá de factor catalizador de la celeridad en la tramitación de expedientes judiciales.

También se tomó como referente lo descrito por (Srikanta & Luan, 2017) en su artículo, quienes describen de forma general los conceptos y aplicaciones del análisis de datos en el contexto de la producción para yacimientos no convencionales. Los temas discutidos aquí bajo conceptos clave en el análisis de datos incluyen: métodos de modelado predictivo, manejo de variables faltantes evaluación y validación del modelo, ajuste automático de los parámetros del modelo e importancia de la variable. Se resumen las características clave de una serie de características representativas y se hacen observaciones con respecto al estado actual de la práctica con respecto a: evaluación de modelo limitada, número restringido de modelos alternativos, ignorando la imputación de datos y omitiendo la importancia de las variables. Finalmente, se presentan algunos comentarios sobre cómo el pasado puede no ser un prólogo para las aplicaciones de modelos predictivos. La correlación de este estudio con esta investigación radica en la aplicación del modelo de análisis de datos para la aplicación de técnicas que permitan analizar la información que se obtendrá del repositorio general a fin de estandarizar y llegar a mejorar la medición de avance con respecto de indicadores de productividad establecidos.

Definiciones

Poder Judicial del Perú: Se define en (Poder judicial del Perú, 2021) como un Poder del estado que, en su ejercicio funcional es autónomo en lo político, administrativo, económico, disciplinario e independiente en lo jurisdiccional, con sujeción a la Constitución Política del Perú.

No existe, ni puede instituirse, ninguna jurisdicción que pueda cumplir esta misma tarea, con excepción de los organismos de justicia militar y arbitral.

El Poder Judicial es, de acuerdo con la Constitución y las leyes, la institución encargada de administrar justicia a través de sus órganos jerárquicos que son los Juzgados de Paz no Letrados, los Juzgados de Paz Letrados, las Cortes Superiores y la Corte Suprema de Justicia de la República.

El funcionamiento del Poder Judicial se rige por la Ley Orgánica del Poder Judicial que establece su estructura orgánica y precisa sus funciones.

Esta ley define los derechos y deberes de los magistrados, quienes son los encargados de administrar justicia; de los justiciables, que son aquellos que están siendo juzgados o quienes están solicitando justicia; y de los auxiliares jurisdiccionales que son las personas encargadas de brindar apoyo a la labor de los integrantes de la magistratura.

La Ley Orgánica del Poder Judicial vigente, tiene su origen en el Decreto Supremo N° 017-93-JUS promulgado el 28 de mayo de 1993 y publicado el 2 de junio del mismo año. Consta de 304 artículos, 1 Disposición Complementaria Única y 33 Disposiciones Finales y Transitorias.

Productividad: Según (Sevilla, 2016) se puede definir la productividad como una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada

factor utilizado durante un período determinado; así mismo tiene como objetivo realizar una medición de la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, es decir, que mientras menos recursos o insumos se utilicen para producir una misma cantidad de productos, mayor será la productividad y mayor será la eficiencia. Esto se suele representar con la fórmula:

$$\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de factor utilizado}} = \text{Productividad}$$

Cayendo en concordancia con el presente artículo, y en coincidencia con (Sevilla, 2016), también podemos definir la productividad como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo a menudo es un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor es el tiempo que lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema.

Producción en el Poder Judicial: La productividad en el Poder Judicial es monitoreada por la Comisión Nacional de Productividad Judicial y para definir los lineamientos se oficializó la Directiva N° 013-2014-CE-PJ denominada “Lineamientos Integrados y Actualizados para el Funcionamiento de las Comisiones Nacional y Distritales de Productividad Judicial y de la Oficina de Productividad Judicial” por medio de la Resolución Administrativa N° 419-2014-CE-PJ con fecha 17 de diciembre de 2014.

Esta medición se realiza por el conteo de las sentencias y autos finales (es decir los actos procesales que determinan la solución de la controversia), medidas por zona, tipo de instancia y espacialidad, esto último está determinado en las Resoluciones Administrativas N° 174-2014-CE-PJ, 170-2016-CE-PJ, 186-2016-CE-PJ, recientemente modificadas en parte por la Resolución Administrativa N° 395-2020-CE-PJ.

De los documentos mencionados sólo fueron modificados en algunos artículos, manteniendo la forma de medición y en algunos casos hasta el estándar de medición.

Se debe establecer que, para el presente estudio dado que se hace un estudio de los años 2018 y 2019, ante la implementación de esta herramienta, se tomará lo indicado en la Resolución Administrativa N° 186-2016-CE-PJ.

Sistema de Información: Un sistema es un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo en común. Aunque existe una gran variedad de sistemas, la mayoría de ellos pueden representarse a través de un modelo formado por cinco bloques básicos: elementos de entrada, elementos de salida, sección de transformación, mecanismo de control y objetivos. Tal y como muestra en la Figura 1, los recursos acceden al sistema a través de los elementos de entrada para ser modificados en la sección de transformación. Este proceso es controlado por el mecanismo de control con el de lograr el objetivo marcado. Una vez se ha llevado a cabo la transformación, el resultado sale del sistema a través de los elementos de salida.

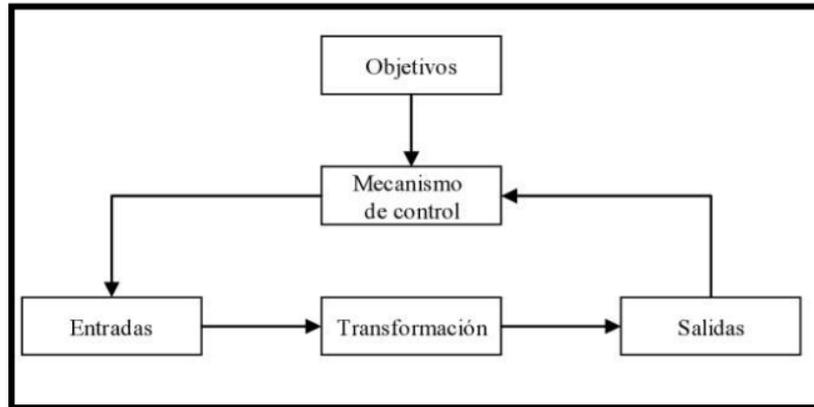


Figura 1. Modelo General de Sistemas

Nota: Fuente: (Fernández, 2006)

Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL): Mediante la jerarquía del conocimiento se permite relacionar datos con información, conocimiento y sabiduría. En la figura 2 se representa dicha jerarquía, en la que podemos ver como se relacionan los distintos niveles.

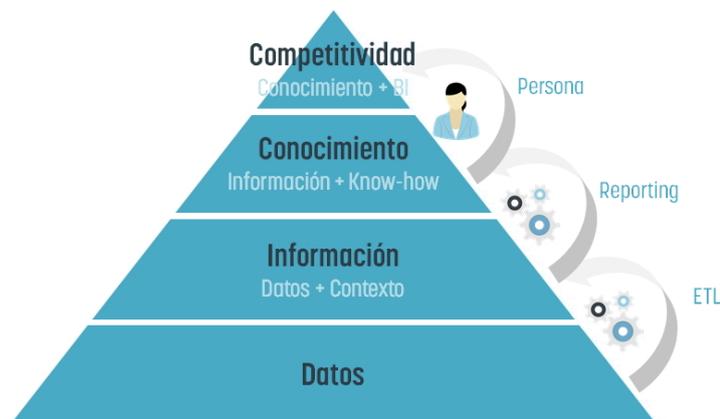


Figura 2. Jerarquía de Conocimiento

Nota: Fuente: (Valero, 2016)

Desde el punto de partida, formado por el conjunto de datos iniciales, se desarrollan los procesos ETL que darán valor útil a estos datos, obteniendo información de estos. En el siguiente paso, se explotan los datos, previamente cargados en un repositorio diseñado para este fin, mediante las herramientas de reportes, obteniendo conocimiento de ellos. Por último, y no siempre se incluye en la jerarquía del conocimiento, nos encontramos la sabiduría, que consiste en la capacidad de tomar decisiones a través de la interpretación del conocimiento obtenido a través de los informes generados.

Para alcanzar esta información es necesario diseñar correctamente los procesos ETL correspondientes en cada caso. A continuación, se detalla brevemente el proceso:

Extracción: Esta fase consiste en la obtención de datos de las fuentes de origen. Los datos pueden tener diferentes orígenes, ya sean Bases de Datos Relacionales, Bases de Datos No Relacionales, ficheros, etc.

Transformación: Consiste en la realización de los cálculos necesarios. Si por ejemplo tenemos como origen “número de clientes” y “número de mujeres”, y necesitamos saber el porcentaje de mujeres que son clientes, se necesita un cálculo para obtener la métrica deseada. Si necesitamos adecuar el formato de un campo para su posterior explotación, también se realizaría aquí.

Carga: En esta parte del proceso se vuelcan los datos procedentes de la fase de transformación al sistema de destino. En este punto se puede hacer un volcado directo, manteniendo un histórico de almacenaje con la fecha de inserción, o se pueden sobrescribir los datos con la nueva información.

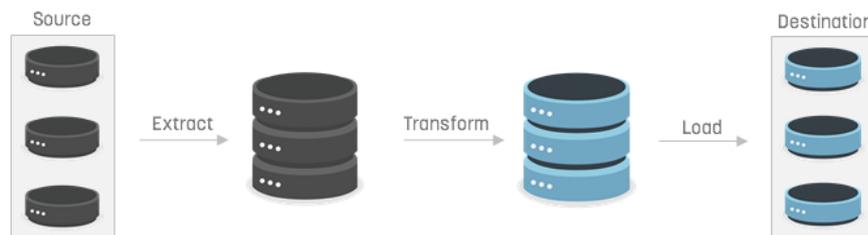


Figura 3. Ejemplo de un Proceso ETL

Nota: Fuente: (Valero, 2016)

Metodología Proceso Unificado Ágil: El Proceso Unificado Ágil (AUP, del inglés Agile Unified Process) es una versión simplificada del Proceso Unificado de Rational (Rational Unified Process, RUP) desarrollada por (Ambler, 2006), que describe una aproximación al desarrollo de aplicaciones que combina conceptos del proceso unificado tradicional con técnicas ágiles, con el objetivo de mejorar la productividad.

En general, el Proceso Unificado Ágil supone un enfoque intermedio entre XP (Extreme Programming) y el Proceso Unificado de Rational, y tiene la ventaja de ser un proceso ágil que incluye explícitamente actividades y artefactos a los que la mayoría de los desarrolladores ya están, de alguna manera, acostumbrados. Muchas organizaciones recelan de XP porque les parece demasiado ligero: XP no especifica cómo crear algunos de los artefactos que los gestores necesitan, lo cual es en cierta manera una contrariedad porque XP se considera, en general, un buen proceso ágil.

El Proceso Unificado Ágil consta de cuatro fases que el proyecto pasa de forma secuencial. Dichas fases son, al igual que en el Proceso Unificado de Rational: iniciación, elaboración, construcción y transición.

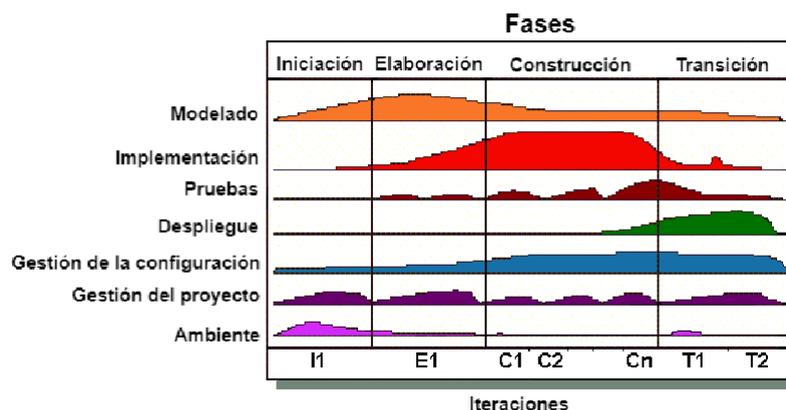


Figura 4. Fases y Disciplinas de la Metodología de Desarrollo AUP

Nota: Fuente: (Ambler, 2006)

Se decidió utilizar la metodología AUP (Agile Unified Process) por su enfoque simple y fácil de entender para el desarrollo de software, usando técnicas y conceptos populares que permiten agilizar el desarrollo de software sin comprometer la calidad de este. Para esto se generaron diagramas de casos de uso y se realizó una definición de los requisitos de la aplicación web, así como también se aplicaron pruebas de aceptación para garantizar el correcto funcionamiento de esta.

Además, se señala que esta metodología de desarrollo es concordante con la Resolución Administrativa N° 089-2019-CE-PJ, que oficializa la Directiva N° 002-2019-CE-PJ, denominada “Directiva de Procesos del Ciclo de Vida del Software en el Poder Judicial”, conforme a la “NTP-ISO/IEC 12207:2016-Ingeniería de Software y Sistemas. Procesos del ciclo de vida del software 3° Edición”.

Objetivo general

Determinar la eficacia de la implementación de un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores en el Incremento de sentencias o autos finales de los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna – 2019.

Objetivos específicos

Comprobar si el retraso en la emisión de autos finales se debe a que no existe un seguimiento adecuado de los expedientes judiciales.

Demostrar la eficacia de la Implementación del Sistema de Información en función del incremento de la emisión de Sentencias y Autos Finales en la producción judicial de los Juzgados Civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna.

Método

Plan de recolección y análisis de la información

Puesto que este trabajo se realizó evaluando de forma posterior el resultado de la implementación del Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores, la toma de datos para análisis fue del histórico y obtenido del Sistema de Información al finalizar los períodos evaluados (2018 y 2019).

Así mismo, la implementación del Sistema de Información requirió de la aplicación del proceso de extracción, transformación y carga de datos, los cuales se

realizaron dos veces cada mes durante el período 2019, para esto se estableció un proceso en conjunto con los responsables de las áreas de estadística y el área de informática de la Corte Superior de Justicia, a fin de poder realizar los cortes estadísticos y obtener los datos necesarios de las bases de datos del Sistema Integrado Judicial.

Las actividades se realizaron con una periodicidad quincenal y estas fueron:

Tabla 1

Actividades relacionadas con la obtención de información.

Nº	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PERIODICIDAD
1	Cierre previo estadístico	35 min.	Los 15 de cada mes
2	Cierre definitivo mensual	50 min.	El 5to día hábil de cada mes
3	Consulta a las BBDD	10 min.	Al final de cada cierre
4	Consolidación y transformación de datos	25 min.	Luego de cada consulta
5	Carga de datos al Sistema de Información	10 min.	Finalizando la transformación

Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Estas actividades se repiten cada mes a lo largo del período 2019, ya que permiten dotar de información necesaria al Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores para cumplir con su objetivo, se debe establecer que la implementación de esta herramienta no sustituye ninguna de las herramientas con las que ya cuenta el Poder Judicial.

Actividades que contiene la solución práctica propuesta

Para una mejor comprensión y fijar el desarrollo de este proyecto, se presenta en primer lugar un diagrama de contexto de la solución, que permitirá centrarse en cómo fue concebido el proyecto para su implementación.

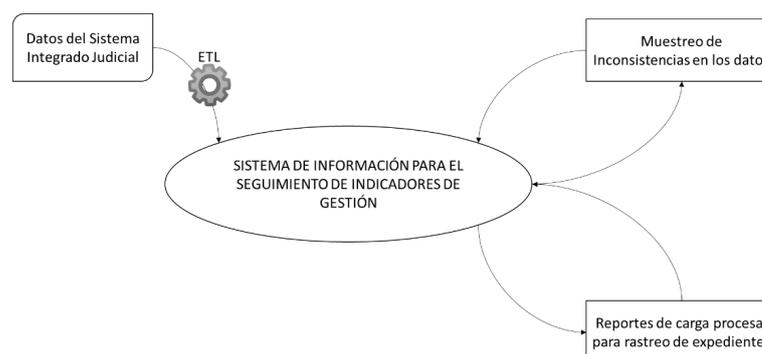


Figura 5 Diagrama de Contexto de la Solución Propuesta

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Como se desprende del Diagrama de Contexto las actividades están relacionadas a dos procesos, uno de ellos la extracción, transformación y carga de datos desde las fuentes del Sistema Integrado Judicial (compuesto por 4 Bases de Datos) y el segundo proceso es la interpretación de la información obtenida, en este segundo proceso se

obtendrá un listado de inconsistencias y los reportes de carga procesal que servirán para el rastreo de expedientes para su producción.

Para el proceso de ETL se ha desarrollado un modelo que, además de incluir la posibilidad de referir diferentes fuentes de datos, también se propuso la detección y corrección de inconsistencias, garantizando la integridad de los datos que alimentan el repositorio del Sistema de Información propuesto.

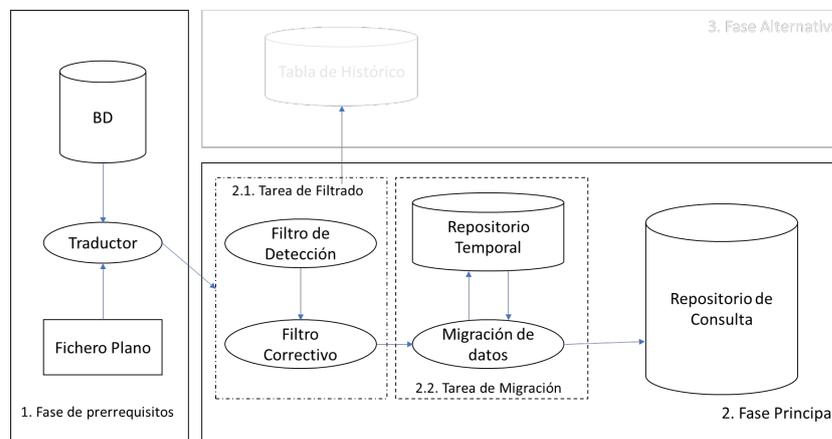


Figura 6. Modelo ETL propuesto

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Fase de Prerrequisitos: El modelo propuesto, identifica diferentes fuentes de datos, las que pueden ser archivos planos y repositorios de datos estructurados (bases de datos), estas fuentes podrían presentar errores en su adquisición, por lo tanto, es necesario pasarlos por un previo proceso que se ha llamado “Traductor”, el cual busca estructurar los datos para presentar una forma estándar en la siguiente fase.

Fase Principal: La fase principal se compone de dos procesos o tareas, llamadas Tarea de Filtrado y Tarea de Migración, en ellas se procesará una vez más la estructura obtenida del proceso Traductor y si es necesario se realizarán las correcciones respectivas para luego proceder con la migración de los datos al Repositorio de Consulta, que será el almacén de datos sobre el cual actuará el Sistema de Información de Seguimiento de Indicadores.

Fase Alternativa: Como una fase alternativa se plantea la actividad de almacenamiento del histórico, que como su nombre lo indica se almacenará la información referente a los errores, los cuales podrían ser: la descripción, valor corregido, posición del error, fecha y hora en que fue calculado el error.

En esta fase, y de forma alternativa se puede almacenar indicadores relacionados con la calidad de los datos a transformar, estas pueden ser la Calidad Real y la Calidad Teórica de los datos.

$$Calidad Real = \frac{Total\ de\ registros\ válidos}{Total\ de\ registros}$$

$$Calidad Teórica = \frac{Total\ de\ registros\ válidos}{Valor\ teórico\ de\ medición}$$

Hasta aquí se explica la metodología de obtención, transformación y carga de datos, pero se debe también especificar la metodología que se utilizó de forma específica

en la construcción del Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores, cuya construcción se basó en la aplicación de la metodología AUP, la cual consta de cuatro fases: iniciación, elaboración, desarrollo y cierre.

Se aplicaron iteraciones – que constan de cada unidad de tiempo usada para el desarrollo del software – que duraron entre una a cuatro semanas. Cada iteración del ciclo de vida de desarrollo incluye:

Fase de Iniciación: en esta fase se identifica las entidades externas con las que el sistema interactúa (actores) y se define el propósito de esta interacción. Se logra mediante la descripción de los casos de uso del sistema, dando como resultado una visión general de los requerimientos del proyecto.

Fase de Elaboración: aquí se elabora el plan del proyecto y se establecen las estrategias para la gestión de los riesgos que pueden presentarse durante la implementación. Es necesario tener una visión holística del sistema para definir los requisitos funcionales y no funcionales del sistema y sus principales actores.

Fase de Desarrollo: en la que se desarrollan las características del sistema y se van integrando los segmentos de la solución.

Fase de Transición: en esta fase se realizan las pruebas correspondientes y se hace la retroalimentación para la corrección de los errores.

Para la creación del Sistema de Información, se empleó como lenguaje de programación PHP y Javascript, se construyó haciendo uso del IDE Visual Studio Code y su motor de base de datos fue PostgreSQL.

El Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión, se desplegó sobre un servidor virtualizado, contando este despliegue como otra actividad, se configuró con un sistema operativo Ubuntu Server 18.04, 4 Gb. De memoria RAM y dos procesadores dedicados, así mismo se dispuso de un segmento de disco con 1 Tb de capacidad, características suficientes para el buen rendimiento de este Sistema.

Para que se pueda ejecutar la aplicación se tiene un servidor de aplicaciones Apache 2 y como motor de base de datos PostgreSQL 9.4, siendo esto el detalle del despliegue se procederá a la siguiente parte que viene a ser el funcionamiento mismo del Sistema.

Una vez que los datos son transformados, se procede a la carga en el repositorio, para que el Sistema de Información pueda interpretar los datos, presentando un listado de inconsistencias, que vienen a ser aquellos expedientes que presentan errores en su historial por falta de variables, las variables nos sirven para realizar el seguimiento por etapas de los expedientes.

Estas inconsistencias nos servirán para que los encargados de los órganos jurisdiccionales puedan corregirlas, ya sea agregando o eliminando las variables consignadas para que luego se realice nuevamente el proceso de ETL para tener una información consistente y que genere reportes con un menor índice de error.

Finalmente, luego de haber realizado la carga de datos y su procesamiento en el Sistema de Información, se obtienen los reportes necesarios de la siguiente forma:

N° expediente	Estado	Acto procesal	Mes - Año	Fecha registro	Tiempo transcurrido	Secretario	Juzg
1	00003-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	11 - 2021	2021-11-02	26 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE
2	00005-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	5 - 2021	2021-05-18	6 meses 10 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE
3	00006-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	9 - 2021	2021-09-10	2 meses 18 días	CABALLERO ROLDAN, MAXIMO - TRAMITE
4	00009-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	5 - 2021	2021-05-18	6 meses 10 días	CABALLERO ROLDAN, MAXIMO - TRAMITE
5	00011-2021-0-2301-JR-CO-03	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	7 - 2021	2021-07-15	4 meses 13 días	DIAZ PLATA, JESSICA ROXANA
6	00014-2021-0-2301-JR-CO-01	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	5 - 2021	2021-05-17	6 meses 11 días	CABALLERO ROLDAN, MAXIMO - TRAMITE
7	00016-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	5 - 2021	2021-05-18	6 meses 10 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE
8	00022-2021-0-2301-JR-CO-04	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO: MANDATO DE EJECUCION	11 - 2021	2021-11-17	11 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE
9	00024-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	5 - 2021	2021-05-18	6 meses 10 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE
10	00030-2021-0-2301-JR-CO-02	NUEVOS ADMITIDOS	AUTO ADMISORIO	8 - 2021	2021-08-05	3 meses 23 días	RODRIGUEZ TANTA, JORGE - TRAMITE

Figura 7. Reporte de expedientes para emisión de Auto Final

Nota: Fuente: Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores

Estos reportes muestran datos necesarios para poder identificar los números de los expedientes, el estado del último acto procesal, la fecha, el tiempo transcurrido y el secretario judicial a cargo del expediente, datos suficientes para poder determinar la situación de cada expediente y con esto es posible realizar la solicitud del expediente para poder generar los actos procesales de oficio para lograr la emisión de la sentencia o auto final que ponga fin al proceso judicial.

Análisis estadístico

Según (Carrasco, 2019), la validez de un instrumento significa que, mide las variables del estudio con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad.

Para esta investigación se propusieron indicadores relacionados con el cumplimiento de etapas en los expedientes, con una evaluación sobre el tiempo que tomó pasar entre cada una de ellas, así también, se agregó un indicador adicional que realizará la comparación directa entre la cantidad de sentencias y autos finales emitidos en los períodos a comparar.

Para el análisis descriptivo de los resultados se muestra las tablas con resultados de los pre y post test. A continuación, se presenta un análisis detallado de los datos de cada una de las tablas.

Tabla 2
Indicadores estadísticos de la investigación

Indicador	Pre-Prueba (Media)	Post-Prueba (Media)
KPI 1: Tiempo en etapa de calificación de un expediente	26.72 días	26.07 días
KPI 2: Tiempo en emitir sentencia o auto final	171.13 días	178.08 días

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Del estudio realizado, se observa que el indicador 1 relacionado con el tiempo en la etapa de calificación disminuyó de 26.72 días a 26.07 días, esto debido a que la

herramienta contribuye al rastreo de expedientes así mismo, el indicador 2, tiempo de emisión de sentencias o autos finales se incrementó de 171.13 días a 178.08 días.

Tabla 3

Comparativa en la cantidad de sentencias / autos finales períodos 2018 y 2019

JUZGADO	SENTENCIAS/AUTOS FINALES 2018	SENTENCIAS/AUTOS FINALES 2019
1° Juzgado Civil	371	390
2° Juzgado Civil	309	412
3° Juzgado Civil	355	377
4° Juzgado Civil	335	356
TOTAL	1370	1535

Nota: Fuente: Formulario Estadístico Electrónico

Finalmente, se presenta que, durante el período 2019 en los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna, se registraron 1535 decisiones finales de fondo (Sentencias y autos finales), esto en comparación del período 2018, se tiene un indudable incremento.

Resultados y discusión

Luego de la aplicación del análisis del problema y la propuesta de solución se procedió a la implementación del Sistema de Información, que fue desarrollado en lenguaje PHP con un motor de base de datos PostgreSQL y que se desplegó sobre un servidor de la institución.

Tomando los datos recogidos del análisis estadístico tenemos que para el indicador 1: Tiempo en etapa de calificación de un expediente se presentó una reducción en la media temporal, yendo desde 26.72 días hasta 26.07 días, teniendo una reducción por horas en la calificación en promedio.

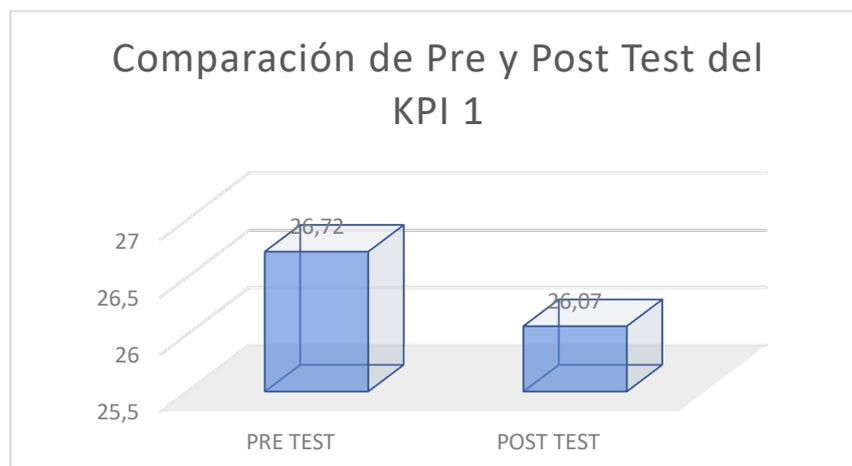


Figura 8. Promedio del tiempo en finalizar la etapa de Calificación de un expediente

Nota: Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de esta herramienta que, aunque su primera concepción se enfoca únicamente a incrementar la cantidad de sentencias y autos finales, se ha logrado impulsar los expedientes desde su etapa inicial que es la calificación, de modo tal que genera un conjunto mayor de expedientes en carga procesal que al cabo de un trámite bien llevado se encuentran expeditos para la emisión de una sentencia.

La dispersión del tiempo que transcurre un expediente en etapa de calificación en el pretest fue de 136% y en el post test de 123%, lo que denota un decremento en la dispersión, indicando así el ordenamiento para la calificación de expedientes, punto que coincide indirectamente con el objeto de implementación del sistema de información.

Por otro lado en la comprobación del indicador 2: Tiempo en emitir una sentencia o auto final, que mide la media del tiempo transcurrido entre la admisión de un expediente a la etapa de trámite y su conclusión en primera instancia (sentencia o auto final) fue de 171.13 días en la fase de pretest a 178.08 días en la fase de post test, lo que podría considerarse como un resultado negativo, sin embargo esto se debe contrastar con el siguiente indicador que mide la cantidad de sentencias y autos finales totales de ambas fases.

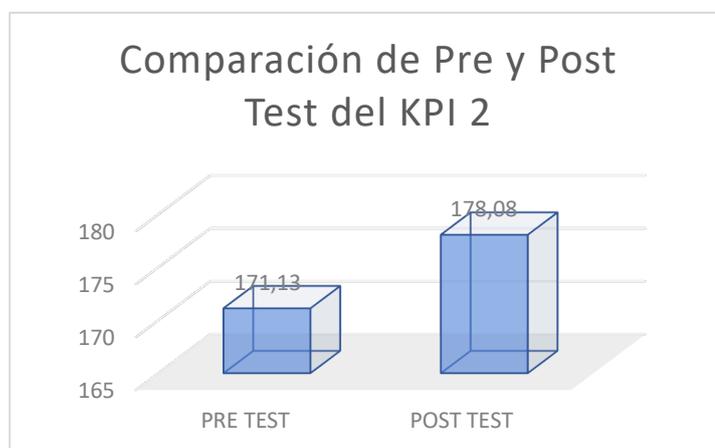


Figura 9. Comparación del tiempo que un expediente transcurre en la etapa de Trámite

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Es necesario dar una revisión a la dispersión de los datos, la cual muestra un decremento de 126% a 120%, dando así una concordancia a que la aplicación del Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores permite un adecuado flujo de tramitación de expedientes judiciales.

Para corroborar lo explicado del resultado en el indicador 2, se muestra el resumen del indicador 3, que revisa la cantidad de sentencias y autos finales emitidos tanto en la fase de pretest como en la fase de post test, mostrada previamente en la Tabla 3.

Teniendo que la emisión de sentencias y autos finales van desde 1370 en la fase de pretest a 1535 en la fase de post test, concordando así con los indicadores de dispersión, que generan el incremento de la emisión de sentencias o autos finales ante el rastreo de los expedientes según la congruencia de información y reportes que brinda el Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, que establece que existe una relación positiva entre la implementación de un sistema de información para el seguimiento de indicadores y el incremento en la emisión de sentencias y autos finales en los juzgados civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna, guardando relación con lo

sostenido por (Penadillo, 2019), en relación a la mejora del despacho judicial para mejorar el incremento de la productividad, este sistema de información actúa como una herramienta de soporte en la gestión de despacho judicial y como se ha demostrado se ha logrado incrementar la emisión de sentencias y autos finales en los juzgados civiles de la Corte.

En la misma línea se concuerda con (Neyra, 2015) quien refiere que es necesario el desarrollo de Tecnologías de la Información, para contribuir con la transparencia y mejorar la cobertura y la calidad de atención de los justiciables, se demuestra que esta implementación se relaciona no sólo con el incremento de la productividad, sino que se traduce también en la maximización de atención con la misma cantidad de recursos, incrementando así la calidad de atención al justiciable.

Conclusiones

Esta investigación, permitió implementar un Sistema de Información para el Seguimiento de Indicadores de Gestión como una medida de e-Gobierno, dándole solución al problema de la baja emisión de Sentencias y Autos Finales, teniendo al final de la experimentación una reducción de 3% en el tiempo de calificación de los expedientes, y a pesar de que se incrementó el tiempo en trámite en un 4%, se demostró que la cantidad de sentencias y autos finales tuvieron un incremento de 165 en los Juzgados Civiles de la Corte Superior de Justicia de Tacna.

En esta observación se determinó que no existe una forma de rastrear los expedientes por etapa, tampoco una medición que compare los juzgados civiles en las diferentes etapas del trámite judicial, así mismo, no conocen cuánta carga procesal existe ni qué expedientes podrían estar disponibles para la emisión de sentencias o autos finales, si es que estos no están en su poder.

Se ha demostrado que, con el uso del Sistema de información para el Seguimiento de Indicadores, se han incrementado las Sentencias y Autos Finales, que son resoluciones judiciales que contienen decisiones de los jueces sobre el fondo del proceso, con esto se ha incrementado la producción que resuelve los problemas de la población, en este sentido se concluye que este Sistema ha logrado de forma efectiva tener un impacto positivo sobre la Administración de Justicia en los Juzgados Civiles de la Corte Superior de Justicia.

Referencias

- Alata, M. (2015). *Carga Procesal en el Poder Judicial y la Implementación de un Proceso Civil Común en el Perú*. [Tesis Doctoral] Universidad Andina Néstor Cáceres Velasquez. Juliaca, Perú. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/647>
- Ambler, S. (2006). *The Agile Unified Process*. <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/aup11/>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la Investigación Científica*. San Marcos E I R LTDA.
- Congacha, A., & Noboa, C. (2019). *Desarrollo de un sistema informático aplicando la metodología aup, para optimizar la gestión de trámites académicos en la universidad Nacional de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6121>
- Fernández, V. (2006). *Desarrollo de sistemas de información*. <http://hdl.handle.net/2099.3/36751>
- Flores, M. (2018). *Análisis predictivo de la producción judicial de los juzgados de familia del poder judicial de Tacna 2016-2017 utilizando simulación de Montecarlo*.

- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3177/1372_2018_flores_calle_mm_fain_informatica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huamani, C. (2016). *Propuesta Metodológica Para La Detención De Outliers En El Sistema De Información Estadístico Del Poder Judicial De La República Del Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4589>
- Neyra, A. (2015). *Ingreso y producción de expedientes judiciales, y su relación con la carga procesal en el distrito judicial de Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Penadillo, P. (2019). *Influencia de la Gestión del Despacho Judicial en la Carga Procesal del Poder Judicial de Huánuco*. [Tesis Maestral], Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco.
<http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/5362/PDCC00125P41.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poder judicial del Perú. (2021). *Poder Judicial del Perú*.
https://www.pj.gob.pe/wps/wcm/connect/cij/s_corte_suprema_utilitarios/as_home/as_cij/as_investigacion_publicacion/as_buenas_practicas
- Sevilla, A. (2016). *Economipedia Haciendo fácil la economía*.
<https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>
- Srikanta, M., & Luan, L. (2017). Application of Data Analytics for Production Optimization in Unconventional Reservoirs: A Critical Review. *Unconventional Resources Technology Conference*. Texas. <https://doi.org/10.15530/URTEC-2017-2670157>
- Valero, M. (2016). *Bigeek*. <https://blog.bi-geek.com/que-es-una-etl/>

Fecha de recepción: 17/12/2021

Fecha de revisión: 15/02/2022

Fecha de aceptación: 21/04/2022

Como citar este artículo:

Youmbi, D. & Antoinette, S. (2022). Gestión de proyectos empresariales en el eje de gestión de recursos humanos: impacto de las prácticas de satisfacción de recursos humanos en la productividad de las pymes agroalimentarias camerunesas. *Project, Design and Management*, 4 (1), 36-51. doi: 10.35992/pdm.4vi1.936

**GESTIÓN DE PROYECTOS EMPRESARIALES EN EL EJE DE
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS: IMPACTO DE LAS
PRÁCTICAS DE SATISFACCIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN LA
PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES AGROALIMENTARIAS
CAMERUNESAS**

Djiowou Youmbi

Universidad Internacional Iberoamericana (Camerún)

herve.djiowou@doctorado.unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0002-4285-2098>

Song Antoinette

Universidad Internacional Iberoamericana (México)

antoinettesong@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0002-9645-7720>

Resumen. Dado que la gestión de proyectos es generalmente estresante debido a sus innumerables actividades, una gestión de recursos humanos subjetiva de los proyectos conduce a grandes conflictos y tensiones. El trabajo científico anterior se ha centrado más en la gestión de proyectos para grandes empresas. Las opiniones de los expertos en gestión de proyectos son divergentes entre quienes se muestran escépticos sobre su vínculo con HRM y quienes sostienen que HRM es una palanca global para el éxito del proyecto. Este estudio tiene como objetivo enriquecer este debate centrándose en la existencia de un vínculo entre la gestión de recursos humanos y la gestión de proyectos PYME. La hipótesis general del estudio se basa en el principio de que las prácticas de GRH de las PYMES pueden traducirse en objetividad en los procedimientos de contratación, la relevancia de los sistemas retributivos, los rigores en las acciones formativas y el desarrollo de habilidades determinan los niveles de productividad organizacional. El diseño metodológico adoptado es la técnica de muestreo basada en deseos de administrar un cuestionario a una muestra de 87 partes interesadas en el estudio. Los resultados revelan que las prácticas de gestión de recursos humanos tienen vínculos significativos con la productividad de las pymes. Estos resultados podrían explicarse por las características específicas de la gestión de recursos humanos en las pymes. A modo de discusión, dado que se realizan pocos estudios sobre la gestión de proyectos PYME, ¿no deberían los futuros metodólogos dar protagonismo a la exploración de esta perspectiva de investigación?

Palabras clave : gestión de proyectos, HRM, satisfacción de los recursos humanos, productividad, PYMES.

MANAGEMENT OF BUSINESS PROJECTS IN THE HRM AXIS: IMPACT OF HUMAN RESOURCE SATISFACTION PRACTICES ON THE PRODUCTIVITY OF CAMEROONIAN AGRI-FOOD SMES

Abstract: Since project management is generally stressful because of its countless activities, a subjective HRM of projects leads to great conflicts and tensions. Previous scientific work has focused more on project management for large companies. The opinions of project management experts are divergent between those who are skeptical about its link with HRM and those who maintain that HRM is a global lever for project success. This study aims to enrich this debate by focusing on the existence of a link between HRM and the management of SME projects. The general hypothesis of the study is based on the principle that the HRM practices of SMEs can result in objectivity in recruitment procedures, the relevance of remuneration systems, rigors in training actions and the development of skills determine the levels of organizational productivity. The methodological design adopted is the wish-based sampling technique of administering a questionnaire to a sample of 87 parties interested in the study. The results reveal that HRM practices have significant links with the productivity of SMEs. These results could be explained by specific characteristics of HRM in SMEs. By way of discussion, since few studies are done in SME project management, shouldn't future methodologists give prominence to the exploration of this research perspective?

Keywords: Project Management, HRM, HR Satisfaction, Productivity, SME.

Introducción

Actualmente existe un consenso en todo el mundo de que la fuerza de las economías gubernamentales se basa en las pequeñas y medianas empresas agroalimentarias (PMEA) (OCDE, 2004). Teniendo esto en cuenta, YASMINE (2019) señala que es hora de que las instituciones financieras y los líderes gubernamentales africanos den un lugar crucial a los desarrollos de estas pequeñas industrias agroalimentarias. En efecto, las PMEAs representan la espina dorsal de las economías del continente africano, en el sentido de que emplean a más del 90% de las empresas y dan trabajo a cerca del 60% de la población activa, compuesta en particular por jóvenes y mujeres (FJOSE & GREEN, 2010). Hay que señalar que las PMEAs no solo son bases para el desarrollo y la creación de nuevos empleos locales, sino que también contribuyen de forma sustancial a responder a los desafíos urgentes que incluyen, en particular, la prestación de servicios públicos y el desarrollo sostenible. En Camerún, a pesar de un entorno político y económico enigmático, las PMEAs se consideran catalizadoras de la economía nacional, ocupando algo más del 90% del tejido productivo y el 54% de la creación de empleo. NTOH (2009) señala que la relevancia de las PMEAs viene marcada por la existencia de un departamento ministerial dedicado a ellas, el Ministerio de la Pequeña y Mediana Empresa, Economía Social y Artesanía (MINPMEESA).

Enfrentados a un entorno empresarial en constante cambio, los empresarios de las PMEAs deben asumir importantes riesgos para superar los numerosos retos a los que se

enfrentan (BEN, 2020). Los innumerables retos a los que se enfrentan muchas PMEAs favorecen sus fracasos y, a menudo, incluso su muerte. Los empresarios de PMEAs fracasan debido a los paradigmas de gestión tradicionales que no se basan en los modos de proyecto. Algunos de los empresarios de PMEAs que han tenido éxito utilizan métodos de gestión basados en proyectos. Dado que la gestión de PMEAs, en modo proyecto, se refiere conjuntamente a una estrategia de trabajo y a una técnica de gestión, cuyo objetivo sería asegurar la cooperación y la colaboración entre varios empleados (Fleur, 2020). Los empresarios de PMEAs deben operar en modo proyecto por varias razones. Entre otras cosas, este modo de gestión desarrolla los grados de confianza, comunicación y cooperación entre las partes interesadas. Este modo permite a los RRHH salir de sus operaciones ordinarias para adquirir nuevas competencias y, en consecuencia, aumentar los diversos resultados esperados en la fase previa. Ayudar a las pequeñas y medianas empresas a alcanzar los objetivos previstos implicaría buscar profesionales capaces de gestionar proyectos (Brunet, 2021).

Desde la economía hasta la gestión, pasando por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, sin olvidar las industrias agroalimentarias, las organizaciones deben situar la gestión de proyectos en el centro de sus ambiciones. La gestión de proyectos es el enfoque óptimo para alcanzar los objetivos estratégicos en todas las estructuras (Granger, 2020; Goncalves, 2020). Como tal, la gestión de proyectos ocupa un lugar destacado en todas las organizaciones como un estilo de gestión muy eficaz (Granger, 2020). La historia nos dice que la gestión de proyectos apareció en su forma moderna en los albores de la década de 1950 (Moperto, 2011). Son innumerables las dimensiones que caracterizan a la gestión de proyectos como área de estudio. Entre otras, está la gestión de proyectos de ingeniería civil, la gestión de proyectos sanitarios, la gestión de proyectos de desarrollo sostenible y la gestión de empresas. Esta publicación científica se sitúa en el ámbito de la gestión de proyectos para empresas centrada en la GRH. La elección del eje de la GRH de las PMEAs no es un hecho arriesgado y menos aún reduccionista, se justifica por el hecho de que las PMEAs no conciben todas la GRH de la misma manera.

En el ecosistema de las pymes, una GRH pertinente promueve la contratación de altos talentos, contribuye al bienestar de los empleados, garantiza el desarrollo de competencias y, sobre todo, fideliza a los altos potenciales. Aunque las PMEAs constituyen el grueso del tejido económico camerunés y contribuyen mejor que las grandes empresas al desarrollo del país, Nkakleu (2016) considera que la revisión de la literatura sobre la GRH de las PMEAs está poco estructurada. Dentro de las PMEAs camerunesas, es singular darse cuenta de que la GRH se reduce a menudo a la parte débil del iceberg, sobre todo en la gestión administrativa del personal (Revolution-Rh, 2016). En cuanto nos acercamos a la formación, las nóminas, las relaciones profesionales, la contratación y otras prácticas en el ámbito de la gestión social, la GRH de las PMEAs brilla con límites ampliamente presentados en el tema (Nabila, 2017).

El interés de la comunidad científica por la satisfacción del personal de las PYME ha crecido en la última década. De hecho, varios investigadores consideran que la satisfacción del personal de las PYMES es, sin duda, el concepto estudiado por el mayor número de investigadores contemporáneos (Larouche y Delorme, 1972; Lise, 1990; Surbhi, 2017). A pesar

de este gran despliegue científico, las metodologías no parecen tener acceso a un conocimiento profundo de la satisfacción de los RRHH de las PYMES (Larouche & Delorme, 1972). Hasta la fecha, ningún investigador sabe si la satisfacción del personal es una estrategia eficaz para promover la implicación de los RH de las PYME, en general, y mucho menos de las PYME agroalimentarias de Camerún. Esto supone un límite y una laguna relacionados con la epistemología. Además, no existe ninguna investigación que pueda responder con seguridad a la siguiente pregunta: ¿cuáles son los efectos de la satisfacción del personal en la productividad de las PYME agroalimentarias de Camerún? Independientemente de su situación y tamaño, el principal activo de una PYME es su recurso humano. Es cierto que para Peretti (2013), incluir la dimensión de los RRHH en la estrategia de cualquier organización es ahora una necesidad y nos empuja a explorar el tema titulado: "Impacto de la satisfacción de los RRHH en la implicación de las PYMES camerunesas".

Tema y revisión de la literatura

El desarrollo de las naciones africanas depende de las empresas, que son los motores del progreso socioeconómico (Zambo, 2006). En la marcha hacia el surgimiento de Camerún en 2035, el espíritu empresarial a través de las PYME agroalimentarias es decisivo (Yang, 2009). El espíritu empresarial en las PYME agroalimentarias da lugar a un cuestionamiento de los métodos de gestión de personal en términos de creación de empleo, tanto para las empresas modernas como para las que están en desarrollo (Garang, 1999). El logro concreto de resultados en términos de creación de empleo por parte de las PYME agroalimentarias es una prueba de la mejora de los resultados económicos de las naciones (Amos, 2016). El jefe de gobierno camerunés declaró con razón: "El gobierno camerunés se apoya principalmente en el desarrollo de sus PYME para hacer frente al inmenso desafío del empleo" (Yang, 2009). Es singular constatar las innumerables debilidades de las PYME agroalimentarias (Patricia, 2005).

Los puntos débiles de las PYMES agroalimentarias son, entre otros, las altísimas tasas de mortalidad, la falta de gestión de competencias con visión de futuro, la falta de interés de los directivos por el bienestar de los empleados (Axess, 2016). La falta de planificación de las pymes agroalimentarias desde su creación es un fenómeno de moda para muchos propietarios (Mouyeme, 2010). La falta de interés por la salud de los empleados de las pymes y la no consideración del bienestar laboral en el proceso de gestión de las pymes agroalimentarias son evidentes en Camerún (Axess, 2016; Clubdescho, 2018). A pesar de algunos esfuerzos realizados por los directivos de las pymes agroalimentarias para mejorar las condiciones de trabajo, los empleados de estas estructuras siguen estando insatisfechos (Deschenes, 2018; ArunKumar, 2014). Desde los ejecutivos hasta los obreros, pasando por los ejecutantes y los agentes, cada categoría socioprofesional de las pymes agroalimentarias es víctima de los fenómenos de insatisfacción (Cambridge, 2020). El último estudio de clima social de CEGOS sostiene que la satisfacción de los empleados es menor en las empresas de hoy en día (Colders, 2009).

El número de personal inscrito en las pymes agroalimentarias es considerable. Representa una parte importante de la proporción del tejido industrial camerunés, es decir,

alrededor del 50% (INS, 2016). Los problemas relacionados con la desvinculación de este capital humano se identifican entre las preocupaciones más destacadas de la GRH (Jim Clifton, 2012). Frente a este fenómeno de falta de compromiso del personal, la mayoría de los gerentes de las pymes agroalimentarias experimentan enormes dificultades para gestionar su personal de manera sólida y eficiente (Balhadj, 2012). Cada vez más, los directivos de las pymes agroalimentarias están convencidos de que la consecución de resultados para sus organizaciones deriva inevitablemente de la calidad de la gestión de los empleados (Peretti, 2011). Sin embargo, en estas empresas, los índices de rotación son muy elevados. Se trata de una cuestión crítica porque la rotación de personal puede ralentizar los procesos de crecimiento e inducir la pérdida de ventaja competitiva (Filev, 2017; Nwahanye, 2016).

Aunque las PYMES son importantes fuentes de ingresos y contribuciones fiscales para las naciones de todo el mundo, las PYMES agroalimentarias camerunesas sufren más que las grandes empresas, problemas de gestión de personal por parte de los directivos. De la observación de una muestra de PYME agroalimentarias en el periodo 1996-2016, se desprende que la inexperiencia y la falta de profesionalidad de los dirigentes precipitan los ceses de actividad (Evou, 2020). Los proyectos de las PYME agroalimentarias no siempre están bien madurados antes de su puesta en marcha (Mouyeme, 2010). La planificación que debería hacerse antes de las acciones resulta no ser una prioridad para los propietarios y gestores de las PYME agroalimentarias (Mouyeme, 2010). De hecho, el 80% de las PYME agroalimentarias mueren cada cinco años sucesivos (Yondeu, 2019).

Basándose en los argumentos anteriores, los empleados acusan a los responsables de RRHH de las PMEAs de no hacer nada para asegurar su futuro profesional (Mouyeme, 2010). Este estudio hace hincapié en las barreras de la GRH que obstaculizan la productividad en las PMEAs camerunesas. La falta de profesionalidad en la GRH conduce al desinterés por la salud laboral y al desprecio de las competencias en las PMEAs (Axess, 2016; Clubdescho, 2018). El supuesto central de esta contribución científica se formuló así: el bienestar de los recursos humanos determina su adhesión a los objetivos estratégicos y operativos. Su objetivo general fue verificar a partir de las opiniones de los individuos encuestados si las prácticas de GRH determinan los niveles de compromiso dentro de las PMEAs.

Varios investigadores han dedicado sus artículos científicos y tesis doctorales a la gestión empresarial, y su número no ha dejado de aumentar a lo largo de los años (Vigan & Giauque, 2016). El tema relativo a la satisfacción de los empleados está en el centro de la producción científica de la gestión empresarial y los innumerables estudios de investigación sobre este tema son una prueba irrefutable de ello (Larouche & Delorme, 1972). A pesar de esta popularidad sobre la satisfacción del personal, es curioso constatar que los resultados de los estudios no son todavía unánimes entre los teóricos (Larouche, Levesque, & Delorme, 1973). A continuación, se presentarán algunos estudios con puntos de vista convergentes y divergentes.

En el artículo titulado "¿Qué es la satisfacción de los empleados?", la satisfacción de los empleados, según Gutzman et al. (2020), es "la medida en que los empleados están satisfechos con su rendimiento laboral y su entorno de trabajo" (p. 1). La satisfacción de los empleados se

mide a través de una encuesta de satisfacción. En esta encuesta de empresa hay que tener en cuenta el sistema de remuneración, los costes de las actividades de los empleados, las expectativas de los directivos, el trabajo en equipo y los recursos disponibles (Gutzman, et al., 2020). La satisfacción del personal puede ser una cuestión crítica si no se tienen en cuenta los valores importantes de los mejores talentos (Gutzman, et al., 2020; BasuMallick, 2020).

En el artículo titulado Happywork: Multi-Agent Modeling of Job Satisfaction, Chapuis y Kant (2014) se centran en la elaboración subjetiva de la satisfacción laboral y la influencia organizativa. Chapuis y Kant (2014) se centran en los modelos psicosociológicos de la satisfacción de los empleados en las empresas. Los resultados de su investigación destacan las diferentes propiedades y enfoques psicológicos relacionados con la felicidad de los empleados en las empresas. Además, la investigación revela una estrategia de planificación empresarial que determina la satisfacción de los empleados (Chapuis, 2016).

En su trabajo de investigación titulado Job Satisfaction of University Academics in China; YU (2009) es uno de los pocos investigadores chinos que han estudiado el tema de la satisfacción de los empleados. Yu (2009) adopta un enfoque mixto que combina la recogida de datos cualitativos y cuantitativos. El estudio supera el vacío literario al presentar la relación entre la satisfacción de los empleados y la cultura empresarial. Sus resultados muestran que la satisfacción laboral de los universitarios chinos está correlacionada con varios factores culturales.

En el artículo titulado Job satisfaction: a consequence of the choice of statistical tools and HRM measurement instruments, Iglesias et al. (2010) se interesan por el vínculo entre la satisfacción de los empleados y los instrumentos de medición estadística. Iglesias et al. (2010) señalan las subjetividades a la hora de medir la satisfacción de los empleados. La satisfacción laboral según IGLESIAS et al. (2010) es "un concepto central en la GRH". A pesar de ello, las relaciones encontradas entre este concepto y otras variables de campo siguen siendo a veces inciertas o incluso contradictorias" (p.245).

Método

El estudio empírico propiamente dicho se llevó a cabo durante el período comprendido entre enero de 2021 y marzo de 2021. En esta parte, se trata de presentar el marco operativo de la investigación, la población y el lugar del estudio, la perspectiva del estudio, la descripción del instrumento de recogida de datos, el método de tratamiento de datos y las herramientas estadísticas utilizadas.

Marco operativo del estudio: De acuerdo con la Ley N ° 2010/001 del 13 de abril de 2010 sobre la promoción de las empresas camerunesas, sigue la existencia de tres modelos de PYME incluyendo en particular las empresas muy pequeñas (TPE), las pequeñas empresas (PE) y las empresas medianas (ME). No obstante, parece oportuno precisar que la TPE es una estructura que emplea a más de cinco empleados y cuyo capital social es inferior a quince

millones de francos CFA netos de impuestos. La PE es una estructura cuyo número de empleados se establece entre seis (06) y veinte (20), cuyo capital social anual se incluye entre quince (15) millones de FCFA y 100 millones de FCFA. La PMEa es una empresa agroalimentaria que emplea entre 21 y 100 personas, cuyo capital social es inferior a mil (01) millones de FCFA (NATIONALE, 2010).

Población y lugar del estudio: La población del estudio se consideró como el grupo de individuos con características similares de interés para la investigación. Estaba representada por todas las partes interesadas en las PMEa del país. Dada la multiplicidad de PMEa camerunesas, fue oportuno recoger datos en la región de Adamawa.

Perspectiva del estudio: La técnica de muestreo elegida permitió centrarse únicamente en los individuos con los que los datos relativos a las correlaciones entre las prácticas de satisfacción y la implicación en las PMEa camerunesas son probados y palpables. Así pues, para acceder a la muestra, se optó por la técnica de muestreo basado en los deseos, que consistió en entrevistar a 87 individuos (empleados, empresarios y sectores de las PMEa).

Descripción del instrumento de recogida de datos: Para llevar a cabo adecuadamente las investigaciones empíricas, se diseñó un cuestionario homogéneo que incluía ítems cerrados, de carácter impersonal y general, para los encuestados. Este cuestionario se completó con varias secciones que incluían la identificación de los encuestados, los objetivos y el proyecto de la encuesta, así como las distintas preguntas. Para garantizar la confidencialidad, reducir las frustraciones y trascender las sospechas de los encuestados, la mención del nombre del entrevistado era opcional. Tras esta tabla de identificación, fue oportuno, a través de preguntas, evaluar si la satisfacción de los RRHH de las PYMES tiene un impacto en la productividad de las mismas.

Enfoque de procesamiento de datos: Para optimizar el tratamiento de los datos recogidos sobre el terreno, se utilizaron herramientas informáticas (ordenadores portátiles y tabletas electrónicas). Estas herramientas permitieron construir una base de datos y los resultados de la investigación se verificaron con el software SPSS (Statistics Packages for the Social Sciences). El software SPSS facilitó la inserción de múltiples tablas y gráficos. Además, también se utilizó el software de aplicación Excel y una calculadora científica para comprobar las coincidencias de los porcentajes.

Análisis inferencial: La herramienta estadística inferencial que se eligió fue el chi-cuadrado. También se denomina chi-cuadrado, cuadrado de contingencia y chi-cuadrado de Pearson. Conscientes del inconveniente de este método, que es el hecho de que solo indica la existencia de un vínculo entre las variables, pero no la fuerza del vínculo entre estas variables, lo elegimos no obstante por tres razones siguientes: en primer lugar, se utiliza bien con las variables nominales y también con las clases, luego consigue indicar la existencia de una relación entre dos variables y, por último, se aplica cualquiera que sea la distribución de las variables.

Análisis estadístico con chi-cuadrado y grados de libertad: Cuanto mayor sea el chi-cuadrado, mayor será la probabilidad de que existan relaciones entre las variables estudiadas. Para consultar las tablas, fue necesario calcular el grado de libertad abreviado en la forma dof. Al calcular el chi-cuadrado de una variable de estudio, el grado de libertad era simplemente el número de categorías menos uno. En una matriz que contiene dos variables, es el producto del grado de libertad de cada variable.

Métodos utilizados para probar las cuatro hipótesis: Sean "V y V "dos variables cuantitativas (que no tienen necesariamente el mismo número de modalidades, pero que están representadas en la misma muestra), era posible dar una definición rigurosa de la idea intuitiva de independencia entre las variables. Había que formular la hipótesis H0 según la cual V y V "son efectivamente independientes." Se utilizó la prueba de chi-cuadrado para estimar la plausibilidad de esta afirmación, dadas las frecuencias observadas para cada par de modalidades en la muestra. Los resultados se interpretaron de dos maneras distintas: O bien comparando el valor de chi-cuadrado calculado con el leído en la tabla estadística, teniendo en cuenta el grado de libertad. Cuando el chi-cuadrado calculado era mayor que el leído en la tabla estadística, entonces se rechazaba la hipótesis nula para considerar la hipótesis alternativa Ha. En este caso, se consideró la hipótesis nula.

Resultados

P1: ¿Está usted satisfecho con la forma en que se gestionan los recursos humanos en su organización?

Objetivo de la pregunta: Esta pregunta tiene por objeto analizar la satisfacción de los empleados con la gestión de los recursos humanos dentro de las PYMES.

Tabla 1
Sobre los niveles de satisfacción de los empleados con la GRH de sus organizaciones

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	11	12.64	12.64
No	76	87.36	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

De esta tabla se desprende que, en las PYMES de Camerún, el 12,64% frente al 87,36% de los empleados encuestados están satisfechos con las prácticas de GRH.

P2: ¿Cree que los enfoques de contratación que se practican en PYMES se basan en las aptitudes de los candidatos?

Objetivo de la pregunta: Comprobar la pertinencia y la objetividad de las técnicas de contratación de los candidatos.

Tabla 2
Sobre la percepción de las opiniones de los interesados en los procesos de contratación

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
--	-------------	-------------	------------------------

Sí	19	21.84	21.84
No	68	78.16	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

El 21,84%, frente al 78,16%, considera que las técnicas de contratación adoptadas por los directivos de las PYMES no son objetivas, en el sentido de que no se basan en las competencias de los demandantes de empleo.

P3: ¿Considera que las técnicas actuales de contratación ayudan a la productividad de los RRHH en las PYMES?

Objetivo de la pregunta: Evaluar los efectos de las estrategias de contratación sobre los niveles de rentabilidad en los SMAES.

Tabla 3

Sobre la percepción de las opiniones de los encuestados acerca de las correlaciones entre las políticas de rentabilidad y la productividad de los empleados

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	9	89.65	10.34
No	78	10.35	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta.

El 89,65% frente al 10,35% de los encuestados reconoce la existencia de vínculos entre las prácticas de contratación en las empresas y los niveles de productividad de los empleados.

P4: ¿Está satisfecho con los sistemas de compensación de su empresa?

Objetivo de la pregunta: Evaluar la satisfacción de los RRHH con las políticas de compensación.

Tabla 4

Opiniones de los empleados sobre los niveles de satisfacción con las políticas de compensación

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	29	33.33	33.33
No	58	66.66	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

El 33,33% frente al 66,66% de los encuestados consideran que las estrategias de remuneración aplicadas en las PYMES no son eficaces para contribuir a la satisfacción del capital humano.

P5: En su opinión, ¿pueden las políticas de compensación objetiva que se practican en las PYMES aumentar los niveles de productividad de los RRHH?

Objetivo de la pregunta: Evaluar la satisfacción de los RRHH con las políticas de compensación.

Tabla 5

Sobre la percepción de las opiniones de los encuestados acerca de las correlaciones entre los sistemas de compensación y la productividad de los empleados

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	33	62.07	33.93
No	54	37.93	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

El 62,07% frente al 37,93% sostiene que las cualidades de los sistemas de remuneración determinan el rendimiento de los RRHH en las PYMES de Camerún.

P6: ¿Qué opina de las políticas de formación en PYMES?

Objetivo de la pregunta: Identificar las opiniones de los RRHH sobre la obligación de sus empleadores de proporcionar formación de reciclaje.

Tabla 6:

Opiniones de los encuestados sobre los efectos de la formación de los empleados en su rendimiento laboral

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	13	14.94	14.94
No	74	85.06	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

Solo el 14,94 frente al 85,06 de los empleados cree que las actividades de desarrollo personal realizadas en el PYMES son beneficiosas.

P7: En su opinión, ¿la formación continua impartida a los empleados repercute en su nivel de rendimiento laboral?

Objetivo: Queremos saber si la formación ofrecida por las empresas a los RRHH influye en el compromiso de los RRHH en el trabajo.

Tabla 7

Sobre la percepción de las opiniones de los encuestados acerca de las correlaciones entre los sistemas de formación profesional y la productividad de los empleados

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	52	59.77	59.77
No	35	40.22	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta

El 59,77% frente al 40,22% de los empleados de PYMES creen que la formación continua determina su rendimiento.

P8: ¿Está satisfecho con el sistema ergonómico de su empresa?

Objetivo de la pregunta: Evaluar la satisfacción de los empleados con la gestión ergonómica de sus puestos de trabajo.

Tabla 8

Sobre la percepción de las opiniones de los encuestados sobre la satisfacción de los RRHH relacionada con la ergonomía en el trabajo

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	17	19.54	19.54
No	70	80.46	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta.

Solo el 19,54% frente al 80,46% de los empleados piensan que sus condiciones de trabajo son buenas.

P9: ¿La gestión ergonómica de su empresa determina su productividad en el trabajo?

Objetivo de la pregunta: Evaluar las correlaciones entre la gestión ergonómica en las PYME y la productividad de los empleados.

Tabla 9

Sobre la percepción de las opiniones de los encuestados sobre la satisfacción de los RRHH relacionada con la ergonomía en el trabajo

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes acumulados
Sí	50	54.47	54.47
No	37	42.53	100.00
Total	87	100.00	

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta.

El 54,47% de los empleados, frente al 42,53%, considera que los sistemas ergonómicos influyen en la productividad de las PYMES.

Tabla 10

Ahorro en las pruebas de hipótesis

RH	DOF	A	Coefficientes Contingencias	X ² Cal	X ² Lu	Decisiones
RH1	4	0.05 (5%)	0.30	11.0211	8.388	X ² Cal > X ² Lu Conclusión Aceptada H _a
RH2	4	0.05 (5%)	0.450	29.5233	8.388	X ² Cal > X ² Lu Conclusión Aceptada H _a
RH3	4	0.05 (5%)	0.591	61.8820	8.388	X ² Cal > X ² Lu Conclusión Aceptada H _a

Nota: Fuente: Los autores se basan en los datos de la encuesta.

Los coeficientes de contingencia son superiores a 0,50, por un lado, y los chi-cuadrado observados son todos superiores a los teóricos, por otro, lo que sugiere un vínculo de

dependencia entre las variables de prácticas de GRH (1), proceso de contratación, (2) sistemas de remuneración, (3) formación continua de los RRHH, (4) sistemas de remuneración y productividad de los RRHH. En conclusión, los resultados obtenidos validan la hipótesis de que las prácticas de GRH determinan la productividad del trabajo en las PYMES camerunesas.

Discusión

Este estudio produjo resultados que se alinean con varias metodologías que se han centrado en las prácticas de gestión de recursos humanos en las PYMES, incluyendo Boogaard (2019), Balhad (2012), Boubakary (2020), Garang (1999). Estos famosos autores consideran que las insatisfacciones de los empleados son las principales causas de la baja productividad en las PYMES. Según una investigación de la dirección de animación, investigación, estudios y estadísticas (DARES) del gobierno francés realizada en 2016, se deduce que la falta de reconocimiento o incluso la insatisfacción en el trabajo triplica los riesgos de enfermedades profesionales y duplica el de los estados depresivos en RRHH. Por el contrario, el poder de la satisfacción de los RRHH es alto. Para Christine (2019), la insatisfacción de los empleados tiene un efecto directo sobre el absentismo, la conflictividad, el compromiso y la productividad en las pymes.

La satisfacción de los empleados es un factor clave en la gestión estratégica de los recursos humanos. Sin embargo, en materia de satisfacción, Granger (2021) considera que el ser humano es complejo. Corresponde al directivo encontrar los elementos que garanticen la satisfacción de sus empleados. En esta perspectiva, Herzberg propone vías de reflexión en su teoría de los factores. La teoría de los factores sostiene que toda práctica de satisfacción se basa en una motivación óptima derivada de dos tipos de factores, entre ellos los psicológicos y los higiénicos. Los factores psicológicos son específicos de cada individuo porque corresponden al bienestar de los empleados y son fuentes de satisfacción si el empleado no experimenta ninguna fuente paralela de insatisfacción. Los factores higiénicos también son específicos de cada persona y se refieren a las condiciones de trabajo. Pueden causar descontento e insatisfacción en el trabajo.

Para Hellriegel (2002), la satisfacción en el trabajo es un estado emocional favorable que puede resultar de la impresión favorable que se obtiene del desempeño profesional. Cambridge (2020) y Clubdescho (2018) consideran que es adecuado pensar que un empleado que está satisfecho con su trabajo sería a su vez capaz de cumplir con las obligaciones y requisitos de su puesto de trabajo. En los PYMES, la satisfacción se produce cuando el desempeño del trabajo es adecuado a los valores y necesidades de los empleados. Los empleados satisfechos atraen a muchos clientes. Serán positivos y, por ejemplo, promoverán una imagen de la PYME que sea coherente con su estado de ánimo. Así, atraerán a nuevos clientes con mayor facilidad y comodidad, a diferencia de los empleados insatisfechos que se caracterizan por una gran animosidad hacia sus estructuras.

En resumen, hay que admitir que la satisfacción de los empleados es indispensable y necesaria como condición sine et quantum para aumentar el grado de productividad en el trabajo. Las PYMES, a pesar de ser palancas de la riqueza de la nación, no siempre funcionan perfectamente debido a los fenómenos de insatisfacción de los recursos humanos. Creemos que los empresarios de las PYMES merecen participar en la actualización de los métodos de gestión de los recursos humanos. Entre otras cosas, proponemos las siguientes acciones dentro de las PYMES: aplicar políticas de contratación de recursos humanos pertinentes, aplicar sistemas de compensación basados en el rendimiento, desarrollar las competencias de los recursos humanos

mediante actividades de formación y adaptar los recursos humanos a sus puestos de trabajo mediante políticas ergonómicas.

A pesar de que una de las principales consecuencias de la insatisfacción de los empleados en las PYMES es la falta de productividad en el trabajo (Colders, 2009). La esperanza no está perdida. Sería aconsejable crear comités de dirección para idear prácticas y mecanismos de gestión de recursos humanos destinados a aumentar los niveles de satisfacción de los trabajadores. Además de los análisis enumerados anteriormente, esta investigación ha aportado aclaraciones sobre la relación entre la GRH y la gestión de proyectos, que hasta la fecha ha sido objeto de varias divergencias. La gestión de PYMES en modo proyecto se basa en el desarrollo de los empleados y, especialmente, en su satisfacción laboral. Cabe señalar que la economía que presentamos en este estudio es claramente parcial, si bien es cierto que el objetivo previsto en la fase inicial consistía en identificar únicamente los puntos significativos. Otros estudios podrían completar esta propuesta explorando los beneficios que la motivación de los empleados podría tener sobre el compromiso con la empresa.

Conclusión

La nueva economía de gestión de proyectos empresariales basada en el conocimiento ha cambiado drásticamente los contornos de la gestión en las plataformas de trabajo globales. Los paradigmas antes basados en el capital técnico o financiero están dando paso a dinámicas de gestión centradas en la inversión intangible y en la potenciación de los RRHH como factor impulsor de las dinámicas de innovación y creación. Las nuevas prácticas de gestión dentro de las PYMES señalan el reposicionamiento de los RRHH a su verdadera perspectiva y valor, alejándose de los enfoques taylorianos que los reducían a simples autómatas. Creemos que hay que preservar y alimentar a los empleados de las PYMES como capital humano. Los stocks de competencias que poseen los convierten en elementos fundamentales de la estrategia de desarrollo para mejorar el rendimiento de las PYMES en Camerún, esto con el fin de permitirles alcanzar los objetivos esperados, llevar a cabo adecuadamente sus misiones y garantizar su supervivencia.

Tras situar a los RRHH en su lugar real en las PYMES, conviene ahora presentar los aspectos económicos de nuestra investigación, que se centró en el análisis de las prácticas de GRH y sus efectos sobre la productividad en el lugar de trabajo. La pregunta de la investigación era si los sistemas de GRH implantados en las PYME camerunesas influyen en la productividad en el lugar de trabajo. A esta pregunta, se planteó la hipótesis principal de que las prácticas de GRH determinan significativamente la productividad de los empleados. Se mantuvieron cuatro hipótesis subsidiarias. Los resultados obtenidos apoyaron estas diferentes hipótesis elegidas de forma ascendente. Para demostrar la veracidad de estas hipótesis, fue necesario realizar investigaciones mediante la administración de cuestionarios a las partes interesadas, es decir, a los empleados, a los empresarios y a los consultores de las PYMES.

Los distintos resultados se presentaron en gráficos y tablas utilizando herramientas informáticas de tratamiento de datos. Para determinar la validez, la fiabilidad, la científicidad y la fidelidad de los resultados de esta investigación, se utilizaron herramientas que facilitaron la verificación informática de las hipótesis de la investigación mediante pruebas de chi-cuadrado. Al final de las diferentes etapas y de los resultados obtenidos, concluimos que la variable independiente del tema, en concreto, "las prácticas de GRH", mejora significativamente la variable dependiente, en este caso "la productividad de los RRHH de las PYME agroalimentarias camerunesas". Esto significa que la originalidad de nuestra investigación se reflejaría en el hecho de que se trata de la gestión de proyectos empresariales en el eje de la

GRH de las PYMES agroalimentarias camerunesas, por un lado, y propone vías de solución relacionadas con la baja productividad de los RRHH en las PYMES. Al final de este estudio, cabe señalar que el problema de la productividad de las PYME agroalimentarias camerunesas puede resolverse mejorando la satisfacción de los empleados.

Referencias

- Amos, N. (2016). Les petites entreprises dynamisent la croissance économique et créent des emplois. *La Banque Mondiale BIRD-IDA*, 1.
- ArunKumar, S. (2014). Un estudio empírico: Relación entre la motivación de los empleados, la satisfacción y el compromiso organizacional. *Department of Management Studies, Saranathan College of engineering, Tiruchirappalli, TamilNadu, India*, 81-93.
- AXESS. (2016). *La Santé au Travail a-t-elle un impact sur la performance des salariés ?* <https://www.medtra.fr/sante-travail-performance/>
- Balhadj, S. (2012). La problemática de la GRH en las PME: Especificidades y necesidades. *Dossiers de Recherches en Economies et Gestion*, 1.
- BasuMallick, C. (2020). *¿qué es la satisfacción laboral? definición, factores, importancia.* <http://www.hrtechnologist.com/job-satisfaction-definition-factors-importance-statistics-examples/>
- Ben, B. (2020). Contribution à la compréhension de la défaillance des PME au Cameroun: une modélisation des multiples facteurs explicatifs du phénomène. *Revue Congolaise de Gestion*, 2(30), 121-168.
- Bendiabdellah, A., y Tabeti, H. (2009). Conditions de Travail et Climat Social dans les PME Algériennes (Etude exploratrice des facteurs de gouvernance sociale et d'optimisation des Ressources Humaines dans les PME de la Wilaya de MASCARA). *ResearchGate*.
- Bernhard, C.-A., Droz, P.-O., Favre-Olivier, & Vernez, D. (2007). Introduction à l'hygiène du travail. *Série Protection de la santé des travailleurs*, 10.
- Boogaard, K. (2019). *Comment maîtriser les 5 phases du cycle de vie de la gestion de projet.* <https://www.google.com/amp/s/www.wrike.com/fr/blog/comment-maitriser-les-5-phases-du-cycle-de-vie-de-la-gestion-de-projet/amp>
- Boubakary, B. (2020). *La gestión de la crisis en las PYMES: análisis teórico y propuesta de modelo.*
- Brunet, M. (2021). *Spécialisation en gestion des projets.* <https://www.hec.ca/etudiants/mon-programme/baa/specialisations/specialisation-gestion-projet-option-mixte.html>
- Cambridge, P. U. (2020). *Satisfacción en el trabajo.*
- Chapuis, K. (2016). Happywork: modélisation multi-agents de la satisfaction au travail. *Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie*. Sorbona, París, Francia: HAL archives ouvertes.
- CLUBDESCHO. (2018). *Bienestar en el trabajo y compromiso: ¿qué piensan los colaboradores?* <http://www.clubdescho.com/Bien-etre-au-travail-et-engagement-qu'en-pensent-les-collaborateurs?>
- Colders, L. (2009). *L'insatisfaction des salariés est inquiétante.* https://www.lexpress.fr/emploi/gestion-carriere/l-insatisfaction-des-salaries-est-inquietante_1319270.html
- Comeau, É. (2005). Les facteurs de satisfaction au travail chez les guides du musée canadien des civilisations. *Mémoire de la maîtrise en loisir, culture et tourisme*. Trois-Rivières, Québec, Canadá: Université Du Québec.
- Deschenes, G. (2018, 03 05). *Satisfait ou insatisfait, là est la question?* <https://www.bbb-grh.com/actualités/2018/03/satisfaction-au-travail>.

- Evou, J.-P. (2020, 22). Durée de vie et chances de survie des PME au Cameroun. (U. d. II, Éd.). *Revue Économie, Gestion et Société*.
- Filev, A. (2017, 07 07). Economía:El volumen de negocio de los empleados, o cómo optimizarlo para evitar la fuga de talentos. *Up-Regardez le monde avec les yeux ouverts*, 1.
- Fjose, G., y GREEN. (2010). SMEs and Growth in Sub-Saharan Africa:Identifying SME Roles and Obstacles to SME Growth.
- Fleur, C. (2020). *Travailler en mode projet*.
<https://www.cadremploi.fr/edotorial/conseils/conseils-carriere/travailler-en-mode-projet>
- Garang, D. I. (1999). Diagnostic théorique et empirique des pratiques de gestion des ressources humaines (GRH) :un bilan approfondi des difficultés et besoins de PME de production horticole. *Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de METZ*. Metz, France: U.F.R Études supérieures de management (E.S.M) UNIVERSITÉ DE METZ.
- Goncalves, T. P. (2020). *l'entrepreneuriat*. <https://betterstudy.ch/motivation-travail/>
- Granger, L. (2020). *¿Qué es el ciclo de vida de un proyecto?* <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/glossaire/cycle-de-vie-d-un-projet>.
- Granger, L. (2020, 05 26). *Sección Gestión de Proyectos*. <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/>.
- Granger, R. (2021, 08 19). Théorie de Herzberg:motiver efficacement . *¡Manager GO!*
- Gutzman, D., Freund, B., Ipolyi, C., Gerard, D., Hartmann, P., Hechter, T., et al. (2020). *¿Qué es la satisfacción de los empleados?* *Custominsight*, 1.
- Hellriegel, D. J. (2002). *Management des organisations*:édition de Boeck et Larcier S.A. Nouveaux horizons.
- INS. (2016). Segundo registro general de empresas. *RGE-2*. Yaoundé , Centro, Camerún.
- Jim Clifton, C. (2012). *Le désengagement au travail:quelles en sont les raisons principales?* . Gallup.
- Larouche, V., & Delorme, F. (1972). Satisfacción au travail : reformulation théorique Job Satisfaction : A Theoretical Reformulation . *Erudit*, 567-602.
- Larouche, V., Levesque, A., & Delorme, F. (1973). Satisfacción au travail: problèmes associés à la mesure. *Relations industrielles*, 28(1).
- Lienart, X. (2018, 12). *La gestión de los proyectos*. <https://Xavier.lienart.pagesperso-orange.fr/gdp/defprojet.html>
- Lise, T.-B. (1990). Etude sur la satisfaction au travail d'un groupe de travailleurs oeuvrant dans un ministère québécois au Saguenay-Lac-ST-Jean. *Mémoire de Maitrise en Gestion des Petites et Moyennes Organisations*. Chicoutimi, Québec, Canada: Bibliothèque Paul-Emile-Boulet.
- Moffat, E. L., Scrima, F., Rioux, L., & Mogenet, J.-L. (2014, 12 12). Satisfacción au Travail, satisfacción environnementale au travail et intention de retrait. *Conférence :XVIIIème Congrès de l'Association Internationale de Psychologie du Travail de Langue Française (AIPTLF)*. Université Paris Ouest Nanterre La Défense.
- Moperto. (2011). *Historia de la gestión de proyectos*.
<https://www.dantotsup.com/2011/09/19/historique-du-management-de-projet/amp>.
- Mouyeme, C. M. (2010). Sucesión: ¿Por qué las PYMES camerunesas no sobreviven a menudo a su promotor? *Le blog de Charles MONGUE-MOUYEME Consultant en Marketing et Communication*. Cameroun.

- Nabila, B. (2017). *La gestión de la salud reproductiva en las PYMES, ¿quién se ocupa y cómo?* <https://lematin.ma/journal/2017/gestion-des-rh-dans-les-pme-qui-sen-occupe-et-comment?>
- Nabila, B. (2017, 07). *Optez pour la théorie d'Herzberg pour motiver vos équipes.* <https://lematin.ma/journal/2017/optez-pour-la-theorie-d-herzberg-pour-motiver-vos-equipes-275469.html>
- Nationale, A. (2010). *Portant promotion des petites et moyennes entreprises au Cameroun.* Yaoundé, Centro, Camerún.
- Nkakleu, R. (2016). *Les pratiques de GRH des PME Africaines sont-elles toujours informelles? une analyse contextualiste.* *Question(s) de management*, 1(2), 83-104.
- Ntoh, S. (2009). *La compétitivité et l'internalisation des PME cameruneses face à l'ouverture des marchés.* *Mémoire de recherche.* Yaoundé, Nfoundi, Centre: Institut des Relations Internationales du Cameroun-IRIC-Master en Marketing International 2009.
- Nwahanye, E. (2016). *Le rôle médiateur de la satisfaction au travail dans le lien entre l'intensité de la gestion des ressources humaines et le roulement du personnel.* *Revue Gestion et Organisation*, 8(2), 87-95.
- OCDE. (2004). *Caractéristiques et importances des PME.* *Revue de l'OCDE sur le développement*, 2(5), 37-46.
- Patricia, M. M. (2005). *La croissance de l'entreprise. Le cas des industries agroalimentaire de l'économie camerounaise. Thèse de Doctorat en vue de l'obtention d'un doctorat en sciences de gestion.* Nantes, Pays de la Loire, Francia: <https://www.researchgate.net/publication/312974306>.
- Peretti, J.-M. (2011). *Gestion des Ressources Humaines.* *Entreprise*. Paris, Francia: Vuibert.
- Peretti, J.-M. (2013). *Gestion des Ressources Humaines.* *Entreprise*, 18. Paris, Francia: Vuibert.
- Perron, D. (2017, 08). *Gestión de proyectos en las PYMES. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en Gestion des Projets.* Montréal, Canada: Université du Québec à Montréal.
- Revolución-RH. (2016). *Gérer les Ressources Humaines en PME, un challenge?* <https://revolution-rh.com/ressources-humaines-pme/>.
- Surbhi, S. (2017, 10 29). *Satisfaction au travail.* <https://www.businessjargons.com/job-satisfaction.html>.
- Vigan, F. A., & Giauque, D. (2016, 04). *Satisfaction au Travail dans les Administrations Publiques en Afrique: une revue systématique de la littérature.* *Revue Internationale des Sciences Administratives*, p. 2.
- Yang, P. (2009, 8). *Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi.* Yaoundé: Cadre de référence de l'action gouvernementale pour la période 2010-2020.
- Yasmine, N. (2019). *Les PME, moteur d'une croissance durable en Afrique,* en Les Echos: <https://lesechos.fr>
- Yondeu, P. (2019). *Taux de mortalité des entreprises au Cameroun est de 8 sur 10 tous les 5 ans.* (A. L. Mbye, Entrevistador).
- Zambo, G. F. (2006). *Nature et spécificités de l'entrepreneuriat camerounais.* *Master Professionnel AIGEME.* Université de Marne-La-Vallée.

Fecha de recepción: 18/11/2021

Fecha de revisión: 25/01/2022

Fecha de aceptación: 27/02/2022

PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT

ISSN: 2683-1597



Cómo citar este artículo:

Rojas Sánchez, M. Á. & Uc Rios, C. E. (2022). Gestión de proyectos en tesis de titulación universitaria. *Project, Design and Management*, 4(1), 52-68. doi: 10.35992/pdm.4vi1.974

GESTIÓN DE PROYECTOS EN TESIS DE TITULACIÓN UNIVERSITARIA

Miguel Angel Rojas Sánchez

Universidad Internacional Iberoamericana (Uruguay)

miguel.rojas.uy@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0003-2215-1742>

Carlos Eduardo Uc Rios

Universidad Internacional Iberoamericana (México)

carlos.uc@unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0003-1321-019X>

Resumen. La gestión de proyectos es una disciplina que influye en forma directa en el éxito o fracaso de cualquier proyecto y la industria del software no es la excepción. La curricula académica de las universidades se centra en brindar los conocimientos necesarios para que los estudiantes adquieran las competencias técnicas y metodológicas necesarias para lograr la correcta ejecución de un proyecto. Sin embargo, el énfasis en materias de gestión, así como la práctica en proyectos reales presenta una dificultad adicional y por consiguiente una dedicación menor que el resto de las áreas de conocimiento. En este artículo se responde las siguientes preguntas de investigación: i) ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos? y ii) ¿Las horas de gestión de proyectos se relacionan con la metodología aplicada? Este trabajo de investigación utiliza la estadística descriptiva con un enfoque cuantitativo de carácter no experimental, donde se analizaron los datos provenientes de 349 proyectos de tesis de titulación universitaria de carreras de ciencias de la computación provenientes de dos universidades. Los proyectos analizados se centran en 3 metodologías de gestión: la propuesta por el Project Management Institute (PMI), una específica para proyectos de software y el framework SCRUM. Finalmente, en función de los resultados obtenidos se demuestra que en el contexto académico no existen diferencias considerables que relacionen el esfuerzo con la metodología aplicada y que el esfuerzo en tareas de gestión se ubica en el intervalo de entre 5% y 15% siendo consistente con la literatura presentada.

Palabras clave: gestión de proyectos, tesis de grado, desarrollo de software, comparación de esfuerzo entre metodologías de gestión

PROJECT MANAGEMENT IN UNIVERSITY CAPSTONE PROJECTS

Abstract. Project management is a discipline that directly influences the success or failure of any project, and the software industry is no exception. The university's academic curriculums focus on providing students the required knowledge to obtain technical and methodological skills that are necessary to achieve correct project execution. However, the emphasis on project management subjects, as well as their practice

in real projects presents an additional difficulty and therefore a lower dedication than the rest of the knowledge areas. This article answers the following research questions: i) How many hours do students devote to project management? and (ii) Are the project management hours related to the methodology applied? In this research work, descriptive statistics were used with a quantitative approach of a non-experimental nature, where data from 349 university capstone projects of computer science careers from two different universities were analyzed. The projects analyzed focus on 3 management methodologies: the one proposed by the Project Management Institute (PMI), one specific to software projects, and the SCRUM framework. Finally, depending on the results obtained, it is shown that in the academic context there are no considerable differences that relate the effort to the methodology applied and that the effort in management tasks is located in the range between 5% to 15 %, being consistent with the literature presented.

Keywords: project management, degree thesis, software development, comparison of effort between management methodologies

Introducción

Según el Project Management Institute (2017), un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Project Management Institute, 2017, p.4), debido a que un proyecto requiere que se inviertan recursos materiales, económicos, humanos, tiempo, entre otros, se debe realizar un paso previo para así determinar su viabilidad.

Una vez determinada la viabilidad de un proyecto, el siguiente paso lógico consiste en realizar su planificación. Para Campo Arranz et al. (2014), la planificación de un proyecto consiste en determinar y estimar las actividades, asignar los recursos que las llevarán adelante y definir como se realizará la gestión y administración.

La planificación de un proyecto es el paso inicial en la construcción de un sistema de software y es en esta planificación donde se definen las distintas fases que lo componen, donde en cada fase se realizan distintas tareas. Sin embargo, existe un proceso que debe ejecutarse transversalmente y a lo largo de todo el proyecto, el cual se denomina gestión del proyecto. La gestión de proyecto es la actividad encargada de verificar que el desarrollo de este se realice en los plazos acordados, con la calidad convenida y con el costo estipulado. El éxito de un proyecto radica en buena medida a la correcta ejecución de la gestión del proyecto (Sommerville, 2011).

En el ámbito de la industria existe una gran cantidad de información generada por las empresas, producto de años de trabajo y experiencia acumulada. El relevamiento de métricas sobre el esfuerzo dedicado a los distintos tipos de tareas, horas invertidas, tecnologías utilizadas, así como otro tipo de información es un activo muy valioso y es una de las actividades innatas de las empresas que buscan mejorar la ejecución de proyectos actuales y la planificación de nuevos proyectos.

Lamentablemente, esta información se encuentra en poder de las empresas y difícilmente es compartida con la academia, la cooperación entre la industria y la academia mediante el intercambio de información permitiría alinear los planes académicos con lo que la industria necesita. Compartir esta información con la academia solo es posible, si las empresas visualizan el beneficio o la ganancia, no necesariamente económica, que pueden obtener ya sea a corto o largo plazo, dicho de otras palabras una inversión a futuro donde todos ganan. La desconexión existente entre la academia y la industria hace que los estudiantes no dispongan de información fidedigna de proyectos reales, y el acceso a métricas o estadísticas de esta clase de proyectos (reales y actuales) se hace muy difícil.

En las tesis de titulación académica analizadas en este trabajo, los estudiantes deben realizar el ciclo completo de la construcción de un sistema de información, esto

significa que no solo deben demostrar que son capaces de construir un sistema, sino que también deben demostrar que están capacitados para realizar las actividades de gestión del proyecto. Dentro de estas actividades, deben ser capaces de realizar estimaciones, recolectar métricas que retroalimenten el proyecto, seguimiento, la gestión del riesgo entre otras muchas actividades que conduzca al proyecto a una conclusión exitosa.

Según lo expresado por Ramos Cerdas (2015), la función de la universidad no consiste exclusivamente en difundir conocimiento, ni tampoco en conservar los conocimientos adquiridos, ya que ambas acciones, también pueden lograrse utilizando un libro. El rol de las universidades es mantener vivo el saber, la conjunción entre los que saben y los que quieren aprender.

Para Morales Vallejo (2013), las metas académicas se encuentran relacionadas con el proceso de aprendizaje de los estudiantes y las calificaciones finales que estos obtienen. Para ayudar a los estudiantes a cumplir con las metas académicas, las universidades tienen la necesidad de medir el grado y la calidad con la que sus estudiantes logran sus objetivos académicos, así como también su aprendizaje. Para las universidades resulta de vital importancia detectar aquellos puntos que pueden y deben ser mejorados, permitiendo diseñar estrategias académicas que permitan reforzar aquellos conocimientos que no presentan la calidad esperada o bien aquellos conocimientos que no son aplicados, y de esa forma actuar sobre ello. Mediante estas estrategias, las universidades buscan formar mejores profesionales y ciudadanos, lo cual es el principal y más importante objetivo de una universidad.

La Asociación de Maquinaria Computacional (ACM) publica desde 1960 recomendaciones para las currículas académicas en las diferentes carreras en ciencias de la computación, donde se incluye la gestión de proyectos como una disciplina que los estudiantes deben dominar (Association for Computing Machinery, 2021).

Para Fioravanti et al. (2018), la gestión de proyectos de software es uno de los temas más relevantes dentro de la ingeniería de software, y es por este motivo que no debe faltar en la currícula académica de las ciencias de la computación. El principal argumento esgrimido por este autor consiste en la relación existente entre la gestión del proyecto con el éxito o el fracaso del proyecto. En esta misma línea, afirma que existen dificultades para enlazar la teoría con la práctica y los docentes no son capaces de demostrar la importancia y relacionar estas dos realidades. En el desarrollo de su artículo introduce y presenta evidencia de su experiencia aplicando el aprendizaje basado en proyectos donde los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos en proyectos reales.

Autores como Pressman (2010) o Sommerville (2011) profundizan y aplican la gestión de proyectos en los proyectos de software. Estos autores incluyen a la gestión de proyectos como otra disciplina existente dentro del campo de la ingeniería de software. Es en este escenario donde la gestión de proyectos descrita por estos autores solo es aplicable a proyectos de software, y esto se debe a que se describen con gran detalle la manera en que debe realizarse cada una de sus actividades, brindando herramientas y lineamientos específicos para estos tipos de proyectos.

La metodología de gestión de proyectos especificada y descrita por el PMI (Project Management Institute, 2017) y la metodología ágil de SCRUM (Satpathy, 2016) determinan, en líneas generales, todo lo que un gerente de proyectos debe realizar para lograr ejercer una efectiva gestión de proyectos, pero estas disciplinas no entran en detalle de cómo se debe realizar la gestión de proyectos para una actividad en particular. Debido a esto, es que estas metodologías pueden ser aplicadas a cualquier tipo de proyecto, y recae en el gerente de proyectos definir la manera o la forma en que debe realizar la implementación de las actividades descritas en estas metodologías, así como también, las herramientas que debe utilizar.

La metodología de gestión de proyectos propuesta por el Project Management Institute¹ (PMI) es una metodología de gestión que puede aplicarse a cualquier tipo de proyecto y por este motivo, es de las más difundidas. Se destaca por ser flexible y adaptable a cualquier tipo de proyecto, sin embargo, desde el punto de vista metodológico es considerada por algunos como una metodología muy burocrática y pesada en lo que a procedimientos y requisitos se refiere.

El cuerpo de conocimiento que describe para esta metodología como se debe realizar la gestión de proyectos, de forma correcta y eficiente, está desarrollado en su completitud por el Project Management Institute (Project Management Institute, 2017) a través de lo que se conoce como el PMBOK². Este documento se encuentra bajo un constante proceso de revisión y actualización por parte de esta institución. Autores como Lledó & Rivarola (2007) complementan estos documentos brindando ejemplos prácticos, concretos y aplicados, para cada uno de los procedimientos definidos en el PMBOK, de forma de acercar la teoría con la práctica.

Con el avance de los años, las metodologías ágiles se han vuelto muy populares y es cada vez más común el uso de estas metodologías para gestionar los proyectos de software (Appelo, 2011). Esta adopción se basa en que las metodologías ágiles permiten construir pequeñas unidades de software funcional, que es entregado rápidamente al cliente para de esa forma corregir cualquier problema en la mala interpretación o implementación de requisitos, fallos funcionales o bien insatisfacciones del cliente lo más rápido posible.

SCRUM es una de estas metodologías ágiles, donde se prioriza la agilidad y la entrega continua por sobre los procesos. Mediante la definición de iteraciones cortas y procesos estrictamente definidos, se favorece lo humano para lograr los objetivos planteados en los tiempos requeridos, realizando las correcciones justas en el momento en que se detectan. Al igual que el PMI, en SCRUM existe un manual que también se denomina cuerpo de conocimiento donde se describe por completo la metodología (Satpathy, 2016).

De acuerdo con Alaimo & Salías (2013), la metodología SCRUM se sustenta en 3 cimientos fundamentales: Inspección, adaptación y transparencia, para los cuales se definen roles de equipo, eventos y artefactos respectivamente. La descripción y especificación completa de esta metodología puede encontrarse en el sitio oficial de SCRUM, fundado por Ken Schwaber uno de los creadores³ de esta metodología.

En la academia se fomenta el uso de las principales metodologías de gestión de proyectos, pero no se ha encontrado investigaciones conducidas por parte de las universidades que describan y se focalicen en medir aspectos específicos de cómo es realizada la actividad de gestión de proyectos o bien, cual es la cantidad de horas que un estudiante dedica a tareas de este tipo.

Existen pocos trabajos de investigación que se focalicen en investigar el esfuerzo dedicado a tareas de gestión en proyectos de software en el contexto académico. Uno de estos trabajos es conducido por Saini & Chomal (2020), en este trabajo analizan cómo se distribuye el esfuerzo en el desarrollo de proyectos de software, enfocándose en trabajos de Maestría. Según los resultados presentados por estos autores, el esfuerzo en la fase o actividades de planificación y requerimientos se ubicó en el intervalo entre 2% y 15% con una media de 7%.

Cuando centramos nuestra atención en la industria, muchas empresas son celosas en brindar información del esfuerzo real que se invierte en las distintas tareas que se

¹ <https://www.pmi.org/>

² <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>

³ <https://www.scrum.org/>

realizan en sus proyectos, ya que en muchos casos es información de uso interno y no quieren que la competencia disponga de este conocimiento.

En el artículo presentado por Jones (2005), se estudia esta temática para la industria del software clasificando los proyectos según su tamaño u objetivo. Según se revela en este artículo, Capers Jones indica que el esfuerzo dedicado a tareas de gestión en los proyectos de software, según los datos analizados, se encuentra entre 10% y 13%, siendo 10% el tipo de proyecto que más se asemeja a los proyectos de titulación académica.

La técnica de puntos por casos de uso utilizada para medir el esfuerzo en la gestión de proyectos es analizada por Primandari & Sholiq (2015). En su trabajo, concluyen que el esfuerzo en las actividades de gestión alcanza 3.8% del total de horas invertido. Los resultados obtenidos y presentados por Kassen Shaleh, donde relaciona el esfuerzo de gestión con la tasa de pago para dichas tareas, indica que según la tasa de pago del esfuerzo para tareas de gestión en proyectos de software de mediano o gran tamaño es de 8.34% (como se citó en Primandari & Sholiq, 2015, p.83).

Un estudio de similares características es conducido y presentado por Mukherjee, Gupta, & Thirugnanam (2016) obteniendo otros resultados, los cuales fueron que el esfuerzo en tareas de gestión de proyectos se situó en un promedio de 16,14% del total de horas insumidas, con un valor mínimo observado de 1,82% y un valor máximo de 35%

De acuerdo con lo expuesto por el Project Management Institute (2017) en su cuerpo de conocimiento, la gestión de proyectos es una competencia fundamental para todo profesional que desee gestionar proyectos y por este motivo los futuros profesionales deben adquirir la experiencia práctica necesaria. En la misma línea se expresan el resto de los autores mencionados anteriormente, donde destacan la importancia de la gestión de proyectos y se relación con el éxito o fracaso de los proyectos.

Según Pressman (2010) el esfuerzo en la gestión del proyecto no depende exclusivamente de las características del proyecto, sino que también es importante considerar el tipo de proyecto y el contexto donde este es ejecutado o implementado. Es por este motivo que, registrar las mediciones en tareas de gestión de proyectos en proyectos de titulación académica resulta relevante, ya que, estas mediciones pueden ser contrastadas con la industria y la literatura existente.

Con lo dicho anteriormente, parece haber un vacío en lo que se refiere a trabajos de investigación que se focalicen en medir el esfuerzo de las tareas de gestión de proyectos en el ámbito académico y en particular en los proyectos de titulación universitaria. Estudios de estas características pueden brindar información muy valiosa para comprender como es que los futuros profesionales aplican y realizan la gestión de proyectos, brindando insumos muy importantes no solo para la académica y universidades sino también a las empresas que se encuentran habidas para contratar al mejor talento técnico y humano.

En este trabajo de investigación, se conduce un estudio detallado sobre el esfuerzo dedicado por los estudiantes en actividades de gestión de proyectos, con el fin de responder las preguntas: i) ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada? y ii) ¿Cuántas horas dedican los estudiantes a la gestión de proyectos?

Para responder estas preguntas se analizarán los trabajos finales de titulación académica cuyo objetivo, es la construcción de un sistema de software donde se haya utilizado alguna de las metodologías de gestión de proyectos objeto de este estudio. El análisis de los datos se realizará mediante el uso de estadística descriptiva según los conceptos presentados y propuestos por Ross & Valdés Sánchez (2014) prestando especial atención a los estadísticos básicos y utilizados dentro de esta rama de la

estadística (descriptiva), como ser: tendencia, dispersión, centralización, mediana, entre otros.

Método

Según los autores Sampieri Hernández et al. (2014) existen 2 enfoques de investigación: cuantitativo y cualitativo, pero si combinamos ambos enfoques de investigación da como resultado un tercer enfoque denominado enfoque mixto. El enfoque utilizado para este trabajo de investigación fue el enfoque cuantitativo ya que, en el desarrollo de éste, se realiza el registro y medición del esfuerzo (en horas) de las tareas y/o actividades de gestión de proyectos en las tesis de titulación universitaria.

La ausencia en la intervención del sujeto de estudio, así como también, la no manipulación de las variables recolectadas determina que el tipo de investigación realizado es de carácter no experimental siendo este un trabajo categorizado como descriptivo, ya que su finalidad es determinar el esfuerzo de los estudiantes en las tareas de gestión de proyectos en el contexto académico y de igual forma, validar la relación del esfuerzo con la metodología utilizada en los trabajos universitarios.

De acuerdo con Martínez, (2020) y Ross & Valdés Sánchez (2014), la estadística descriptiva se utiliza cuando se trabaja con toda la población sujeta a estudio, permitiendo organizar, describir, analizar, interpretar y presentar las características de los datos analizados mediante el uso de estadísticos básicos como ser: mediana, mínimo, máximo promedio, media acotada, varianza, desviación estándar entre otros.

En este trabajo, el acceso a la información y el volumen de datos analizados permite realizar una investigación que incluya el 100% de la población sujeta a estudio, motivo por el cual se utilizará la estadística descriptiva (y no estadística inferencial) durante este trabajo investigación.

Participantes

Los proyectos participantes de este estudio provienen de dos universidades privadas de Uruguay: universidad de la empresa (UDE) y universidad ORT Uruguay (ORT). La selección de estas universidades se debe principalmente a que los proyectos de grado para la titulación universitaria en la mayoría de sus proyectos consisten en la creación de un sistema de software; mientras que en el resto de las universidades la tesis de grado consiste en un trabajo de investigación o la creación de un prototipo producto de una investigación o bien el acceso a los proyectos de grado no fue posible.

Para este trabajo de investigación se recolectó información de 250 proyectos provenientes de la Universidad ORT Uruguay y 99 proyectos provenientes de la Universidad de la Empresa. En total se analizaron 349 proyectos realizados como parte de la tesis de titulación universitaria de estudiantes universitarios en carreras de Licenciatura y/o Ingeniería en Sistemas. La duración mínima de los proyectos es de 6 meses con una extensión prevista de 3 meses adicionales. Existen muy pocos proyectos cuya duración superó los tiempos estipulados por las universidades llegando a un máximo de 14 meses. La documentación analizada fue recogida de la biblioteca de las universidades.

Los proyectos analizados comprenden los periodos académicos del 2012 al 2020 inclusive. El análisis de los proyectos incluyó la revisión y validación de la información aportada por los estudiantes en la documentación entregada como tesis de grado. Para lo cual se analizó detalladamente el registro realizado y de esa forma determinar la correctitud en la información registrada por los estudiantes; en los casos en los que se detectó algún error en el registro, como puede ser en la suma de horas o en la asignación

de horas en una tarea incorrecta, como puede ser el caso de horas de documentación contabilizadas como horas de gestión, se realizó el ajuste correspondiente.

Diseño y análisis de datos

Este estudio está focalizado en el análisis de la documentación entregada por los estudiantes del proyecto realizado como requisito para la obtención del título universitario. El primero paso realizado fue identificar y cuantificar los proyectos que registraron el esfuerzo (en horas) de tareas y/o actividades dedicadas a la gestión del proyecto y la metodología de gestión utilizada. Del análisis realizado, se identificaron 3 metodologías que fueron utilizadas en más del 96% de los proyectos: la metodología propuesta por el Project Management Institute (PMI), la gestión de proyectos específica para proyectos de software (G.E.S.) y el framework SCRUM. El resto de las metodologías que fueron utilizadas, como ser: Kanban, OpenUp, etc. fueron descartadas de este trabajo, ya que no se contaba con una cantidad suficiente de proyectos. El total de tesis para cada metodología se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Cantidad de proyectos analizados según la metodología aplicada

Cantidad de Proyectos	Metodología	Universidad ORT Uruguay	Universidad de la Empresa
115	Gestión específica de software	42	73
35	Metodología PMI	17	18
199	SCRUM	191	8
3	OpenUp, Kanban, etc.	0	3
352		250	99

Nota: Fuente: elaboración propia

Se creó y organizó un conjunto de datos (dataset) con la información obtenida en el paso anterior, de forma tal que, cada proyecto a incluir debía satisfacer dos condiciones: 1) haber registrado la metodología utilizada y 2) haber realizado el registro de horas. Para facilitar la interpretación y comparación de los datos se utilizaron gráficas de barras apiladas e histogramas y tablas con la información estadística relevante.

Este conjunto de datos fue sometido a distintos análisis que incluyen: análisis de porcentaje de ejecución de proyectos en función de la metodología de gestión aplicada por universidad y otro histograma con el conjunto completo de los datos, esfuerzo dedicado a tareas de gestión de proyectos en intervalos de 5% por universidad y con el conjunto completo, así como también histogramas del esfuerzo medido en horas para cada metodología y para todos los proyectos en su conjunto.

Resultados

Relevamiento del esfuerzo en horas de gestión de proyectos

Se analizó la documentación presentada para un total de 250 proyectos de la universidad ORT Uruguay que comprenden los períodos 2012-2020, según se presenta en la tabla 1. En el 33.6% de estos proyectos analizados (84 proyectos), no se encontró evidencia en la documentación escrita sobre registro o medición de horas en tareas de gestión de proyectos, mientras que el restante 66.4% de los proyectos (166 proyectos) había aportado evidencia del registro de actividades afines a la gestión del proyecto.

Según estos porcentajes, existe un total de 166 proyectos válidos para medir el esfuerzo en gestión de proyectos según se exhibe en la tabla 2.

Tabla 2

Proyectos válidos según metodología aplicada y universidad de procedencia

Cantidad de Proyectos	Metodología	Universidad ORT Uruguay	Válidos	
			Universidad de la Empresa	
81	Gestión específica de software	23	58	
30	Metodología PMI	13	17	
134	SCRUM	130	4	
245		166	79	

Nota: Fuente: elaboración propia

En lo que refiere a la universidad de la empresa y de un total de 99 proyectos analizados (ver tabla 1), los porcentajes obtenidos según se presentan en la figura 1, no presentan mayores variaciones. El 20.2% (20 de los proyectos) no presentaba evidencia de haber realizado el registro de horas de gestión de proyectos mientras que el 79.8% si presentó evidencia escrita de haber realizado dicho registro, determinando un total de 79 proyectos válidos (ver tabla 2).

Desde una óptica general se obtiene que en el ámbito académico y para los proyectos analizados provenientes de ambas universidades el 29.8% (104 proyectos) de un total de 349 proyectos no aportó evidencia escrita del registro de horas en tareas de gestión de proyectos, mientras que el restante 70.2% (245 proyectos) aportó evidencia de haber realizado dicho registro.

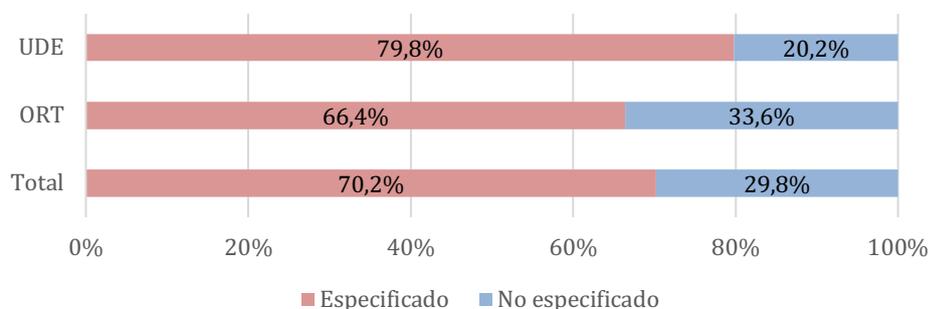


Figura 1. Porcentaje de proyectos con especificación de horas de gestión

Nota: Fuente: elaboración propia

Los proyectos de la Universidad ORT Uruguay presentan una fuerte tendencia a utilizar scrum como metodología o framework para realizar la gestión del proyecto, relegando de esta forma la metodología de PMI o la gestión de proyecto específica de software. El detalle de los porcentajes obtenidos para cada universidad y cada metodología se exhibe en la figura 2.

Por otro lado, a diferencia de la universidad ORT, la universidad de la empresa presenta una fuerte tendencia a las metodologías tradicionales siendo la gestión de proyectos específica de software con 73,4% la metodología más utilizada, en segundo lugar, con 21.5% la metodología PMI y por último scrum con solamente 5.1% de los proyectos.

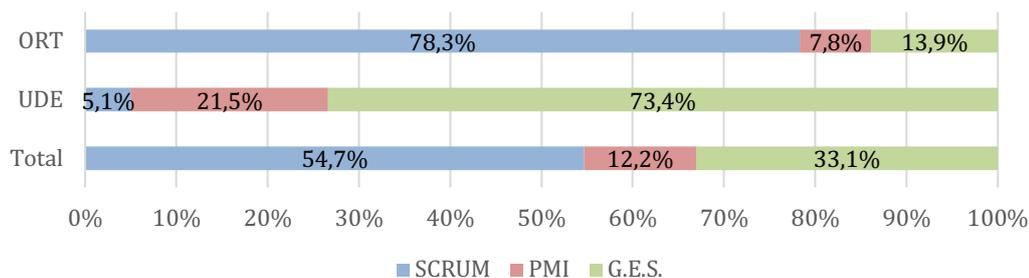


Figura 2. Proyectos discriminados según la metodología aplicada

Nota: Fuente: elaboración propia

De la figura anterior se puede deducir que ambas universidades presentan distintas preferencias en cuanto a la metodología de gestión que utilizan los estudiantes para realizar la gestión de proyectos en las tesis de grado universitario. Esta diferencia puede deberse a las características de los proyectos de grado, al enfoque de la curricula académica o algún otro factor que debe ser analizado con mayor detenimiento.

Al totalizar los proyectos de ambas universidades, y teniendo en cuenta que la ORT aporta más del doble de proyectos que la UDE, se observa que casi la mitad de los proyectos se basan en metodologías tradicionales para realizar la gestión de los proyectos (12.2% PMI + 33.1% G.E.S.), mientras que la otra mitad (54.7%) utiliza scrum (ver figura 2). La cuantificación de los proyectos según la metodología y universidad de procedencia fueron presentados en la tabla 2.

El esfuerzo dedicado a tareas referidas a la gestión de proyectos presenta pequeñas diferencias al compararse los datos obtenidos en ambas universidades. En la mayoría de los proyectos analizados el registro de horas para dichas tareas se encuentra entre 5% y 15% y en menor medida, con una dedicación superior al 15% o inferior al 5%.

Según se desprende de la tabla 3, ambas universidades presentan un porcentaje de proyectos muy similar, con una diferencia de apenas 3% para la cantidad de proyectos cuyo registro de horas de gestión es inferior al 5%, siendo este porcentaje de 15.7% y 12.7% para ORT y UDE respectivamente.

Este comportamiento no se observa en el intervalo comprendido entre 5% y 10%, según los resultados obtenidos, la diferencia entre la cantidad de proyectos de la ORT y la UDE es de 18.5%, donde el 59.5% del total de proyectos analizados de la UDE se encuentra en este intervalo, a diferencia de la ORT que de los proyectos analizados solamente el 41% se ubica en este intervalo.

El intervalo comprendido entre 10% y 15% no presenta diferencias significativas y ambas universidades disponen de casi el mismo porcentaje de proyectos en este intervalo con 24.7% y 24.1% para ORT y UDE respectivamente, siendo esto una diferencia de solamente 0.6%.

Por último, la cantidad de proyectos donde el registro de horas de gestión fue superior al 15% presenta una diferencia de 18.5% entre ambas universidades. Mientras que el 18.7% de los proyectos analizados de la ORT se encuentra con un registro superior al 15%, en la UDE este comportamiento solo se observó en 3.8% de los proyectos analizados. El detalle de los resultados obtenidos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3

Detalle de proyectos en función del porcentaje de horas dedicadas a gestión

	Universidad ORT Uruguay (ORT)		Universidad de la Empresa (UDE)		Total	
	#	%	#	%	#	%
Menor a 5%	26	15.7%	10	12.7%	36	14.7%
Entre 5% y 10%	68	41.0%	47	59.5%	115	46.9%
Entre 10% y 15%	41	24.7%	19	24.1%	60	24.5%
Superior a 15%	31	18.7%	3	3.8%	34	13.9%

Nota: Fuente: elaboración propia

Al considerar el conjunto de todos los proyectos analizados, se puede observar que el 71.4% de los proyectos se ubica en el entorno del 5% al 15%. Según expresa Jones, (2005), los proyectos de desarrollo de software presentan un esfuerzo en tareas de gestión en el entorno del 10% de las horas totales del proyecto. Si se considera que los proyectos analizados se encuentran en un contexto académico y son ejecutados por futuros profesionales se puede considerar que el rango del 5% al 15% es un rango que en mayor o menor medida se encuentra muy cercano a la industria.

Los datos estadísticos calculados para ambas universidades se exponen en la tabla 4, según se puede apreciar, no existen diferencias considerables o relevantes entre los proyectos de ambas universidades con excepción del mínimo o máximo que se apartan de la mediana. Es importante destacar que la media acotada al excluir el 10% del segmento inferior y del segmento superior, nos devuelve un valor muy próximo al promedio y la mediana, esto quiere decir que los extremos no afectan al conjunto de datos.

Tabla 4

Estadísticos de horas de gestión según universidad de procedencia

	UDE % Horas Gestión	ORT % Horas Gestión
Promedio	8,3%	10,5%
Media Acotada (10%)	8,2%	9,8%
Mediana	7,8%	9,0%
Mínimo	2,8%	1,0%
Máximo	16,7%	45,7%
Desviación estándar (σ^2)	3,1%	6,8%
Varianza (σ)	0,1%	0,05%

Nota: Fuente: elaboración propia

Esfuerzo según metodología aplicada

Para analizar el esfuerzo dedicado a la gestión de proyectos cuya gestión fue realizada utilizando la metodología SCRUM se utilizaron 134 proyectos. Este conjunto de datos fue utilizado para construir el histograma que se presenta en la figura 3. La forma que se observa en el histograma (curva dibujada), se asemeja a una campana o distribución normal, con un leve aumento para los proyectos cuyo esfuerzo es mayor a 20%. Estos resultados no generan asombro y no son de extrañar debido a que estos son proyectos realizados por estudiantes y debido a la naturaleza académica de estos proyectos se pueden presentar situaciones o comportamientos particulares. En proyectos reales también se pueden presentar situaciones particulares que puedan generar que algunos proyectos se escapen de los valores típicos.

En el histograma que se presenta en la figura 3, se puede apreciar que 93 proyectos (69.4%) se encuentran entre el intervalo de 5% y 15%, 20 proyectos (14.9%) con un esfuerzo inferior al 5% y 21 proyectos (15.7%) con un esfuerzo superior al 15%.

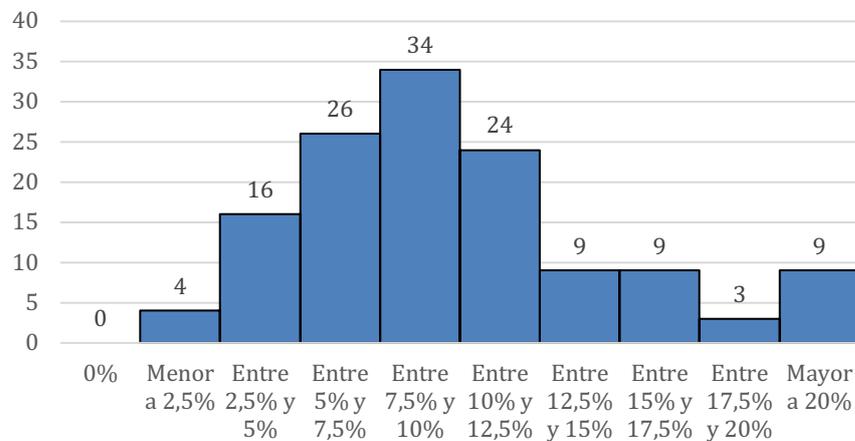


Figura 3. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos gestionados con SCRUM

Nota: Fuente: elaboración propia

En el histograma obtenido para los 30 proyectos cuya ejecución fue gestionada mediante la metodología del PMI y que se presenta en la figura 4, se observa que la curva que se dibuja en dicha gráfica presenta una forma irregular como la que se presenta en una clasificación bimodal. Esto quiere decir que existe la posibilidad que existan 2 grupos de proyectos, donde se presentan los picos, con características distintivas, el análisis de estos proyectos y sus características escapa a este trabajo. Del total de proyectos analizados, 24 proyectos que equivale al 80% de los proyectos, aportó evidencia que ubica el esfuerzo insumido en tareas de gestión de proyectos en el entorno de entre 5% y 15% del total de horas ejecutadas en el proyecto. Se observa que solamente 2 proyectos (6.7%) tuvieron un esfuerzo inferior al 5% y 4 proyectos (13.3%) con un esfuerzo superior al 15%

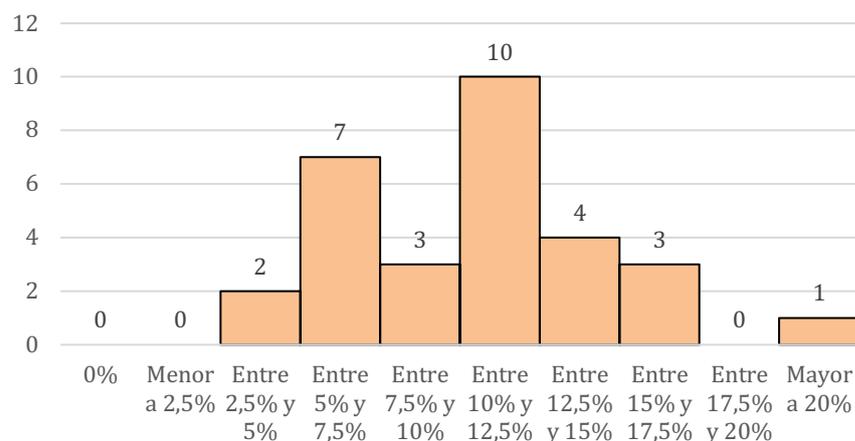


Figura 4. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos gestionados con metodología PMI

Nota: Fuente: elaboración propia

El histograma presentado en la figura 5, fue construido con los datos obtenidos de los 81 proyectos de titulación universitaria que realizaron la gestión del proyecto mediante la metodología gestión específica de software.

La figura 6 revela que 58 proyectos de los analizados (71.6% del total) declaran que el esfuerzo insumido para actividades o tareas de gestión de proyectos se encuentran entre el intervalo de 5% y 15%, mientras que 14 proyectos (17.3%) dedican un esfuerzo inferior al 5% y 9 proyectos (11.1%) con un esfuerzo superior al 15%



Figura 5. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos con gestión específica de software

Nota: Fuente: elaboración propia

El análisis de los datos para cada metodología permite comparar en forma objetiva los valores obtenidos y sacar conclusiones acordes. Sin embargo, también se puede analizar los datos desde el punto de vista académico para todos los proyectos de grado sin importar la metodología aplicada. Como se revela en la figura 6, 175 proyectos (71.4% de los 245 proyectos incluidos en este trabajo) presentan evidencia que señala que el esfuerzo invertido en tareas de gestión de proyectos se encuentra entre 5% y 15%.

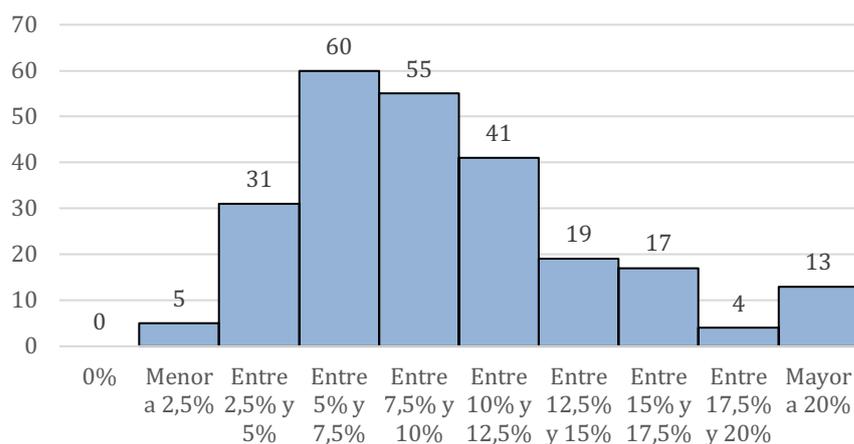


Figura 6. Esfuerzo en gestión de proyectos sin discriminar la metodología utilizada

Nota: Fuente: elaboración propia

De los datos estadísticos presentados en tabla 5 y la figura 7, se desprende que no existen diferencias de relevancia entre las metodologías de gestión aplicadas por los estudiantes. La distribución de proyectos en función de la metodología aplicada indica

que metodología más utilizada por los estudiantes en los 245 proyectos analizados es SCRUM, seguida por la gestión específica de software (G.E.S.) y por último la metodología PMI con 134, 81 y 30 respectivamente. La cantidad de horas totales de los proyectos (en base a los promedios) presentan poca variación entre las distintas metodologías: SCRUM, PMI y gestión de proyectos específica para software con 1737, 1646 y 1561 respectivamente. La duración promedio de los proyectos de grado analizados cuando no se discrimina en función de la metodología de gestión aplicada es de un promedio de 1666 horas.

Tabla 5
Datos estadísticos discriminado por metodología aplicada

	SCRUM	PMI	Gestión específica de software (G.E.S.)	Total (General)
Cantidad de proyectos	134	30	81	245
Promedio (Horas totales)	1737	1646	1561	1666
Promedio (Gestión de Proyecto)	10,2%	10,5%	8,7%	9,8%
Media acotada (10%)	9,5%	10,2%	8,3%	9,1%
Mediana	8,7%	10,2%	7,3%	8,5%
Mínimo	1,0%	3,0%	2,0%	1,0%
Máximo	45,7%	25,3%	24,9%	45,7%
Desviación estándar (σ^2)	6,8%	4,5%	4,5%	5,9%
Varianza (σ)	0,5%	0,2%	0,2%	0,4%

Nota: Fuente: elaboración propia

El esfuerzo dedicado en tareas de gestión declarado y registrado por los estudiantes en las tesis de titulación universitaria tampoco presenta diferencias significativas en función de la metodología aplicada. La aplicación de la metodología PMI y SCRUM se encuentran en 10.2% y 10.5% respectivamente, mientras que la gestión específica de proyectos de software es un poco inferior con un promedio de 8.7%. Como es de esperar la media acotada (al 10%) mantiene la relación y nos permite descartar los extremos (outsiders) que pueden afectar el valor calculado. Los valores obtenidos 9.5%, 10.2% y 8.3% no difieren significativamente al contrastarlos con los promedios presentados anteriormente. Tampoco existen diferencias considerables en lo que se refiere a la varianza y la desviación estándar.

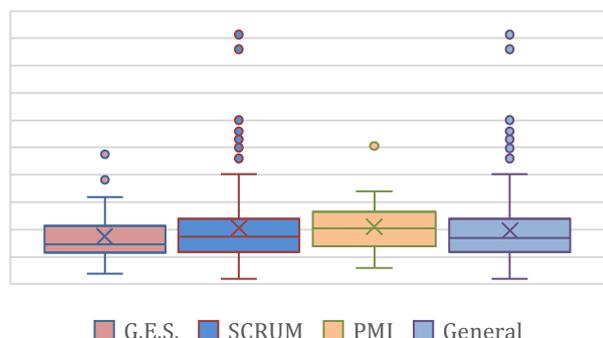


Figura 7. Gráfico de cajas para las metodologías aplicadas

Nota: Fuente: elaboración propia

Con los resultados obtenidos, se observa que las distintas metodologías aplicadas presentan valores muy similares entre ellas, con pocos valores atípicos y con un valor para la mediana que tampoco presenta valores muy disimiles entre las metodologías analizadas. En lo que respecta a los mínimos y máximos observados, se puede apreciar que para el caso de los mínimos no existen diferencias relevantes entre las distintas metodologías, aunque el valor mínimo registrado parece ser resultante de un proyecto cuya medición no fue realizada correctamente. Con respecto al máximo, SCRUM es la metodología donde el máximo es cuatro veces mayor al promedio, siendo esto uno de los casos de borde. Para el resto de las metodologías el máximo se ubicó en torno al 25%.

Discusión y conclusiones

Al iniciar este trabajo de investigación se planteó el objetivo de responder a las siguientes dos preguntas de investigación:

- i) ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada?
- ii) ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos?

Para responder estas preguntas se analizaron 245 proyectos de grado provenientes de dos universidades privadas del país, la universidad ORT Uruguay y la universidad de la empresa.

En base a los resultados obtenidos y a los porcentajes calculados, la universidad ORT Uruguay es la universidad que tiene la mayor cantidad de proyectos donde no se registraron horas de gestión de proyectos con un porcentaje de 33.6%, en comparación al 20.2% registrado en la universidad de la empresa. Si se analiza el porcentaje de proyectos que no realizó el registro de horas de gestión para el conjunto total de proyectos (sin discriminar por universidad), el porcentaje obtenido es aproximadamente un tercio del total de proyectos (29.8%).

Al tratarse de una tarea crítica, que se relaciona directamente con el éxito o fracaso de los proyectos, un 29.8% parece ser porcentaje muy elevado y no debe ser tomado a la ligera. Esto significa que no existe evidencia, o no se presenta, que indique que los estudiantes realicen tareas fundamentales como ser: medición, registro del trabajo realizado, seguimiento y control; actividades básicas de un gerente de proyectos. En base al porcentaje de proyectos que no aporta evidencia de este trabajo o bien que estas actividades no fueron realizadas, evidencia que las universidades deben hacer foco en recalcar la relevancia de realizar esta tarea, y que los estudiantes comprendan la importancia, su impacto, como de realizarse y la necesidad de registrar esta información.

Con respecto a los proyectos que, si registraron el esfuerzo en las tareas de gestión, se pueden realizar un conjunto de observaciones y conclusiones que se detallan a continuación.

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia que indique que la metodología aplicada se relacione con el esfuerzo que los estudiantes dedican a tareas de gestión de proyectos. La diferencia entre la media acotada calculada para las 3 metodologías analizadas no superó el 1.9%, siendo estos resultados 8.3%, 9.5% y 10.2% para SCRUM, PMI y GES respectivamente. Esto quiere decir que sin importar la metodología utilizada el porcentaje de horas a estas tareas no difiere en forma significativa.

Es interesante notar que la metodología PMI, siendo una metodología tradicional que se centra en la documentación y aplicación de procesos claramente definidos no demuestra una sobrecarga en el esfuerzo dedicado a las tareas de gestión por sobre las otras metodologías. Antes de realizar este trabajo de investigación, se podría haber

planteado una hipótesis que enuncie que la metodología PMI o bien la gestión de proyectos específica de software requieren de mayores esfuerzos de gestión que en las metodologías ágiles y en particular de SCRUM; sin embargo, en este trabajo se descarta esa hipótesis.

En este trabajo, se presenta la suficiente evidencia para responder de forma negativa la primera pregunta de investigación: ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada? Según los resultados obtenidos y presentados a lo largo de este artículo, se puede descartar la existencia de una relación que indique que la metodología ejecutada a lo largo de un proyecto se encuentra relacionada con el esfuerzo que los estudiantes deben realizar en las tareas de gestión de proyectos, al menos en lo que refiere al contexto académico. Sin embargo, y dicho lo anterior, es importante destacar que existen 2 áreas de conocimiento que no fueron aplicados durante los proyectos siendo estos la gestión de proveedores y la gestión de costos. Es muy posible que, en proyectos reales, al incluir estas áreas de conocimiento, las horas de gestión utilizando PMI sean un poco superiores a las utilizadas en este trabajo de investigación.

Responder la siguiente pregunta: ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos? fue el segundo objetivo de este trabajo de investigación. Obtener una respuesta a esta interrogante basándose en el análisis de proyectos académicos, permite comparar si los proyectos en el ámbito académico tienen el mismo nivel de dedicación que los proyectos reales.

En función de los resultados obtenidos se puede afirmar que en un contexto académico el esfuerzo dedicado por los estudiantes a tareas de gestión de proyectos se encuentra en el intervalo de 5% y 15% del total de horas dedicadas al proyecto. Como era esperable, existieron algunos proyectos que se alejaron del intervalo definido, para poder determinar las causas es necesario realizar análisis específicos, sin embargo, con la documentación analizada no fue posible realizar ninguna conclusión. Es aconsejable que en estos casos que los correctores realicen este análisis y documenten en los proyectos los motivos de las divergencias de forma tal de disponer de la información necesaria cuando se la requiera.

Los resultados obtenidos y el rango definido de 5% y 15% del total de horas del proyecto en esfuerzo en gestión, parece ser más consistente con los resultados expresados por otros autores, como se ha presentado en la literatura analizada, así como también con la industria. Recordemos que Jones (2005) situó el esfuerzo en 10%, en el contexto académico y siendo los estudiantes los encargados de realizar la gestión de proyectos un desvío de $\pm 5\%$ parece estar dentro del margen aceptable, siendo estos valores muy próximos a los obtenidos en proyectos reales.

Como conclusión, a través de este trabajo y en lo que refiere al contexto académico, queda en evidencia que no existe relación entre el porcentaje de horas dedicadas a tareas de gestión de proyectos y la metodología utilizada. Según los resultados presentados, entre el 70% y 80% de los proyectos analizados presentaba evidencia que las horas totales realizadas en tareas de gestión se ubicó en el intervalo de 5% y 15% sin importar la metodología utilizada.

Reflexiones y limitaciones

Las universidades son un elemento fundamental en la formación de profesionales, pero más importante aún son en la formación de personas que mediante sus capacidades contribuyan con la sociedad en la que se encuentran inmersos. Es en este contexto donde cada vez se hace más necesario formar mejores profesionales y no solo en lo que refiere a las habilidades técnicas sino también en las habilidades sociales.

Los planes académicos de las universidades deben estar en constante cambio, adaptándose a las demandas de la industria y la sociedad, y es debido a este motivo que

medir la correlación entre lo que se enseña y lo que la industria demanda, es una necesidad. Sin embargo, en este trabajo se miden algunos parámetros que permiten contrastar los resultados obtenidos en la academia, para la gestión de proyectos, con los que se presentan en la industria. Esta contraposición de resultados tiene como finalidad el verificar si los contenidos académicos y la exigencia de la universidad para con los estudiantes se encuentra alineada con lo que industria necesita o demanda, o si, por el contrario, existe una brecha entre la academia y la industria.

Este trabajo se concentró en analizar, cuantificar y presentar los resultados obtenidos de medir el esfuerzo dedicado en una de las tareas que se encuentra estrechamente ligada al éxito o fracaso de los proyectos, como lo es la gestión de proyectos.

Durante el transcurso de este trabajo se han presentado distintas dificultades que debieron ser subsanadas y que limitó la cantidad de proyectos, como ser la existencia de proyectos donde no se realizaron las mediciones, documentación o registros adecuados. Es por esto por lo que es aconsejable que las universidades hagan énfasis en resaltar la importancia de realizar la medición del esfuerzo de las tareas realizadas a lo largo del proyecto dando lineamientos claros y precisos sobre cómo se debe realizar y que se debe medir.

Propuestas de continuidad

Este trabajo presenta la oportunidad de brindar una mirada a la gestión de proyectos desde el punto de vista de la academia y de los estudiantes, sentando la base para futuros trabajos similares para el resto de las actividades que se realizan en una tesis de grado de titulación universitaria. En particular parece interesante realizar investigaciones que se centren en el esfuerzo en desarrollo, testing y documentación en forma individual, así como también trabajos que combinen y presenten esta información unificada. Con los resultados obtenidos se puede investigar si alguna de estas tareas se relaciona directamente con la metodología utilizada, como se ha realizado a lo largo de este trabajo.

Otro camino interesante para explorar consiste en realizar la medición del esfuerzo en gestión de proyectos en otras disciplinas y contrastarlo con los resultados expuestos en este trabajo de forma tal de verificar y comparar las similitudes y discrepancias del esfuerzo dedicados a tareas de gestión de proyectos entre proyectos de software y proyectos de otros indoles.

Por último, este trabajo pretende colaborar con las universidades brindando más información sobre la naturaleza y la ejecución de los proyectos de grado, centrándose en la gestión de proyectos en el contexto académico. La finalidad última de esta investigación es que las universidades dispongan de datos reales, producto de proyectos propios de sus estudiantes. Las universidades no deben olvidar que trabajan por y para los estudiantes, la mejora continua no es una opción sino una obligación.

Referencias

- Alaimo, M., & Salías, M. (2013). *Proyectos ágiles con #Scrum : flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos*.
- Appelo, J. (2011). *MANAGEMENT 3.0: Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders* (M. Taub (ed.)). Addison Wesley.
- Association for Computing Machinery. (2021). *Curricula Recommendations*. <https://www.acm.org/education/curricula-recommendations>
- Campo Arranz, R., Domínguez, M. del C., & Rodrigo Raya, V. (2014). *Gestión de*

- proyectos*. RA-MA Editorial.
- Fioravanti, M., Sena, B., Natan Paschoal, L., Silva, L., Allian, A. P., Nakagawa, E., Souza, S., Isotani, S., & Barbosa, E. (2018). Integrating Project Based Learning and Project Management for Software Engineering Teaching: An Experience Report. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '18)*, 806–811. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159599>
- Jones, C. (2005). Software Cost Estimating Methods for Large Projects. *CrossTalk - The Journal of Defense Software Engineering*, 18(4), 8–12.
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos*. Prentice Hall y Pearson Education.
- Martínez, E. (2020). *Estadística*. UAPA.
- Morales Vallejo, P. (2013). *Los objetivos didácticos*. Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Mukherjee, R., Gupta, T., & Thirugnanam, M. (2016). Review of Effort Distribution in IT companies. *International Journal of Engineering and Techniques*, 2(6), 59–63.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico* (6ta Ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Primandari, P. L., & Sholiq, S. (2015). Effort Distribution to Estimate Cost in Small to Medium Software Development Project with Use Case Points. *Procedia Computer Science*, 72, 78–85.
- Project Management Institute. (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). In *Project Management Institute* (6ta ed.). Project Management Institute.
- Ramos Cerdas, A. (2015). Gestión del conocimiento en el proceso de docencia para instituciones de educación superior. *SIGNOS*, 7(2), 31–43.
- Ross, S. M., & Valdés Sánchez, T. (2014). *Introducción a la Estadística*. Reverté.
- Saini, J. R., & Chomal, V. S. (2020). On Effort Distribution in Software Project Development for Academic Domain. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(3), 1750–1760.
- Sampieri Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Satpathy, T. (2016). *Cuerpo de Conocimiento de SCRUM (Guía SBOK)* (3er ed.). SCRUMStudy.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software 9* (9na.). Addison-Wesley.

Fecha de recepción: 14/12/2021

Fecha de revisión: 18/01/2022

Fecha de aceptación: 29/03/2022

Cómo citar este artículo:

Granados Saavedra, M. & Canto-Ramírez, J. L. (2022). Cursos abiertos masivos en línea (MOOC) y capacitación del personal: la experiencia del sistema penitenciario costarricense. *Project, Design and Management*,4(1), 69-90. doi: 10.35992/pdm.4vi1.903

**CURSOS ABIERTOS MASIVOS EN LÍNEA (MOOC) Y
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL: LA EXPERIENCIA DEL
SISTEMA PENITENCIARIO COSTARRICENSE**

Marianella Granados Saavedra

Universidad Estatal a Distancia San José (Costa Rica)

marianella.granados@doctorado.unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0001-6686-474X>

José Luis Canto-Ramírez

Universidad Pedagógica Nacional (México)

cantoramirez@yahoo.com.mx · <https://orcid.org/0000-0002-8478-963X>

Resumen. Se realizó un trabajo de investigación para determinar y priorizar los requerimientos de capacitación del personal del Sistema Penitenciario Costarricense, a fin de analizar la factibilidad de satisfacerlos mediante el uso de MOOC (Massive Open Online Course). Se ejecutó una investigación de tipo mixta, exploratoria, mediante la aplicación de un cuestionario de necesidades de capacitación, aplicado a las Jefaturas de la Institución, para conocer y priorizar las necesidades de capacitación del personal. Se analizó además, la oferta de cursos de varias plataformas MOOC y se revisó cuáles plataformas MOOC presentaban oferta de cursos que pudieran ser aplicados en la satisfacción de los requerimientos existentes. Se encontraron antecedentes de investigaciones similares, relacionadas con el diagnóstico de necesidades de capacitación y la aplicación de MOOC para la formación profesional continua en organizaciones públicas y privadas. La investigación permitió identificar plataformas que ofrecen MOOC aplicables a la satisfacción de los requerimientos del personal de Sistema Penitenciario Costarricense. Los resultados obtenidos permiten concluir que es factible utilizar MOOC en la capacitación del personal referido, se generan recomendaciones para futuras investigaciones en el tema y se plantea la necesidad de ejecutar un estudio sobre el efecto de la falta de capacitación en el Sistema Penitenciario Costarricense.

Palabras clave: Capacitación, gobierno, formación a distancia, empleado, formación continua.

**MASSIVE OPEN ONLINE COURSES (MOOC) AND THE
TRAINING OF THE STAFF: THE EXPERIENCE OF THE COSTA
RICAN PENITENTIARY SYSTEM**

Abstract. A research work was carried out to determine and prioritize the training requirements of the Costa Rican Penitentiary System personnel, to analyze the feasibility of satisfying them through the use of MOOC (Massive Open Online Course). A mixed, exploratory type investigation was carried out by

applying a training needs questionnaire, applied to the headquarters of the Institution, to know and prioritize the training needs of the personnel. In addition, the course offerings of various MOOC platforms were analyzed, and it was reviewed which MOOC platforms presented courses that could be applied to satisfy the existing requirements. Similar research antecedents were found, related to the diagnosis of training needs and the application of MOOC for continuous professional training in public and private organizations. The research allowed the identification of platforms that offer MOOC applicable to the satisfaction of the requirements of the Costa Rican Penitentiary System staff. The results obtained allow us to conclude that it is feasible to use MOOC in the training of the referred personnel, recommendations are generated for future research on the subject and the need to carry out a study about the effect of the lack of training in the Costa Rican Penitentiary System is raised.

Keywords: Training, government, distance training, employee, continuous training.

Introducción

El término MOOC hace referencia al acrónimo de Massive Open Online Courses, consisten en cursos en línea, gratuitos y especializados, dirigidos a cualquier persona interesada en el tema, son impartidos por profesionales expertos en educación superior. McAuley, Stewart, Siemens, & Cormier (2010) definen los MOOC como un fenómeno en línea que ha tomado fuerza en los últimos años, donde el MOOC integra la conectividad de las redes sociales, la facilitación de un experto reconocido en el campo de estudio y una serie de recursos en línea de libre acceso. Por su naturaleza masiva, un MOOC está orientado a la participación de varios cientos o miles de estudiantes, los que auto organizan su participación de acuerdo con los objetivos de aprendizaje, el conocimiento y las habilidades de intereses comunes. Desde su perspectiva teórica, un MOOC no requiere de pago de cuotas de inscripción, así como tampoco exige requisitos previos de acceso al curso. Se caracterizan porque los estudiantes tienen diferentes expectativas en su participación, así como también por el hecho de no proporcionar modelos formales de acreditación. El primer MOOC conocido, fue un curso impartido por George Siemens y Steven Downes en 2008, el que formaba parte de su tesis sobre conectivismo. El resultado de este esfuerzo fue denominado posteriormente por Dave Cormier y Brian Alexander, como MOOC (Downes, 2008), a partir de esta iniciativa, tanto instituciones de educación superior, como empresas privadas, han abierto oferta de MOOC, poniéndolas a disposición de los usuarios, sean estos profesionales o bien personas que, sin tener formación específica en la materia, se interesan en ella.

Se puede mencionar por ejemplo al proyecto del Banco Santander y Telefónica, desarrollado en 2013, denominado MiriadaX (<https://miriadax.net/home>), Coursera desarrollada en 2011 por la Universidad de Stanford (<https://es.coursera.org>), edX (<https://www.edx.org/es/course>) fundada en el 2012 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts y la Universidad de Harvard o bien Udemy (<https://www.udemy.com>) fundada en 2010 por Eren Bali, Oktay Caglar y Gagan Biyani.

Yuan, Powell y Cetus (2013) calificaron los MOOC como una innovación disruptiva de la educación de superior, debido a su esquema gratuito, accesible y masivo. Debe recordarse que se considera una innovación como disruptiva, cuando esta crea un nuevo mercado a través de la introducción de un nuevo tipo de producto o servicio, el que tiende a ser más simple, barato, fiable y conveniente que los productos existentes con anterioridad. Estos productos disruptivos, sin valor en el mercado convencional, se convierten en puntos de venta más fuertes en los mercados emergentes y se caracterizan por dos elementos a saber, la tecnología y la innovación del modelo del negocio.

MOOC es un acrónimo de sus siglas: Massive, los cursos deben ser masivos, o sea, con la mayor cantidad de participantes que sea posible, ya que cualquier persona que

desea matricularse o inscribirse en él, podría hacerlo. Open, pues carecen de restricciones y requisitos para acceder a él. Esto es posible porque utilizan recursos que no son propietarios y están disponibles al público de forma gratuita. Estos cursos se alojan en plataformas de acceso libre (bajo inscripción) y por lo general, los recursos se publican bajo licencias Creative Commons, que facilitan usar y compartir la creatividad y el conocimiento. La característica Online, implica que las actividades, evaluación, comunicación con los facilitadores y entre pares, se realizan a distancia, en un contexto virtual. Los participantes pueden inscribirse desde cualquier parte del mundo, utilizando plataformas tecnológicas con capacidad para soportar un gran flujo de participantes. Course, porque son cursos que están orientados al aprendizaje.

Meltem Huri Baturay (2015) adiciona dos características a los MOOC, relacionadas con los aspectos participativo y distribuido. Participativo, pues el aprendizaje en un MOOC se ve reforzado por la participación voluntaria tanto en la creación como en el intercambio de contribuciones personales y en las interacciones con las contribuciones de otros y distribuido, pues el MOOC se basa en el enfoque conectivista, por lo tanto, cualquier conocimiento debe ser distribuido a través de una red de participantes. La mayor parte de la actividad del curso tiene lugar en un ambiente de aprendizaje social, donde los participantes interactúan con el material y las interpretaciones de los demás sobre el mismo. Las lecturas del curso y otros materiales de aprendizaje actúan como puntos de partida para el debate y la reflexión.

Sevillano, Vázquez y Aguaded, citados por Aguaded-Gomez (2013) consideran que el modelo de aprendizaje de los MOOC puede ser una magnífica oportunidad para aprovechar las posibilidades que ofrecen las tecnologías, generando aprendizaje «ubicuo» y «emergente» de calidad.

Por su parte, Fidalgo-Blanco et al (2014), señalan que los MOOC constituyen una evolución del movimiento de Open Course Ware, OCW por sus siglas en inglés.

Según Teixeira et al (2015), los MOOC favorecen la inclusión social de las personas en la educación, difunden el conocimiento formal e informal a un gran público y facilitan la innovación de los docentes en sus acciones pedagógicas.

Cruz-Benito et al (2015), citan que algunas de las modalidades de MOOC, propician la creación de comunidades de aprendizaje en torno a las temáticas de estos. Un informe de CISCO, publicado en el año 2010 denominado “La Sociedad del Aprendizaje” (The Learning Society), señala que los sistemas educativos necesitan cambiar, ya que en el pasado el aprendizaje era competitivo, coercitivo y paternalista, mientras que en la actualidad el mismo es colaborativo, globalizado y universal. Desde esta perspectiva, el acceso a plataformas MOOC, ofrece a los usuarios y miembros de la comunidad interesada en el tema de referencia, la posibilidad de desarrollar los conocimientos, las destrezas y habilidades que requieren para enfrentar los desafíos que le imponen las nuevas características y tendencias sociales en la actualidad.

Debido a que el Sistema Penitenciario costarricense ha visto reducida la cantidad de recursos disponibles para la capacitación de su personal, monto que ha disminuido de 76.027.000 colones en el 2013 a 13.113.659 colones en el 2021¹, existe la necesidad de buscar alternativas que permitan brindar una formación de calidad para el personal, sin la necesidad de invertir grandes cantidades de dinero.

De acuerdo con información obtenida del sistema de información de Recursos Humanos, el Sistema Penitenciario Costarricense cuenta con 5292 personas funcionarias, que pertenecen a 219 clases de puestos, distribuidas en 47 dependencias que se encuentran geográficamente dispersas por todo el país. Muchas de las personas trabajadoras laboran

¹ Fuente, presupuestos institucionales, visibles en el sitio web <http://www.mjp.go.cr/Transparencia/RedTransparencia>

turnos rotativos y por sus funciones, no pueden abandonar sus puestos de trabajo, a fin de no descuidar la atención de las personas privadas de libertad a cargo de la Institución. Las anteriores razones, motivaron la realización de una investigación, tendiente a verificar si el uso de MOOC constituía una opción factible para capacitar al personal.

La formación continua constituye una herramienta ampliamente difundida y aceptada para el logro de los objetivos de la organización, representando una estrategia organizacional que involucra la dirección y gestión de recursos humanos (Pineda, 2007). Esta formación, en los últimos años ha experimentado un aumento en el consumo de cursos de capacitación en línea, cuya motivación se centra en los efectos de la crisis económica, que hace que las empresas busquen acciones formativas que rindan rentabilidad a corto plazo y obliga a los profesionales a prepararse de la mejor manera para enfrentar el exceso de oferta laboral (Ponce et al, 2010).

Los MOOC son servicios de capacitación de alta calidad, que no requieren del despliegue de gran cantidad de actividades logísticas para la atención de las personas, así como tampoco demandan del desplazamiento de los asistentes a un lugar ni en un tiempo específico, lo que reduce costos de operación, logísticos y de viáticos, ahorros que resultan importantes, si se considera la reducción del monto del presupuesto para actividades de capacitación que ha sufrido el Sistema Penitenciario Costarricense.

En la investigación realizada, se analizaron y priorizaron los requerimientos de capacitación existentes en el Sistema Penitenciario Costarricense, con el objetivo de proponer el uso de plataformas de cursos abiertos masivos en línea para el desarrollo de actividades formativas virtuales en sus diferentes áreas de trabajo, en los ámbitos profesional, técnico, policial y administrativo.

De acuerdo con Reza (2006) el diagnóstico de las necesidades de capacitación permite conocer las faltas de conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes de la gente, para desempeñar efectivamente su puesto de trabajo y alcanzar su nivel de competencia, que constituye la base de un plan de capacitación, el cual se debe renovar constantemente, de acuerdo con la dinámica organizacional y que constituye el éxito del proceso continuo de formación profesional.

Moreira (2013) señala que el análisis de necesidades de capacitación sirve para establecer los objetivos del programa, así como identificar las habilidades y los conocimientos necesarios para que los empleados desempeñen su trabajo, de forma que se mejore el rendimiento y la productividad y finalmente, para analizar a los posibles participantes, asegurando que el programa se ajuste a los niveles de educación, experiencia, competencias, actitudes y motivaciones de los participantes.

La tecnología como medio de habilitación de nuevos espacios de formación para el personal, ofrece al Sistema Penitenciario la posibilidad de superar las dificultades derivadas de la dispersión geográfica del personal, de la existencia de horarios rotativos y la falta de recursos financieros. Mediante la utilización de MOOC, se promueve el aprendizaje continuo, democratizando el acceso al conocimiento, por medio de la publicación de cursos abiertos gratuitos en línea por parte de prestigiosas universidades u otros grupos profesionales.

Como antecedentes de la Institución, se tiene que el Sistema Penitenciario costarricense fue creado por la Ley No. 4762 “Ley de Creación de la Dirección General de Adaptación Social” que dispone sus fines y funciones, está constituido por una Dirección, una Sub-Dirección, el Instituto Nacional de criminología, un Departamento Administrativo, la Escuela de Capacitación, el Departamento técnico, el Departamento industrial y agropecuario y el de Arquitectura. A su vez, cuenta con Centros penitenciarios de nivel institucional, Semi institucional, Oficinas de Nivel en Comunidad, Centro de atención a la población penal juvenil, centros de atención a la población

femenina en conflicto con la Ley, las Unidades de Atención Integral, así como las Unidades de Inserción Social, Repatriaciones y la Unidad de atención a personas sujetas a monitoreo con dispositivos electrónicos. Al mismo programa presupuestario pertenece la Dirección de la Policía penitenciaria, constituida por los Departamentos de Supervisión, custodia y vigilancia penitenciaria, Planes y operaciones, el de inteligencia e información penitenciaria y la Unidad de Armamento².

Como resultado de la disminución en la asignación de presupuesto para actividades de capacitación, el Sistema Penitenciario Costarricense no ha podido destinar suficientes recursos para la atención de los requerimientos de capacitación de las personas trabajadoras, objetivo que se ha logrado de forma parcial, mediante la suscripción de convenios de cooperación con otras Instituciones públicas, Colegios profesionales, Organizaciones no gubernamentales o bien de forma individual y privada, mediante inversión de recursos y tiempo propio de las personas funcionarias, esto último ocasionando impacto en el patrimonio familiar de la persona trabajadora, así como en su tiempo libre.

Ante la imposibilidad presupuestaria de destinar recursos para la atención de los requerimientos de capacitación existentes para el adecuado cumplimiento de las metas y objetivos organizacionales, el Sistema Penitenciario Costarricense debe procurar la búsqueda de alternativas de capacitación y formación, que con un mínimo de inversión, le permitan a las personas trabajadoras acceder a capacitación de clase mundial, que propicie su crecimiento a nivel técnico, cultural y en sus competencias, todo esto en busca de la excelencia operativa y el cumplimiento de la misión que la sociedad costarricense le ha encomendado, como órgano encargado del cumplimiento de las sentencias judiciales dictadas para la privación de libertad u otro tipo de sanciones penales.

Como antecedentes de la investigación se localizaron estudios similares ejecutados por varias personas autoras. Atiaja y García (2020), en su estudio: “Los MOOC una alternativa para la formación continua”, analizan el potencial de los MOOC para la formación continua de los profesionales. Esto por cuanto las Instituciones educativas han adoptado estos cursos, motivadas por la emergencia sanitaria ocasionada por la COVID-19, ya que miles de personas han recurrido a ellos, con la finalidad de capacitarse y adquirir conocimientos, competencias y habilidades para desenvolverse en sus actividades laborales, pues como resultado de la pandemia, el modelo de educación migró de un modelo tradicional hacia uno virtual. El estudio fue de tipo descriptivo, aplicando métodos histórico-lógicos, de análisis y síntesis, finalizando con la generalización-abstracción, mediante el uso de fuentes bibliográficas primarias y secundarias. Los principales hallazgos se relacionan con que los MOOC han evolucionado en función del aumento del interés por el aprendizaje en línea, representando una alternativa para la formación continua, por su potencial para satisfacer necesidades de actualización renovación o formación de los profesionales, en función de adquirir competencias o habilidades, demandadas por la sociedad del conocimiento. En este sentido, se hace necesario reconstruir los MOOC, a fin de superar los retos de índole pedagógico y tecnológico que enfrentan estos cursos, en función de mejorar su calidad de enseñanza aprendizaje.

Ruiz (2019), ejecutó una investigación denominada: “Impacto de la aplicación de una metodología MOOC en la docencia universitaria ecuatoriana”, cuyo propósito fundamental fue la elaboración de una metodología para definir cursos masivos dirigidos a funcionarios públicos ecuatorianos vinculados a la educación superior. Su objetivo fue diseñar una metodología, para facilitar y mejorar la actualización y perfeccionamiento de

² Fuente <http://www.mjp.go.cr/Dependencias/DGASDetalles>

la función pública ecuatoriana, en el ámbito educativo, mediante procesos virtuales masivos, ya que el gobierno ecuatoriano ha alcanzado logros en infraestructura pública y en la implantación de políticas sociales, por lo que es indispensable invertir en el talento humano, dándole acceso a formación y capacitación continua, atendiendo por este medio la falta de metodologías para la construcción y desarrollo de MOOC para la formación y capacitación continua de una gran cantidad de personal, una de las principales problemáticas del sector de la educación en Ecuador, para lo que la aplicación de MOOC se convierte en una necesidad, en función de la optimización de los recursos económicos y humanos. La metodología de investigación se apoyó en una investigación multireferencial, multidimensional y de interpretación, cuya base fue el complemento de métodos como el estudio de casos, las entrevistas, encuestas, el análisis estadístico y la triangulación de resultados, mezclando las investigaciones de campo y la documental-bibliográfica de nivel descriptivo-evaluativo-correlacional. Los principales hallazgos fueron que la metodología cumplió con su objetivo, permitiendo la construcción de material didáctico y el desarrollo de actividades, posicionándose en los docentes como un proceso sistémico orientador del eficiente desarrollo de un curso. Los dirigentes de las Universidades participantes manifestaron la importancia de la metodología del proyecto académico, resaltando que este instrumento permite tomar la decisión de apoyar el diseño de un MOOC para la instrucción del personal.

Aguiar de la Garza (2019) realizó una investigación denominada: “Modelo de indicadores de calidad para cursos en-línea, masivos y abiertos (MOOC)”, cuyo objetivo fue la identificación de indicadores para evaluar la calidad de los MOOC que se ofrecen como estrategia para fortalecer la formación docente y su aplicación en el MOOC-LGEE-TEC ofrecido a través de Coursera, además de analizar la idoneidad del uso de los MOOC en estrategias de formación para el desarrollo profesional docente. Su principal motivación fue medir las oportunidades que ofrecen los MOOC para el desarrollo de los profesionales en docencia, considerando tanto la necesidad de formación continua para mejorar competencias que tienen los educadores en ejercicio profesional, como la necesidad de complementar la formación inicial de los profesionales que se gradúan año con año de las Escuelas Normales. Su objetivo general fue diseñar un MOOC orientado a la formación docente, basado en un modelo de calidad validado por especialistas, analizando tanto los resultados de indicadores de calidad, como los del aprendizaje obtenido por los participantes. Se aplicó un enfoque cuantitativo, a través de un estudio de casos; utilizando como instrumentos para la recolección de los datos, un inventario de indicadores de calidad de investigaciones previas, un cuestionario administrado y exámenes de diagnóstico. Sus principales hallazgos corroboran que para medir el éxito o la calidad de un MOOC, se debe ir más allá del número de participantes inscritos o que finalicen el curso satisfactoriamente, ya que se deben considerar factores relacionados con la adquisición de conocimientos de los participantes, así como el impulso del aprendizaje autorregulado para el desarrollo profesional.

Por su parte, Toapanta y Gavilanes (2018), en su investigación: “Metaforización en cursos MOOC para la adquisición de competencias profesionales”, cuyo objetivo fue determinar la relación existente entre la metaforización en los MOOC y la adquisición de competencias profesionales en el personal del Hospital General Ambato del Instituto Ecuatoriano de Seguro Social, buscando mejorar el proceso de aprendizaje en las capacitaciones continuas que ofrece ese Hospital a su personal administrativo, médicos, enfermería y servicios, mediante la aplicación de contextos metafóricos e iconográficos en los cursos MOOC. Mediante el uso de MOOC de metáforas e iconografías adaptadas a historias de cualquier temática, generaron en los participantes un ambiente innovador y creativo, para el desarrollo de competencias profesionales a través del cumplimiento de

metas. La investigación tuvo un enfoque crítico propositivo, utilizando una modalidad bibliográfica y de campo; de tipo descriptiva, utilizando métodos tales como el uso del coeficiente Alfa de Cronbach y la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Las conclusiones de la investigación demuestran que los MOOC metafóricos benefician el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes, contribuyendo en la formación personal y profesional; así como que el uso de metáforas contribuye a nuevas alternativas de capacitación en línea. La propuesta que formó parte de la investigación se implementó mediante el uso de la plataforma MOODLE, sobre la que se desarrolló un MOOC metafórico, aplicando la metodología PACIE, que constituye un modelo que modifica el rol docente por una acción tutorial eficiente, motivando y realizando el acompañamiento necesario para disminuir los índices de deserción en los cursos de enseñanza virtual. El curso alcanzó la participación de la mayoría de los profesionales del Hospital, los que aprobaron el curso y obtuvieron su certificado. La principal limitación de la investigación, la constituyó que la mayoría del personal no había realizado cursos en línea en los últimos años y por lo que no habían trabajado en MOOC con ambientes gráficos.

Flores (2018) en la investigación realizada sobre la capacitación en línea de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), busca definir una propuesta para la creación de un programa de capacitación virtual auto sostenible para la CONAFOR, pues en los últimos años, la Institución sufrió una serie de recortes presupuestarios, que afectaron los recursos disponibles para desarrollar los cursos de capacitación que forman parte del diagnóstico anual de necesidades de capacitación. El objetivo del proyecto de intervención fue definir la funcionalidad de diseñar y aplicar un curso en línea para la capacitación del personal de la CONAFOR, ejecutando una prueba piloto para la creación de un programa de capacitación en línea. Los instrumentos de recolección de información fueron la encuesta, la entrevista, la matriz de causa y efecto y la matriz FODA. En la recolección de información se utilizó el correo electrónico y la aplicación de una encuesta por medio del sitio Survey Monkey. El curso aplicado en la experiencia piloto se desarrolló con el uso de la plataforma MOODLE. Los resultados de la investigación confirman la funcionalidad del diseño y aplicación de un curso en línea, el cual de acuerdo con el encargado de capacitación de la Comisión, constituiría la base para el desarrollo de un programa de capacitación virtual que no tendría costos de operación y fortalecería propuestas, además de disminuir tiempos. Los participantes manifestaron que si el curso es sencillo y corto, puede desarrollarse sin afectar las labores de los participantes.

Corrales et al (2020), realizaron un diagnóstico de las necesidades de capacitación causadas por los cambios estructurales post COVID 19 para la empresa Search. La investigación abarcó los puestos claves de la empresa, para innovar en los productos y servicios que requieren con base en la disyuntiva mundial. Los métodos de recopilación de información empleados fueron encuestas online y grupos focales, en el análisis de resultados se evaluaron aspectos como la percepción del perfil del puesto y las necesidades de capacitación antes y después de la crisis, los principales cambios estructurales y su incidencia en la ejecución de sus funciones y cómo podría contribuir la empresa al logro de los objetivos estratégicos desde la perspectiva del cliente, después del COVID 19. Finalmente, se diseñaron dos herramientas de Excel, una con los diferentes tópicos de capacitación que se proponen y, otra con los gráficos y tablas de la información para el análisis de la información para la empresa y sus recomendaciones de uso. La principal conclusión de la investigación fue que los colaboradores requieren desarrollar cada vez más sus habilidades y conocimientos para mejorar su carrera profesional y el servicio que se le brinda al cliente, por lo que se identificaron temas de capacitación en diferentes áreas que tienen como objetivo aumentar la calidad del servicio y el desarrollo de los funcionarios claves de la empresa, para mejorar sus habilidades.

El estudio realizado para el Sistema Penitenciario Costarricense tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general: Determinar los requerimientos de capacitación prioritarios del personal del Sistema Penitenciario, a fin de verificar la factibilidad de satisfacerlos mediante el uso de MOOC.

Objetivos específicos:

- Determinar los requerimientos de capacitación del personal del Sistema Penitenciario costarricense.
- Establecer la prioridad para los requerimientos de capacitación existentes.
- Caracterizar al menos diez plataformas MOOC que presenten oferta de cursos de capacitación en línea.
- Determinar cuáles plataformas MOOC ofrecen cursos para la atención de los requerimientos prioritarios de capacitación del personal del Sistema Penitenciario.

Método

Con base en los objetivos planteados, se ejecutó una investigación de tipo mixta exploratoria, con el fin de conocer y priorizar las necesidades de capacitación de personal del Sistema Penitenciario Costarricense y verificar si estas pudieran ser satisfechas mediante MOOC. Según el blog de investigación salusplay.com, la investigación mixta (Teddlie y Tashakkori, 2009; Creswell y Plano, 2008; Bergman, 2008), investigación integrativa (Johnson y Onwuegbuzie, 2004), investigación multimétodos (Hunter y Brewer, 2003; Morse, 2003), métodos múltiples (Johnson, Onwuegbuzie y Turner, 2006), o estudios de triangulación (Sandelowski, 2003), implica la combinación de los enfoques cualitativo y cuantitativo en un solo estudio, de tal forma que los resultados cuantitativos del estudio, se puedan utilizar para realizar un análisis cualitativo que permita comprender mejor el fenómeno, o bien, que sobre las conclusiones de un estudio cualitativo, se aplique un estudio cuantitativo, siendo válido que se complementen una con la otra, de tal forma que se utilicen las fortalezas de ambos tipos, tratando de minimizar sus debilidades potenciales. En la investigación realizada para el Sistema Penitenciario Costarricense, la parte cuantitativa la constituyó la clasificación de la información, ejecutada para definir y priorizar las necesidades de capacitación del personal, mientras que la parte cualitativa, la constituyó la caracterización de las plataformas MOOC, en búsqueda de cursos aplicables a la satisfacción de los requerimientos de capacitación existentes.

Los datos se recolectaron mediante la aplicación de un cuestionario en línea (<https://es.surveymonkey.com/r/6D55W2L>), remitido a 63 personas funcionarias que ocupaban el cargo de Jefatura, a quienes se les solicitó información relativa a las necesidades de capacitación de las personas trabajadoras a su cargo, clasificada por la especialidad del puesto, así como su respectiva priorización.

Debido a que se requería lograr un diagnóstico completo de las necesidades de capacitación del personal, así como de su nivel de prioridad, en el estudio no se utilizó muestra y se trabajó con la totalidad de la población. Se decidió trabajar con las personas que ocupan cargos de Jefatura y no directamente con el personal, a fin de aprovechar la experiencia y conocimiento que tienen las Jefaturas sobre las necesidades de capacitación que posee el personal para el adecuado desempeño de sus labores, ya que son las gerencias quienes evalúan el desempeño de los subalternos y detectan los vacíos y necesidades de capacitación, en base a los resultados del trabajo de las personas trabajadoras.

La información recolectada mediante el cuestionario buscó caracterizar a quien completaba el instrumento (cargo, años de servicio y lugar de trabajo), así como las personas colaboradoras bajo su responsabilidad (clases de puesto y cantidad) para

finalmente recolectar los requerimientos de capacitación de las personas colaboradoras (clase ocupacional, nombre del curso, nivel de prioridad y cantidad de horas de capacitación requerida). Se utilizó un cuestionario administrado vía electrónica y no una entrevista, considerando tanto la cantidad de las personas que se requería que participaran, así como su ubicación geográfica.

Los instrumentos elaborados para la investigación fueron validados previo a su aplicación por parte de dos personas expertas, quienes valoraron los ítems que componían los instrumentos. Se les solicitó que evaluaran cualitativamente su grado de pertinencia al objeto de estudio, así como su grado de precisión y de adecuación. Ruiz (2002) refiere que el “Juicio de expertos” es un procedimiento empleado para determinar la validez de contenido, consiste en solicitar a un grupo de personas que se juzgue un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o bien que emita su opinión relacionada a un aspecto concreto. Para el caso de la investigación realizada, la validación de contenido buscó analizar y valorar las preguntas planteadas, así como comprobar si los ítems incluidos medían todas las categorías o descriptores que se deseaba medir. La selección de las personas expertas se basó en su trayectoria y experiencia en el campo de la capacitación en el Sistema Penitenciario Costarricense. Como modalidad de evaluación se prefirió la individual, enviando los instrumentos a cada una de las personas expertas que debían responder, sin que existiera interacción entre ellas. Las observaciones realizadas por las personas expertas fueron incorporadas a los instrumentos de recolección de información.

Una vez recolectados los datos mediante la aplicación del cuestionario, se procedió al análisis cuantitativo de la información recolectada, tabulándola a fin de generar los requerimientos de capacitación de acuerdo con los puestos para los que fueron solicitados, así como al nivel de prioridad asignado a cada requerimiento. La herramienta utilizada para la tabulación de los datos fue Microsoft Excel.

A fin de verificar la factibilidad de satisfacer los requerimientos de capacitación del personal del Sistema Penitenciario Costarricense, mediante el uso de MOOC, posterior a la tabulación de la información recolectada mediante el cuestionario, se procedió a analizar 33 plataformas que ofrecen MOOC. El criterio para la selección de las plataformas MOOC fue una construcción propia de las personas autoras, elaborada en base a la consulta en internet de sitios de plataformas de instituciones educativas de Costa Rica, Latinoamérica y España, que ofrecieran MOOC en idioma español con contenido análogo a los cursos de capacitación solicitados. También se incorporó el análisis de la oferta de cursos en español de la plataforma Udemy. A estas plataformas se les aplicó un proceso de revisión de contenido en el cual se analizó el nombre de la plataforma, su dirección URL, el nombre del curso, su contenido, objetivos, actividades, forma de evaluación, metodología, papel del tutor/mediador, programación del curso, pre-requisitos, la plataforma tecnológica utilizada, el diseño/navegación utilizados, el requisito técnico para su uso, su usabilidad, la posibilidad de certificación, duración del curso y la posibilidad de darle seguimiento a la evolución del estudiante.

Según Abela (2002), el análisis de contenido es una técnica de interpretación de materiales tales como textos, imágenes o grabaciones, que leídos e interpretados utilizando técnicas para explicar y sistematizar su contenido, permite conocer diversos aspectos y fenómenos, ya sean estos indicios cuantificables o no. El analista debe ejecutar acciones adaptadas a la naturaleza del material y del problema que trata de resolver. El artículo indica que con el surgimiento de las computadoras a finales de la década de los 50, el software convierte al ordenador en un instrumento eficaz para el procesamiento de datos, lo cual se constituye en la base de numerosas aplicaciones de análisis de contenido, siendo Sebeok y Zeps (1958) los pioneros del análisis de contenido utilizando

computadoras, estas personas investigadoras, aplicaron rutinas de recuperación de información para analizar leyendas populares. Cita el autor que la capacidad de las computadoras para realizar análisis literal, más bien que numérico, ha inclinado la balanza en la aplicación del análisis de contenido como técnica de investigación cualitativa.

La información derivada de la revisión de plataformas MOOC, constituyó el insumo para determinar la factibilidad de aplicar cursos masivos abiertos en línea en la capacitación del personal del Sistema Penitenciario Nacional.

Resultados

Mediante la realización de la investigación, se determinó que es factible aplicar la oferta de cursos de las plataformas MOOC para satisfacer las necesidades prioritarias de capacitación del personal del Sistema Penitenciario costarricense. Se concluye lo anterior, con base a que de los 154 cursos solicitados por las personas que completaron el cuestionario aplicado; fue posible localizar 74 cursos MOOC ofrecidos por alguna de las plataformas analizadas. A continuación se resumen los resultados obtenidos, los que se organizaron de acuerdo con los objetivos a los que responden.

Objetivo: “Determinar los requerimientos de capacitación del personal del Sistema Penitenciario”

Este objetivo buscaba determinar los cursos, programas o actividades de capacitación que las personas que ocupaban puestos de Jefatura consideraban necesarios para mejorar el desempeño de las personas trabajadoras a su cargo. Las personas participantes en la investigación señalaron 154 cursos, los 6 más solicitados, se muestran en la figura 1.

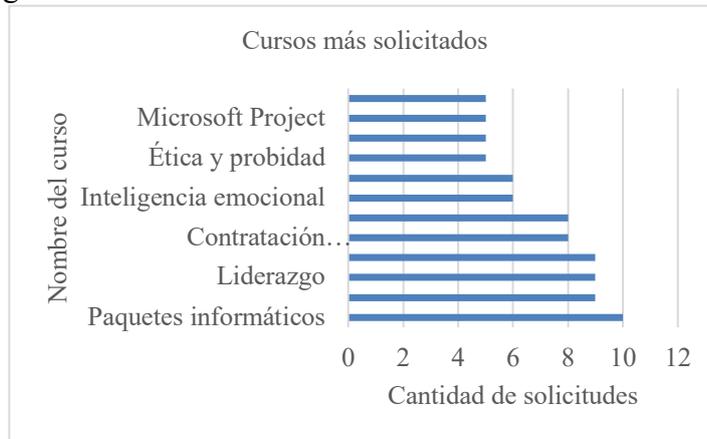


Figura 1. Cursos más solicitados.

Nota: Fuente: Elaboración propia, datos tomados del cuestionario aplicado

Las personas participantes solicitaron cursos tales como derechos humanos, igualdad de género, prevención del acoso sexual y laboral, temas técnicos, electricidad, electrónica, aplicaciones tecnológicas, salud, administración, política pública, derecho, educación, estadística, ética, nutrición, gerencia, habilidades blandas, inteligencia emocional, investigación, labores de cocina, LGBTI, liderazgo, labores y técnicas secretariales, comunicación, contratación administrativa, manejo de armas, manejo de bodegas, manejo de inventarios, mecánica, manejo del estrés, primeros auxilios, temas relacionados con la psicología, relaciones públicas, resolución de conflictos, sistemas penitenciarios, técnicas de requisa, seguridad, servicio al cliente, terapia familiar, violencia, uso del tiempo, trabajo en equipo y, telecomunicaciones.

Para la mayoría de las clases de puestos, los encuestados especificaron más de un requerimiento de capacitación, destacándose algunas clases tales como: Policía Penitenciario, Analistas de Sistemas, Profesionales Técnicos Penitenciarios y Profesionales en trabajo social, para las que se señalaron más de 20 requerimientos de capacitación, lo que deja de manifiesto la apremiante necesidad que existe en la Institución de capacitar al personal.

Objetivo: “Establecer la prioridad para los requerimientos de capacitación determinados.”

Los requerimientos de capacitación indicados por las personas que completaron el cuestionario, a la vez de ser expresados, debían ser objeto de priorización para determinar cuáles de ellos eran preeminentes sobre los otros, con el propósito de procurar su satisfacción mediante la utilización de MOOC. En la figura 2, se muestran los 11 nombres de los cursos que fueron más mencionados como prioridad 1 en el cuestionario.

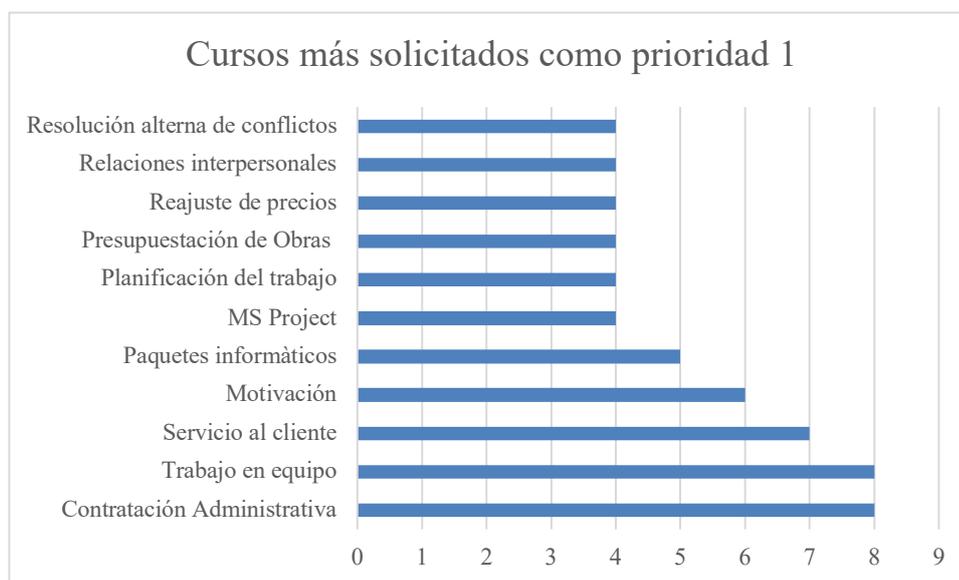


Figura 2. Cursos más citados como prioridad 1.

Nota: Fuente: Elaboración propia, datos tomados del cuestionario aplicado

Para la mayoría de las clases definidas, se estableció más de un curso como prioridad 1, situación que denota que la falta de disponibilidad de recursos financieros para capacitar al personal, ha impedido que los funcionarios del Sistema Penitenciario accedan a la capacitación requerida para el adecuado desempeño de sus labores.

Objetivo: Caracterizar al menos diez plataformas MOOC que presenten oferta de cursos de capacitación en línea.

A las 33 plataformas de MOOC seleccionadas, se les aplicó una matriz de evaluación elaborada para este efecto, en la tabla 1 se muestran los nombres de las plataformas analizadas, los principales temas de los cursos revisados, así como la cantidad de cursos que se evaluó en cada una de ellas.

Tabla 1
Resumen de plataformas analizadas

Plataforma	Institución	Principal(es) tema(s)	Cantidad de Cursos
UPE	Fundación Omar Dengo	Tecnología	68
EdX (Telescopio)	Universidad Galileo	Tecnología	10
EdX y Open EdX	Ministerio Educación CR	Matemáticas	38
UNED	Universidad Estatal a distancia CR	Pedagogía	4
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje CR	Tecnología	76
Coursera	Universidad Autónoma Nacional de México	Tecnología, Negocios y Salud	59
Coursera/Ed X/UCC	Universidad Católica de Chile	Tecnología, Negocios, electrónica e Ingeniería	50
MiriadaX	MCA School	Negocios	3
MiriadaX	Universidad Juárez del estado de Durango	Derecho	1
MiriadaX	Universidad del país Vasco	Social	3
MiriadaX	Universidad Francisco Gavidia San Salvador	Tecnología	1
MiriadaX	Instituto Tecnológico Telefónica	Tecnología	7
Plataforma	Institución	Principal(es) tema(s)	Cantidad de Cursos
MiriadaX	Banco de desarrollo de América Latina	Administración Pública y Derecho	9
MiriadaX	Fundación telefónica	Tecnología	7
MiriadaX	Universidad de Murcia	Derecho	1
MiriadaX	Universidad Anáhuac	Tecnología	1
MiriadaX	Corporación Universitaria minuto de Dios	Social	1
MiriadaX	Universidad Politécnica de Cartagena	Estadística	2
MiriadaX	Universidad Europea	Derecho	1
MiriadaX	Universidad del Norte	Criminología y Negocios	2
MiriadaX	Fundación Alimerka	Nutrición	1
MiriadaX	Universitat Oberta de Catalunya	Tecnología	1
MiriadaX	Universidad nacional del Nordeste	Nutrición	1
MiriadaX	Universitat de Lleida	Social	1
MiriadaX	Instituto Cervantes	Docencia	1
MiriadaX	Universidad de Zaragoza	Tecnología	2
MiriadaX	Universitat de les Illes Balears	Tecnología	1
MiriadaX	Universidad Cooperativa de Colombia	Derecho y Negocios	2
MiriadaX	Universidad de Salamanca	Estadística, Negocios, salud	3
MiriadaX	Universidad de Málaga	Negocios	2

MiriadaX	Universidad del Rosario	Social	1
MiriadaX	Universidad de Cantabria	Social y Negocios	2
MiriadaX	Universidad Autónoma de Occidente	Educación	1
MiriadaX	Universitas Telefónica	Tecnología y Negocios	4
Udemy	Udemy	Social, tecnología y Negocios	33
Total			400

Nota: Fuente: Elaboración propia

Como parte de los hallazgos relacionados con el cumplimiento de este objetivo, se determinó que si bien las plataformas ofrecen MOOC que pueden ser estudiados de forma independiente, tipo curso libre, también existen algunas que ofrecen programas especializados, certificados profesionales, certificados Máster Tracks, o bien grados profesionales.

En el cumplimiento de este objetivo, se tuvo la limitante de no conocer el manejo instrumental de otros idiomas por parte de las personas funcionarias, por lo que se recomienda a futuras personas investigadoras, que en el cuestionario que se elabore para la recolección de información, se incluya una consulta respecto al manejo instrumental de otros idiomas, ya que esto puede ampliar la cantidad de cursos y plataformas MOOC que se pueden incorporar al análisis.

Un hallazgo relacionado con este objetivo se relaciona con la actualización de la información de los cursos de las plataformas MOOC, ya que las empresas o instituciones que administran estas plataformas deben procurar mantener actualizada toda la información respecto a los cursos que ofrecen, específicamente la información relacionada con la fecha de apertura del curso, en el caso que esta fecha ya haya pasado, debería indicar la nueva fecha o período de apertura.

Objetivo: “Determinar cuáles plataformas MOOC ofrecen cursos para la atención de los requerimientos prioritarios de capacitación del personal del Sistema Penitenciario.”

Para cumplir con este objetivo, se tomó el listado de la totalidad de los cursos solicitados por las personas que respondieron el cuestionario, así como también el contenido del documento generado como producto de la revisión de las plataformas, a fin de determinar cuáles de las plataformas analizadas, ofrecen MOOC que fueron solicitados por quienes participaron en la investigación. En la figura 3, se muestra las plataformas en las que se localizaron la mayor cantidad de MOOC.

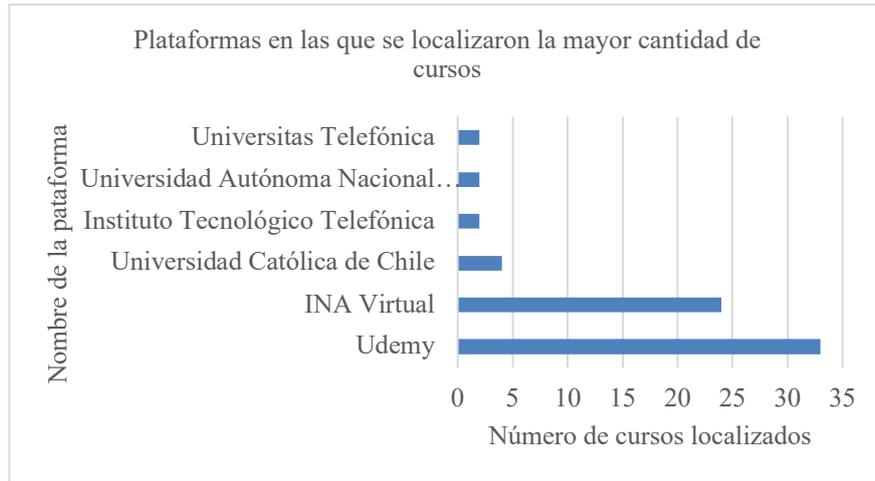


Figura 3. Plataformas en las que se localizaron mayor cantidad de cursos.

Nota: Fuente: Elaboración propia, datos tomados del documento de la revisión de plataformas

Como producto de la revisión realizada por los investigadores, se pudo constatar que existen otros cursos de temas similares que también pueden ser utilizados en la capacitación de personal del Sistema Penitenciario, sin embargo, debido a que en la investigación se solicitó a las personas participantes que especificaran cursos, los mismos no fueron considerados dentro de la investigación. A este respecto, se genera una recomendación a personas futuras investigadoras, a fin de que en el cuestionario de requerimientos, se solicite temas de capacitación y no cursos o actividades específicas, pues la búsqueda por temas puede enriquecer el resultado de la investigación.

Un hallazgo relacionado con este objetivo, es que existen algunos cursos que por derivarse de herramientas especiales o técnicas específicas, no son ofrecidos de forma masiva, por lo que para este caso, se recomienda que el Sistema Penitenciario Costarricense, analice la posibilidad de realizar el levantamiento de estos cursos, ya sea mediante plataformas virtuales auto gestionadas o bien, mediante convenios con otras instituciones o Universidades como la Universidad Estatal a Distancia (UNED), la que dentro de su currículo académico ofrece dos programas que incluyen cursos sobre manejo de armas; cacheo o requisa, seguridad, resolución alterna de conflictos y círculos de paz, los cuáles pueden ser ofrecidos como cursos en modalidad en línea o híbrida. Estos cursos pueden ser aplicados en la capacitación de las personas funcionarias del Sistema Penitenciario y de instituciones similares que presenten similares requerimientos de capacitación.

De los 74 cursos localizados, 63 de ellos fueron catalogados como prioridad 1; 2 de prioridad 2; 1 de prioridad 5; 1 de prioridad 12; 4 de prioridad 17; 1 de prioridad 18; 1 de prioridad 19 y 1 de prioridad 20. En la figura 4 se muestra la distribución de cursos localizados, según el nivel de prioridad.

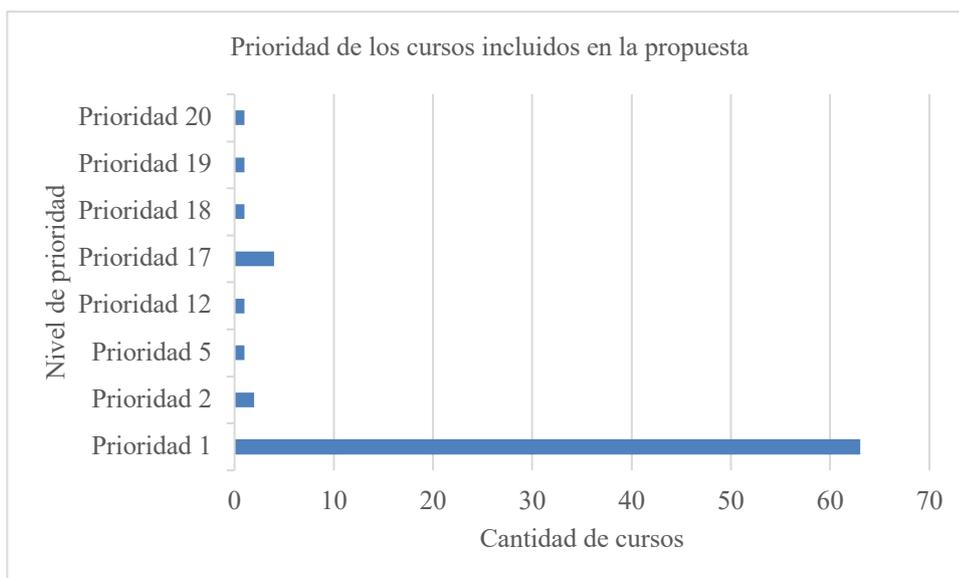


Figura 4. Prioridad de los cursos localizados.

Nota: Fuente: Elaboración propia, datos tomados del cuestionario aplicado

Los cursos localizados son aplicables a las diferentes clases de puesto que posee el sistema penitenciario costarricense, en la figura 5 se muestra la cantidad de cursos aplicables a los diferentes tipos de puestos.

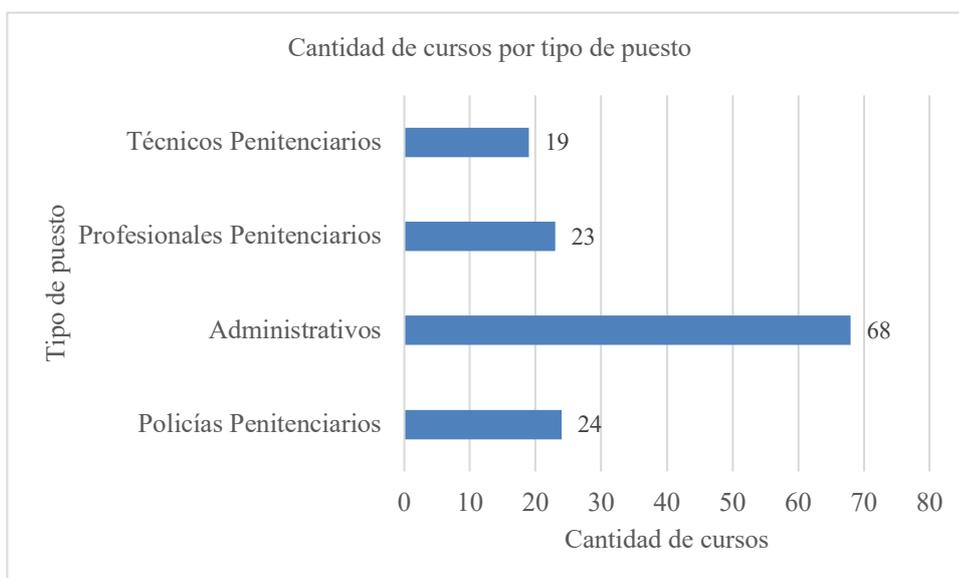


Figura 5. Cantidad de cursos por tipo de puesto.

Nota: Fuente: Elaboración propia, datos tomados del cuestionario aplicado

Discusión y conclusiones

La formación continua constituye una estrategia organizacional que involucra la dirección y gestión de recursos humanos (Pineda, 2007), que en los últimos años ha experimentado un aumento en el consumo de cursos de capacitación en línea, motivado principalmente por efectos económicos (Ponce et al, 2010) o bien por efectos de la pandemia producto de la COVID-19 (Atiaja y García, 2020), razón por la que los cursos masivos abiertos en línea o MOOC por sus siglas en inglés, constituyen una opción que

permite a las organizaciones acceder a capacitación de clase internacional, sin necesidad de erogar grandes cantidades de dinero.

Mediante la realización de nuestra investigación, se detectaron las necesidades de capacitación prioritarias del personal del Sistema Penitenciario Costarricense, con los resultados obtenidos, se determinó que es factible aplicar la oferta de cursos en línea de las plataformas MOOC para satisfacerlas. Los datos indican que de los 154 cursos solicitados por las personas que completaron el cuestionario aplicado; fue posible localizar 74 MOOC ofrecidos por alguna de las plataformas analizadas. Estos resultados son consistentes con hallazgos de investigaciones similares realizadas por Atiaja y García (2020), Ruiz (2019) y Flores (2018), esta última investigación, adicionalmente aporta resultados que indican que un programa de capacitación virtual disminuiría los costos de operación y los tiempos relacionados.

Considerando que según un estudio realizado por la revista el Observatorio de la Universidad colombiana (2020), como resultado de la nueva realidad que la sociedad ha asumido ante la actual situación sanitaria que se vive a nivel mundial, producto de la pandemia por efecto de la COVID-19, la virtualidad será la gran ganadora; existe la tendencia a la desaparición de los cursos de educación presenciales o semipresenciales, por lo que la educación a nivel corporativo debe privilegiar a las instituciones que demuestren la mejor mezcla entre virtualización y hojas de vida de expertos.

Tal como lo cita Mora (2019): “El cambio constante en la sociedad, en términos culturales, económicos y políticos, establece distintas formas de educar a la población y el nacimiento de modelos educativos variables y dinámicos.”, es por esto que se considera que las organizaciones tanto públicas como privadas, están optando por programas de capacitación basados en plataformas que desarrollan y gestionan cursos virtuales, las que gradualmente están sustituyendo la forma presencial de capacitación, impulsando un cambio radical en la manera en la que las personas se educan y capacitan.

La investigación realizada demuestra que el Sistema Penitenciario Costarricense tiene la posibilidad de migrar su modelo tradicional de capacitación presencial a uno virtual, que le permita satisfacer sus necesidades de capacitación, haciendo el máximo aprovechamiento de la oferta del mercado de MOOC.

El diagnóstico de las necesidades de capacitación elaborado mediante nuestra investigación, permitió identificar los conocimientos, habilidades y aptitudes que requieren los funcionarios del Sistema Penitenciario Costarricense para desempeñar de forma efectiva sus labores, este diagnóstico sirvió de base para la elaboración de la investigación en la que se determinó la factibilidad de utilizar MOOC para satisfacer los requerimientos de capacitación de los funcionarios del Sistema Penitenciario Costarricense, de tal forma que se cumpla con criterios de calidad, efectividad, bajo costo, eliminando la necesidad que los estudiantes se desplacen físicamente a un lugar específico. De acuerdo con Amaya y Valles (2015) el acelerado crecimiento que ha experimentado la tecnología en los últimos años ha modificado el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde recursos como los MOOC ofrecen la posibilidad de compartir información y adquirir nuevos conocimientos, sin la necesidad de acudir físicamente a un salón de clases, atendiendo de manera virtual a estudiantes de todo el mundo, de tal manera que las personas se puedan preparar para el mercado laboral cambiante. La utilización de MOOC para la capacitación del personal promueve el aprendizaje continuo, democratizando el acceso al conocimiento, pues por medio de su publicación, es posible para sus estudiantes, recibir el conocimiento impartido por prestigiosas universidades o Instituciones de enseñanza técnica o superior, independientemente de su ubicación geográfica.

Los antecedentes recabados para la elaboración de la investigación demuestran que el uso de MOOC para la formación de personal es una práctica que han implementado varias organizaciones, tanto públicas como privadas, que ha rendido resultados positivos en cuanto a costos y tiempo. Mendoza, Álvarez y Muñoz (2014) citan en su trabajo de investigación denominado: “MOOC basados en competencias y usados como herramientas de capacitación: el caso Vagones de Ciencia.” que la popularidad y el impacto de los MOOC se basa en que ofrecen educación masiva y gratuita, valiéndose de las ventajas que brindan los espacios virtuales habilitados por el uso de internet, propiciando el aprendizaje social generado por la comunidad de participantes al curso. Por su parte, Novillo (2018) en su tesis de Maestría titulada “Diseño e implementación de un MOOC, aplicando la metodología PACIE, para el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas con el uso de las TIC en la práctica docente y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje”, señala que los MOOC constituyen un recurso adecuado para el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas, promoviendo ideas innovadoras mediante la aplicación de metodologías educativas que se acoplan a diferentes tipos de aprendizajes. Considerando que los resultados de la investigación realizada en el Sistema Penitenciario Costarricense, señalan la existencia de una gran cantidad y variedad de requerimientos de capacitación, la aplicación de MOOC para su satisfacción, constituye no solamente una situación factible, si no también deseable y conveniente, tanto desde la perspectiva del funcionario, como desde la perspectiva Institucional, ya que la virtualidad reduce las brechas que surgen de la ubicación geográfica de las personas o bien, la limitación en la disponibilidad de tiempo y recursos requeridos para su desplazamiento. Disponer de MOOC elaborados por Instituciones externas, ofrece la ventaja que no se requiere que el Sistema Penitenciario Costarricense realice inversión de tiempo, esfuerzo y recursos en el montaje de cursos de capacitación que han sido publicados por parte de Instituciones especializadas, con amplia experiencia y profesores de reconocida trayectoria en los temas de los cursos que publican. La aplicación de MOOC en la capacitación del personal, permitirá que el Sistema Penitenciario fortalezca su capacidad de gestión, pues tal como lo señala el blog de la empresa Adecco (2020) “La capacitación continua de personal permite a los empleados planear, mejorar y realizar de manera más eficiente sus actividades, en colaboración con los demás integrantes de la organización”. Un grupo de trabajo adecuadamente capacitado es un grupo motivado, donde las personas mantienen en alto la moral, lo que se traduce en disminución de la rotación de personal, pues los empleados se sienten valorados e importantes para la organización. La adecuada capacitación empodera a las personas para una mejor ejecución de sus labores, ayudándoles a solucionar problemas, ya sean simples o complejos, cotidianos o singulares, lo que disminuye la necesidad de establecer esquemas basados en la supervisión y el control, pues un empleado capacitado, es capaz de auto gestionarse, mejorando la estabilidad y flexibilidad de la organización, mediante el desarrollo de nuevas competencias. La capacitación también disminuye la ocurrencia de accidentes de trabajo, pues el personal capacitado, ejecutará sus labores de mejor forma y con mayor conocimiento sobre métodos, técnicas y estándares que enriquecen la gestión personal y grupal, permitiendo la introducción de mejoras en los procesos y estructuras, que con el tiempo, se convierten en conocimientos y experiencias que se suman al acervo del conocimiento organizacional, propiciando la evolución y el mejoramiento continuo de las empresas o instituciones.

De los resultados de la investigación, surge la oportunidad de realizar un estudio sobre el efecto de la falta de capacitación en el Sistema Penitenciario Costarricense, ya que este factor puede afectar el rendimiento, la productividad, los costos, la motivación, la rotación de personal y los accidentes laborales, pero ante todo, la peor parte la lleva la

gestión del conocimiento organizacional, pues impide que la organización sea capaz de autoanalizarse y perfeccionarse, siguiendo las mejores prácticas a nivel internacional y las últimas tendencias del mercado.

Para finalizar, deseamos manifestar, que de acuerdo con la información recolectada en nuestra investigación, los promotores de los MOOC deben focalizar su atención sobre tres aspectos fundamentales, la deserción de los estudiantes, la sostenibilidad financiera del modelo de negocio de los MOOC y finalmente la calidad de los MOOC. Respecto a la deserción de estudiantes, el porcentaje de abandono en los MOOC es muy elevado, siendo cercano al 90%, según estudios realizados por varios autores, Armstrong (2014) reportó que únicamente el 4% de los estudiantes registrados en un MOOC en Coursera completaron sus cursos. Onah, Sinclair y Boyatt (2014) ubican el porcentaje de abandono en 87% mientras que Rivard (2013) reportó un 90% de abandono. Campbell, DeBlois y Oblinger, (2007) proponen que a pesar del alto índice de deserción de los MOOC, la cantidad de datos que emergen de estos cursos, producto de la participación de aprendices que realizan algunas de las tareas de evaluación del curso, permite generar analíticas, para conocer la forma en que las personas aprenden (Learning Analytics). Gee (2012), propone que las altas tasas de deserción pueden no ser una preocupación principal, pero descubrir por qué y en qué etapa abandonan los estudiantes, podría ayudar a diseñar futuras métricas sobre la calidad.

Respecto a la sostenibilidad financiera de los MOOC, varios autores señalan la necesidad de los proveedores de MOOC de establecer un modelo de negocio que permita mantener cursos abiertos masivos en línea, que respondan a la demanda generada por la proliferación de los MOOC. A este respecto, algunas plataformas como Coursera, edX y Udacity captan divisas y reciben donaciones de universidades y fundaciones, con lo que logran mantener un modelo sustentable de MOOC. Dellarocas & Van Alstyne, (2013) encontraron que algunos proveedores de MOOC utilizan las certificaciones para monetizar estos cursos. De tal forma que un aprendiz puede matricular un curso y completarlo con éxito de forma gratuita, pero para obtener una certificación emitida por alguna universidad reconocida, el aprendiz debe pagar una cuota, que varía según el curso. Otras Instituciones como la Universidad de Washington, han puesto a prueba un modelo híbrido, o sea, un MOOC gratuito, ofrecido al mismo tiempo que su versión de paga, la que contaba con un modelo académico más riguroso, que permitía optar por créditos universitarios. Otra forma de captar divisas por medio de MOOC, es mediante programas de reclutamiento que utilizan las bases de los datos de los aprendices, permitiendo identificar a potenciales empleados para empresas.

Según Hayes (2015), la verdadera revolución de los MOOC la constituyen las preguntas relacionadas con el aprendizaje en una sociedad global, además de las consideraciones de mejora en la calidad y la garantía de aprendizaje que ofrecen estos cursos. Debido a que los MOOC pueden variar desde llevar cursos universitarios gratis hasta el simple interés de probar la metodología, es difícil discutir su calidad en términos generales, ya que esto dependerá del tipo de MOOC que se esté evaluando. Downes (2016) afirma que el éxito de un MOOC está definido por el proceso en vez de por los resultados, considerando este tipo de cursos como un vehículo para descubrir nuevas experiencias, debido a que cada aprendiz tiene sus propios objetivos y criterios de éxito, la calidad del curso medida en función del éxito, dependerá que cada alumno alcance sus propios objetivos. Yuan y Powell (2013) también proponen que los problemas de calidad, sostenibilidad, pedagogía, tasas de finalización y otorgamiento de créditos en los MOOC son de gran preocupación para los proveedores de educación superior y que es necesario su abordaje para garantizar de calidad de estos cursos.

Considerando que el aprendizaje autorregulado es una de las competencias clave para el individuo a lo largo de la vida (Bartolomé y Steffens, 2015), que este implica componentes cognitivos, afectivos, motivacionales y conductuales que proporcionan a la persona la capacidad de ajustar sus objetivos y acciones a conseguir los resultados deseados en función de las condiciones del entorno (Zeidner et al, 2000), es necesario que los proveedores de MOOC analicen el nicho de mercado al que están orientando sus servicios, a fin de adecuarlos a las necesidades, intereses y particularidades de su público meta, potenciando los beneficios que ofrecen los cursos masivos abiertos en línea, a fin de motivar a los aprendices no solo a matricularse, si no a concluir exitosamente los MOOC en los que se registren, buscando con esto aumentar la cantidad de experiencias positivas, que incentiven a una mayor cantidad de organizaciones y aprendices, a optar por los MOOC para su formación continua ya sea técnica o profesional.

Referencias

- Abela, J. A. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Academia.
- Adecco. (2020). *La importancia de la capacitación del personal*. [Blog] <https://blog.adecco.com.mx/2020/02/14/importancia-capacitacion-de-personal/>
- Aguaded-Gómez, J. I. (2013). La revolución MOOCs, ¿una nueva educación desde el paradigma tecnológico?. *Comunicar*, 21(41), 7-8. <http://dx.doi.org/10.3916/C41-2013-a1>
- Aguilar de la Garza, L. (2019). *Modelo de indicadores de calidad para cursos en-línea, masivos y abiertos (MOOC)*. Editorial Nómada. <http://hdl.handle.net/11285/636171>
- Amaya Amaya, A. & Valles Álvarez, M. (2015). Beneficios de los MOOC en la educación superior. *Memorias del encuentro internacional de educación a distancia*, 4, 2-12.
- Armstrong, L. (2014). *2013—the year of ups and downs for the MOOCs*. Changing Higher education. <https://www.changinghighereducation.com/2014/01/2013-the-year-of-the-moocs.html>
- Atiaja Atiaja, L. & García Martínez, A. (2020). Los MOOC: Una alternativa para la formación continua. *Revista Científica*, 5(18), 120-136. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.6.120-136>
- Bartolomé, A. & Steffens, K. (2015). ¿Son los MOOC una alternativa de aprendizaje?. *Revista Comunicar*, 44, 91-99. <https://doi.org/10.3916/C44-2015-10>
- Bergman, M. (2008). *Advances in mixed methods research: Theories and applications*. Sage.
- Campbell, J. P., DeBlois, P. B. & Oblinger, D. G. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE*, 42(4), 40–57. <https://er.educause.edu/articles/2007/7/academic-analytics-a-new-tool-for-a-new-era>
- CISCO. (2010). *The learning society*. https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/citizenship/socio-economic/docs/LearningSociety_WhitePaper.pdf
- Corrales-Núñez, N., Delgado-Montoya, M. I., González-Cordero, M. A., Martínez-Navarro, A. L. & Ramírez-Rivera, S. (2020). *Diagnóstico de las necesidades de capacitación causadas por los cambios estructurales post COVID 19*. [Proyecto de graduación de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12360>

- Coursera Inc. (2021). *Coursera*. <https://es.coursera.org/>
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2008). *El diseño y la realización de la investigación de métodos mixtos*. Sage.
- Cruz-Benito, J., Borrás-Gene, O., García-Peñalvo, F., Blanco, Á., & Therón, R. (2015). *Detection of non-formal and informal learning in Learning Communities supported by social networks in the context of a cooperative MOOC*. 2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Setubal, Portugal. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2015.7451675>
- Dellarocas, C. & Van Alstyne, M. (2013). Money Models for MOOCs. *Communications of the ACM*, 56(8), 25-28. <https://doi.org/10.1145/2492007.2492017>
- Downes, S. (2008). Places to Go: Connectivism y Connective Knowledge. *Innovate: Journal of Online Education*, 5, 1-5. <http://nsuworks.nova.edu/innovate/vol5/iss1/6>
- Downes, S. (2016). *The Quality of Massive Open Online Courses*. <http://www.downes.ca/post/66145>
- El observatorio de la Universidad colombiana. (2020). *125 cambios que provocará el COVID a las IES. Pronósticos de El Observatorio*. <https://www.universidad.edu.co/125-cambios-que-provocara-el-covid-a-las-ies-pronosticos-de-el-observatorio/>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Borrás Gené, O. & García-Peñalvo, F. J. (2014). Educación en abierto: Integración de un MOOC con una asignatura académica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 15(3), 233-255. <https://doi.org/10.14201/eks.12226>
- Flores Guerrero, J. (2018). *Capacitación en línea para el personal de la CONAFOR*. [Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Monterrey]. <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636799/Jessica%20Flores%20presentaci%03%b3n%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gee, S. (2012). *MITx, the fallout rate*. I-Programmer. <https://www.i-programmer.info/news/150-training-a-education/4372-mitx-the-fallout-rate.html>
- Hayes, S. & Bartholomew, P. (2015). *Where's the Humanity? Challenging the Policy Discourse of Technology Enhanced Learning*. The learning in Higher Education. <https://research.aston.ac.uk/en/publications/wheres-the-humanity-challenging-the-policy-discourse-of-technolog>
- Hunter, A. & Brewer, J. (2003). *Multimethod Research in Sociology*. Sage.
- Johnson, B. & Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, B., Onwuegbuzie, A. & Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 2(1), 112-133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Ley No. 4762 de 1971. Ley de creación de la Dirección General de Adaptación Social. 8 de mayo de 1971. D.O. No. 98
- McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G. & Cormier D. (2010). *The MOOC model for digital practice*. Dave Cormier. http://davecormier.com/edblog/wp-content/uploads/MOOC_Final.pdf
- Meltem Huri, B. (2015). An overview of the world of MOOC's. *Procedia-Social and behavioral Sciences*, 174, 427-433. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.685>
- Mendoza González, R., Álvarez Rodríguez, F. J. & Muñoz Arteaga, J. (2014). MOOC basados en competencias y usados como herramientas de capacitación: el caso

- Vagones de Ciencia. *Apertura*, 6(1), 18-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68831999003>
- Ministerio de Justicia y Paz. (2021). *Ministerio de Justicia y Paz*. <https://www.mjp.go.cr>
- MiriadaX. (2021). *MiriadaX*. <https://formacion.miriadax.net/>
- Mora Villalobos, S. (2019). *Tendencias del modelo de formación virtual a docentes en Costa Rica*. Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gámez Solano. https://idp.mep.go.cr/sites/all/files/idp_mep_go_cr/publicaciones/tendencias_for_macion_virtual_0.pdf
- Moreira Ortega, R. A. (2013). *Necesidades de capacitación profesional del personal administrativo de la Universidad Cristiana Latinoamericana extensión Guayaquil para mejorar la calidad de servicio*. [Tesis de Bachillerato, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1666>
- Morse, J. M. (2003). *Principios de métodos mixtos y diseño de investigación multimétodo*. Sage.
- Novillo Andrade, A. (2018). *Diseño e implementación de un MOOC, aplicando la metodología PACIE, para el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas con el uso de las TIC en la práctica docente y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje*. [Tesis de Maestría, Universidad Casa Grande]. <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/handle/ucasagrande/1526>
- Ona, D., Sinclair, J. & Boyatt, R. (2014). Dropout rates of massive open online courses: behavioral patterns. In *6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, España. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2402.0009>
- OpenedX. (2021). *OpenedX*. <https://open.edx.org/>
- Pineda Herrero, P. (2007). La formación continua en España: balance y retos de futuro. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 13(1), 43- 65. <https://doi.org/10.7203/relieve.13.1.4212>
- Ponce de Haro, J., Aguilar Cuenca, D., García Aguilera, F. & Otamendi Herrera, A. (2010). Hacia un itinerario de aprendizaje sólido para el teleformador: la propuesta del programa EVA, *Revista de Universidad y Sociedad de Conocimiento*, 7(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v7i1.656>
- Reza, J. (2006). *Nuevo diagnóstico de necesidades de capacitación y aprendizaje en las organizaciones/New training needs assessment and learning in organizations*. Panorama Editorial.
- Rivard, R. (2013). *Measuring the MOOC Dropout Rate*. Inside Higher Ed. <http://www.insidehighered.com/news/2013/03/08/researchers-explore-who-taking-moocs-and-why-so-many-drop-out>
- Ruís, C. (2002). *Instrumentos de Investigación Educativa. Procedimientos para su Diseño y Validación*. Tipografía y Litografía Horizontes.
- Ruiz Rojas, L. (2019). Impacto de la aplicación de una metodología MOOC en la docencia universitaria ecuatoriana. [Ponencia]. In *V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019)*. Madrid, España. <https://zagan.unizar.es/record/84629/files/112.pdf>
- Salusplay. (2021). *Qué es una investigación mixta*. www.salusplay.com/blog/investigacion-mixta/
- Sandelowski, M. (2003). *Tables or tableaux? The challenges of writing and reading mixed methods studies*. Sage.
- Sebeok, T. A., & Zeps, V. J. (1958). An Analysis of structured content with application of electronic computer research psycholinguistics. *Language and Speech*, 1(3), 181-193. <https://doi.org/10.1177/002383095800100304>

- Teddlie, C. & Tashakkori, A. (2009). *Fundamentos de la investigación de métodos mixtos: integración de enfoques cuantitativos y cualitativos en las ciencias sociales y del comportamiento*. Sage. <https://dx.doi.org/10.4135/9781483348858.n9>
- Teixeira, A., García-Cabot, A., García-López, E., Mota, J. & De-Marcos, L. (2015). A new competence- based approach for personalizing moocs in a mobile collaborative and networked environment. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 143-160. <https://doi.org/10.5944/ried.19.1.14578>
- Toapanta Chimborazo, R. & Gavilanes López, W. (2018). *Metaforización en cursos MOOC para la adquisición de competencias profesionales*. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27840>
- Udemy. (2021). *Udemy*. <https://www.udemy.com/>
- Yuan, L & Powell, S. (2013). *MOOCs and open education: Implications for higher education*. ResearchGate. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.5072.8320>
- Zeidner, M., Boekaerts, M. & Pintrich, P. (2000). *Self-regulation. Directions and Challenges for Future Research*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50052-4>

Fecha de recepción: 26/10/2021

Fecha de revisión: 31/01/2022

Fecha de aceptación: 26/05/2022

PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT

ISSN: 2683-1597



Cómo citar este artículo:

Toledo, M. A. (2022). Seguimiento y control de ganado vacuno mediante geoposicionamiento. *Project, Design and Management*, 4(1), 91-113. doi: 10.35992/pdm.4vi1.828

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE GANADO VACUNO MEDIANTE GEOPOSICIONAMIENTO

Marcelo Alejandro Toledo

Universidad de la Cuenca del Plata (Argentina)

toledomarcelo_for@ucp.edu.ar · <https://orcid.org/0000-0001-6389-1590>

Resumen. El desarrollo del presente trabajo de investigación denominado *seguimiento y control de ganado vacuno mediante geoposicionamiento*, cuya línea prioritaria es innovación y tecnología y es del tipo aplicada. Con el mismo se logró desarrollar, un prototipo que permite determinar la ubicación en tiempo real el ganado vacuno. Permite recibir coordenadas de ubicación en tiempo real para luego enviarlas mediante la red celular a una plataforma web de Internet de las Cosas que opera con esta información y alimenta diferentes widgets en los cuales se puede observar la ubicación del ganado. Para lograr esto se utiliza un Sistema de Posicionamiento Global, cuyo objetivo es determinar las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. El sistema está basado en la placa Arduino conectado a un módulo SIM808 que ofrece la tecnología GPS y permite solicitar a los satélites coordenadas de posicionamiento. En un futuro, se estima, que todas las ganaderas deberían contar con un sistema de control de animales, debido a que es primordial realizar seguimiento y control en tiempo real, para conocer la ubicación, combatir el robo y controlar la salud del mismo. La metodología utilizada para el desarrollo del sistema es la del prototipado.

Palabras clave: Geoposicionamiento, IoT, Ganado, Prototipo.

MONITORING AND CONTROL OF CATTLE BY GEOPOSITIONING

Abstract. The development of this research work called *monitoring and control of cattle by geopositioning*, whose priority line is innovation and technology and is of the applied type. With it, it will be possible to develop a prototype that will allow determining the location of the cattle in real time. It allows receiving location coordinates in real time and then sending them through the cellular network to an Internet of Things web platform that operates with this information and feeds different widgets in which the location of the cattle can be observed. To achieve this, a Global Positioning System is used, whose objective is to determine the spatial coordinates of points with respect to a world reference system. The system is based on the Arduino board connected to a SIM808 module that offers GPS technology and allows the satellites to request positioning coordinates. In the future, it is estimated that all farmers must have an animal control

system, because it is essential to monitor and control in real time, to know the location, combat theft and control the health of the same. The methodology used for the development of the system is that of prototyping.

Keywords: Geopositioning, IoT, Cattle, Prototype.

Introducción

Argentina ha sido históricamente un país agrícola-ganadero y, dada su extensión y sus volúmenes de producción, es considerado uno de los grandes proveedores de alimentos del mundo. En los últimos años debido, entre otras cosas, a los precios de los commodities (en primer lugar, el precio de la soja y en segundo lugar el precio del trigo) y a factores políticos, la ganadería ha perdido terreno por sobre la agricultura. (Agrositio, 2008)

El noreste argentino (NEA) está integrado por las provincias de Corrientes, Misiones, Chaco y Formosa en su totalidad y parte de las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, las mismas comparten características agroeconómicas que le confieren identidad propia a la región. Cuenta con 19,46 millones de cabezas vacunas, que representan el 40% del stock ganadero nacional, según la primera campaña de vacunación del año 2010 del SENASA. Por orden de importancia, Santa Fe cuenta con 6,03 millones de cabezas, Corrientes 4,87 mill, Entre Ríos 3,98 millones, Chaco 2,38 millones, Formosa 1,79 millones y finalmente Misiones sólo 410 mil cabezas. (Acosta, F. y otros, 2012)

Los productores ganaderos se agrupan en estratos de acuerdo a la cantidad de hacienda que poseen, según el SENASA (2010). De esta manera, se destacan las provincias de: Santa Fe con el 44% y Misiones con el 35% de los vacunos en manos de los productores más pequeño (poseen hasta 100 cabezas) y Corrientes con el 19% de los vacunos en propiedad de los establecimientos más grandes (poseen más de 5.000 cabezas).

Según el INTA (2015), existen claras evidencias que la producción ganadera de la Provincia de Formosa ha crecido cuantitativamente en las últimas décadas. Son varias las causas que motorizaron esta intensificación productiva local. En especial, el proceso de agriculturización que viene sufriendo el país hace más de una década el cual provocó un crecimiento de la ganadería en las regiones como el NOA y el NEA. Es así que la ganadería en Formosa, al igual de lo que ocurre en el país, ha experimentado cambios estructurales y geográficos como consecuencia de la transformación del sector agropecuario.

En una visión a largo plazo, independientemente de los ciclos de corto plazo, se pueden identificar dos etapas en la evolución del stock ganadero en Formosa durante los últimos 12 años. La primera comprendida entre los años 2003 y 2008, en la cual se registró un significativo incremento del stock, que se expandió a una tasa anual acumulativa del 5%. Y en la segunda etapa comprendida entre 2009 y 2015 no se produjo una tasa de variación notable del stock, pero luego de una leve caída en el mismo, se inició una nueva fase de retención al punto que en 2013 se alcanzaron niveles superiores al registrado en 2008. Por lo tanto, se podría sostener que los valores mínimos alcanzados durante 2008 constituyeron un piso a partir del cual evolucionó el ciclo ganadero Formoseño en los últimos años, datos difundidos por el INTA en el año 2015.

Sin embargo, el “abigeato” sigue siendo en nuestro país uno de los flagelos que más ha golpeado al sector ganadero, conocido en la jerga del campo como “cuatrerismo”; es una conducta delictual difícil de controlar, a ello debemos sumar la faena clandestina

que implica un riesgo para la salud humana y animal, con la correspondiente evasión impositiva, el transporte y comercialización sin cumplimiento de las normas sanitarias y bromatológicas, comprometiendo seriamente el aspecto sanitario humano y animal, existiendo serios riesgos de la propagación de diversas enfermedades.

Este accionar delictivo se ve favorecido por las grandes extensiones rurales de nuestro país y de nuestra provincia, que impiden muchas veces al momento de la prevención de un control adecuado en el cuidado de la propiedad del ganado, de las reses, etc., sumado a las deficiencias en la infraestructura de las policías rurales del país y de la legislación que ordenaba una mayor acción represiva, establecida en la Ley N° 25.890 del Código Penal de la Provincia de Formosa.

La pérdida del ganado vacuno por parte de los ganaderos de la Provincia de Formosa es un tema muy importante a resolver, en la actualidad los mismos no tienen forma de controlar de manera eficaz la ubicación de sus animales y solo pueden contratar gente que cuide sus ganados, pero eso implica un alto costo económico. (AM990formosa, 2017)

Según el presidente de la Sociedad Rural Formosa, Carlos Montoya, en el último año aumentaron los casos de abigeato en la zona de frontera y expresó la preocupación de los ruralistas por la violencia y la agresividad de los cuatrerros. (Agrositio, 2008)

Esto se evidencia en la nota realizada a una ganadera situada al norte de la capital formoseña, quien comentó con mucha angustia, los graves daños que produce a la economía y al trabajo, la acción sostenida y cada vez más sofisticada de los cuatrerros. El abigeato depreda la economía ganadera de la provincia y hackea la fuente laboral. (Panaroma Regional, 2018)

Según miembros de la Asociación Ganadera de Formosa, un 80% de las pérdidas de los animales en la Provincia de Formosa es por el Abigeato, un 15% por extravíos en otros campos y un 5% por enfermedades; razón por la cual, plantearon la factibilidad de utilizar las TIC para poder controlar y conocer la ubicación de sus animales en un tiempo determinado.

En la actualidad las tecnologías están emigrando a todos los campos de la economía, proveyendo innovación y progreso constante. Cada vez más nos encontramos en un ambiente mayormente interconectado, donde el fin es el desarrollo y mejoramiento de los actuales sistemas, buscando mayor viabilidad y factibilidad en los procesos.

De esta necesidad surge la idea del presente proyecto de investigación, con el fin de satisfacer esta necesidad básica para los ganaderos utilizando las nuevas tecnologías combinando los conceptos de Hardware y Software Libre, Internet de las Cosas y el geoposicionamiento satelital.

Por lo expresado anteriormente, se desarrolló un prototipo que permite determinar la ubicación en tiempo real del ganado vacuno. El sistema permite recibir coordenadas de ubicación en tiempo real para luego enviarles mediante señal satelital a una plataforma web de Internet de las cosas (Internet Of Things, IOT) que opera con esta información y alimenta diferentes widgets en los cuales se puede observar la ubicación del ganado vacuno, fecha y hora de los mismos.

Para lograr esto se utilizará un sistema de posicionamiento global (Global Positioning System, GPS), que cuyo objetivo es determinar las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial.

Según la Fundación de la Innovación Bankinter, Internet de las cosas o IoT se fundamenta por entrelazar objetos de uso cotidiano con el Internet, permitiendo así mayor facilidad para la obtención y manejo de la información. En esto consisten las reconocidas redes de sensores, las cuales están compuestas por una cantidad específica de dispositivos

y cuyos datos va a un nodo coordinador o router y de allí a un servidor web donde es posible almacenar y mantener la información de mayor relevancia.

Este tipo de tecnologías no solo se está viendo en el campo de intercomunicación y la milicia; también se está viendo cómo, este tipo de aspectos han migrado a sectores en los cuales muy poco se creía su necesidad, como es el campo de la agronomía en todas sus subdivisiones. El cual aún sigue teniendo un manejo con poca afección tecnológica en la Provincia de Formosa.

El objetivo general de la investigación fue determinar la aplicabilidad de un sistema tecnológico de hardware y software libre para el seguimiento del ganado vacuno en la provincia de Formosa en el periodo 2020 - 2021.

Y sus objetivos específicos fueron:

- Analizar alternativas de control y seguimiento de ubicación del ganado vacuno.
- Desarrollar el prototipo y la interfaz para el sistema de seguimiento.
- Simular el circuito del dispositivo para verificar el buen funcionamiento del prototipo.

Marco de referencia

Para la elaboración de este proyecto se ha llevado a cabo una recopilación de varias fuentes de investigaciones bibliográficas, tales como: repositorios digitales de varias universidades, artículos científicos, revistas científicas, etc., en busca de temas similares al propuesto los cuales han desarrollado trabajos que son esenciales para la elaboración de esta investigación.

En el año 2013, Ángel René Canché UC y Jonathan Ismael Mukul Chi desarrollaron un “LocaPet. Localizador Satelital para Mascotas”, donde describe el desarrollo de un sistema que se encarga del monitoreo de una mascota dentro de un área específica. El hardware que se utiliza en este sistema consta de una placa Arduino UNO 328 modelo MIC-06664, GPS GY-GPS6MV1 con el chip GPS NEO-6M, Placa GSM/GPRS SIM900 modelo WGW-06633. El software utilizado es de código abierto mediante la plataforma Arduino y códigos AT. Este sistema emite una alerta mediante un mensaje de texto con la ubicación geográfica, hora y fecha que es dirigida al dueño en el caso de que su mascota abandone el área indicada por un tiempo mayor al establecido, lo que permite saber la ubicación de la mascota en cualquier lugar siempre que exista cobertura de la red celular GSM.

En el 2015, Ezequiel Gorandi, Nicolás Clemares y Andrés Moltoni, elaboraron un “Collar con tecnología GPS para monitoreo animal”, donde dicho sistema permite obtener las coordenadas instantáneas de la posición y se comunica a través del protocolo NMEA 0183 con un microcontrolador de 8 bits para procesar y almacenar la información en memoria no volátil, el lenguaje de programación utilizado es Python y dicha información es cargada a un servidor y se puede acceder mediante una aplicación web en la cual se puede modificar los tiempos entre muestras. Este sistema fue utilizado en el ganado bovino, caprino, ovino y también en perros pastores.

En el 2016, Carlos Andrade Parreño elabora el “Diseño e implementación de un sistema cliente-servidor para el envío de posición y signos vitales de mascotas sobre dispositivos móviles en la plataforma Arduino”. Este proyecto se basa en la elaboración de un prototipo que permite evitar la pérdida de mascotas, enviando los signos vitales y su ubicación mediante un hardware que se encuentra ubicado en el pecho del animal con la ayuda de un arnés, este envía información a un servidor web y base de datos las cuales son procesadas y almacenadas para su visualización en un dispositivo móvil o interfaz web. El Hardware utilizado consta de una placa de Arduino Uno, Módulo SIM 908C,

Módulo Transductor Acelerómetro MMA7361, Sensor de Temperatura Infrarrojo MLX90614. El Software para el desarrollo de la aplicación Android se lo hace mediante el lenguaje Java y en ciertas partes hacen uso del lenguaje XML, lenguaje Arduino.

En el 2016, Guido Buscetti Castro, Matías Prieto, Joaquín Muguerza y Martín Ríos; retomaron un proyecto que iniciaron en la universidad: “Hacer algo para evitar el robo del ganado”, investigando llegaron a la conclusión de que era necesario saber “qué le pasaba al animal cuando se está por enfermar o cuando está entrando en celo, todos datos de mucha importancia para el productor”. A fines del año pasado, diseñaron un prototipo funcional de un collar que recopila datos y comenzaron a probar asociándose con la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional de La Plata. “El hardware se conecta a Internet y envía la información a una plataforma capaz de alertar al productor cuando algo le pasa al animal que requiere una acción de su parte”.

El desarrollo es importante porque permite, mediante la detección temprana, ayudar al productor a ahorrar mucho dinero en fármacos o, incluso, evitar el sacrificio del animal. Además, mediante la detección del celo, cuya alerta se envía vía SMS, el trabajo de la persona de campo se simplifica y permite optimizar la ventana corta de tiempo para inseminar a los animales.

El avance incontenible de Internet ha tenido un impacto radical en la economía y en la sociedad del siglo XXI. La convergencia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han transformado la Internet tradicional en la Internet de las Cosas (IoT), hasta tal punto que ha logrado insertarse en el sistema productivo. El resultado en la industria ha sido un nuevo modelo organizativo y un cambio disruptivo que ha sido llamado la «cuarta revolución industrial» o «Industria 4.0»; término éste acuñado por el gobierno alemán para describir la fábrica inteligente (Smart Factory, en inglés), es decir, “una visión de la fabricación informatizada con todos los procesos interconectados por IoT”, (Romero y otros, 2017).

Partiendo de la problemática de la pérdida del ganado vacuno por parte de los ganaderos de la Provincia de Formosa, la cual necesita una pronta respuesta, se pretende con esta investigación dar una solución rápida a través de un dispositivo electrónico ubicado en las caravanas de las vacas, utilizando los conceptos de Internet de las cosas, el geoposicionamiento y las tecnologías de hardware y software libre.

Según Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, (2015) el concepto de Internet de las cosas es un tema emergente de importancia técnica, social y económica. En este momento se están combinando productos de consumo, bienes duraderos, automóviles y camiones, componentes industriales y de servicios públicos, sensores y otros objetos de uso cotidiano con conectividad a Internet y potentes capacidades de análisis de datos que prometen transformar el modo en que trabajamos, vivimos y jugamos. Las proyecciones del impacto de la IoT sobre Internet y la economía son impresionantes: hay quienes anticipan que en el año 2025 habrá hasta cien mil millones de dispositivos conectados a la IoT.

Por lo general, el término Internet de las Cosas se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. Sin embargo, no existe ninguna definición única y universal. (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015)

Según Ghio M. Gina (2008), El Sistema de Posicionamiento Global o GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS1, es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona,

un vehículo o una nave. Podemos alcanzar una precisión hasta de centímetros, usando el GPS diferencial, pero lo habitual son unos pocos metros.

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita a 20.200 km sobre el globo terráqueo, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar una posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del Sistema de Posicionamiento y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" los tres satélites calculan la posición en que el GPS se encuentra. La triangulación en el caso del Sistema de Posicionamiento Global se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto y medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites. (Ghio M. Gina, 2008).

Cuando se habla de Hardware libre se hace referencia a la libertad que existe al utilizar cualquier dispositivo junto con toda su documentación. Según Delgado (2018), el hardware se considera libre cuando toda la información de su hardware, diseños, medidas y herramientas utilizadas para la creación de dichos dispositivos son compartidas públicamente, de esta manera se ayuda a los desarrolladores para que puedan mejorar los diseños y aportar mucho más a este tipo de proyectos. (Delgado, 2018).

El software libre hace referencia a la libertad que poseen los usuarios para poder modificar, copiar, ejecutar, estudiar, distribuir y mejorar el software. Sin embargo, según Free Software Foundation *“un programa se considera software libre si los usuarios tienen acceso a las cuatro libertades esenciales como lo son:*

- Libertad para poder ejecutar el programa como el usuario lo desee.
- Libertad para estudiar cómo funciona el programa y modificarlo de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Libertad para distribuir copias del software al prójimo.
- Libertad de distribuir copias de versiones mejoradas de terceras personas”.

Metodología

A partir de los conceptos mencionados anteriormente el proyecto dividió en etapas teniendo en cuenta los objetivos propuestos al presente.

En lo que respecta al diseño del dispositivo y desarrollo del software se utilizará el Modelo Prototipo y para el cumplimiento de las etapas del proyecto utilizaremos la metodología ágil Kanban.

Según Sommerville (2011): *“Prototipo de sistema, donde rápidamente se desarrolla una versión del sistema o una parte del mismo, para comprobar los requerimientos del cliente y la factibilidad de algunas decisiones de diseño. Esto apoya el hecho de evitar el cambio, al permitir que los usuarios experimenten con el sistema antes de entregarlo y así refinar sus requerimientos. Como resultado, es probable que se reduzca el número de propuestas de cambio de requerimientos posterior a la entrega.”* (Sommerville, 2011, p. 44)



Figura 1. Proceso de desarrollo del prototipo

Nota: Fuente: (Sommerville, 2005, p. 375)

Durante el desarrollo se realizó el ensamble del módulo SIM 808 a la placa Arduino, para luego llevar a cabo la programación de estas placas. Se realizaron diferentes pruebas hasta lograr el correcto funcionamiento del sistema.

Como etapa final se realizó la evaluación del prototipo, donde se utilizaron los objetivos establecidos al principio, para obtener un plan de evaluación; dicho plan consistió en:

- Realizar pruebas de recorrido del animal con el GPS configurado y funcionando.
- Controlar mediante la plataforma IoT los datos que envía nuestro prototipo en tiempo real.
- Una vez finalizado el recorrido, controlar los valores obtenidos para luego definir el desempeño del prototipo y poder descubrir errores y omisiones en el mismo.

Definición y Desarrollo del sistema

En esta etapa se realizó en primera medida la definición de los requerimientos y el análisis de riesgos, posteriormente se explica cómo se llevó a cabo la elección de la placa base y los módulos necesarios para llevar adelante el desarrollo del prototipo y lograr que este cumpla con los objetivos del proyecto, se detallan las características del IDE de desarrollo del software, necesario para realizar la programación de la placa base.

El sistema propuesto en el presente trabajo de investigación, está basado en un prototipo desarrollado en hardware y software libre, más precisamente basado en la placa Arduino UNO como núcleo central, la cual trabajara de manera conjunta con módulos externos como lo es el shield SIM808, que permitirá, a partir de las funcionalidades integradas de GSM, GPRS Y GPS, obtener los datos necesarios para llevar a cabo la identificación periódica de la localización de una flota de vehículos, poder ver las rutas que realizaron los mismos y saber en tiempo real su ubicación, dirección y velocidad.

Requerimientos del sistema

Lo que respecta a la obtención de los requerimientos, los mismos fueron establecidos a partir de entrevistas, pero al tratarse de un proyecto que utiliza la metodología del prototipado, estos requerimientos pueden modificarse en cualquier segmento de desarrollo, como así también agregarse otros nuevos.

La utilización de esta metodología permite presentar a los usuarios avances de forma tal que les permiten ver el funcionamiento y su implicancia en las actividades

requeridas, como así también encontrar aspectos fuertes y débiles en el sistema, ya que ellos son los que lo van a utilizar en la cotidianeidad.

Los requerimientos iniciales que se obtuvieron a partir del análisis de la información obtenida en la entrevista para el sistema son los detallados a continuación:

- El sistema GPS debe solicitar, de manera periódica, información a los satélites sobre sus coordenadas de posicionamientos.
- Los datos entregados por el satélite deben ser enviados a un servidor web.
- Los datos enviados deben ser utilizados por una plataforma web, para poder representar en el mapa la posición real del móvil.

Estos requerimientos se vieron modificados mediante pruebas realizadas al prototipo y se pudieron obtener los siguientes cambios en los mismos:

- El sistema GPS debe solicitar, de manera periódica, información a los satélites como ser las coordenadas de posicionamiento (longitud, latitud, altitud), dirección, velocidad, fecha y hora.
- Los datos enviados deben ser utilizados por una plataforma de IoT, la cual pueda procesar los datos y mostrar sus valores en diferente widget (agregar al glosario).
- Dicha plataforma debe poder mostrar un historial con los recorridos realizados.

Elección del hardware adecuado

Se analizaron diferentes alternativas, las cuales nos ofrece el mercado en relación al hardware de libre programación, estas opciones fueron comparadas teniendo en cuenta sus características y prestaciones con respecto a las necesidades que presenta este proyecto.

Distintas alternativas en tecnologías hardware libre

Para la selección y elección final del hardware utilizado para este proyecto se investigó las características principales de diferentes hardware libres que se encuentran actualmente en el mercado, teniendo en cuenta los componentes, sus conexiones, sus prestaciones y costo.

A continuación, se especifican diferentes placas analizadas con sus correspondientes características, funcionalidades y valor de mercado:

Raspberry pi

Raspberry Pi es una maravilla en miniatura, aguarda en su interior un importante poder de cómputo en un tamaño no más grande que el de una tarjeta de crédito. (Upton, Halfacree, 2016, p. 2)

El procesador en el interior del Raspberry Pi es un procesador multimedia Broadcom BCM2835 system-on-chip (SoC). Esto quiere decir que la mayor parte de los componentes del sistema, incluidos la unidad central de procesamiento y la de gráficos junto con el audio y el hardware de comunicaciones, se encuentran integrados dentro de aquel único componente oculto ubicado justo debajo del chip de la memoria de 256 MB en el centro de la placa. (Upton, Halfacree, 2016, p. 6)

No es sólo el diseño del SoC lo que hace al BCM2835 diferente del procesador de su PC o laptop, lo que lo hace también diferente es que utiliza una arquitectura de conjunto

de instrucciones (Instruction Set Architecture, ISA) distinta, conocida como ARM. (Upton, Halfacree, 2016, p. 6)

Desarrollada por Acorn Computers años atrás a finales de 1980, la arquitectura ARM es relativamente poco conocida en el mundo de las computadoras de escritorio. En donde destaca, sin embargo, es en los dispositivos móviles: el teléfono en su bolsillo es casi seguro que cuente con al menos un núcleo de procesamiento basado en ARM escondido en su interior.

La combinación de la arquitectura RISC (Simple Reduced Instruction Set) y su bajo consumo energético lo convierten en la opción perfecta frente a los chips de computadoras de escritorio que demandan altos consumos y arquitecturas CISC (Complex Instruction Set). (Upton, Halfacree, 2016, p. 6)

Esto, sin embargo, significa que la Raspberry Pi no es compatible con el software de las PC tradicionales. La mayoría del software para computadoras de escritorio y laptops se construye teniendo en cuenta la arquitectura de conjunto de instrucciones x86, presente en los procesadores como AMD, Intel y VIA. Por consiguiente, este software no funciona en la Raspberry Pi que se basa en la arquitectura ARM. (Upton, Halfacree, 2016, p. 7)

Raspberry Pi, está diseñada para ejecutar el sistema operativo llamado GNU/Linux. A diferencia de Windows u OS X, Linux es de código abierto, esto quiere decir que es posible descargar el código fuente del sistema operativo por completo y hacer los cambios que uno desee, nada es ocultado, y todos los cambios hechos están a la vista del público.

Este espíritu de desarrollo de código abierto ha permitido a Linux rápidamente ser modificado para poder ejecutarse sobre la Raspberry Pi, un proceso conocido como portabilidad, varias versiones de Linux (conocidas como distribuciones) han sido portadas al chip BCM2835 de la Raspberry Pi, incluyendo Debian, Fedora Remix y Arch Linux. (Upton, Halfacree, 2016, p. 7)

BeagleBoard

Los Beagles son pequeños hardware abierto, computadoras de software abierto que se pueden conectar a lo que se tenga alrededor de la casa. (<https://uk.farnell.com/b/beagleboard>)

Beagles significa una gran funcionalidad en pequeños paquetes, porque estas pequeñas PC pueden ser usadas para todo tipo de aplicaciones, y pueden manejar muchas de las mismas tareas que una PC de escritorio. (<https://uk.farnell.com/b/beagleboard>)

Son diminutos, accesibles y de código abierto para Android, Ubuntu y diferentes versiones de Linux a su alcance, de alto rendimiento y bajo consumo.

La familia Beagle tiene como objetivo primordial ayudar a los estudiantes a aprender programación y a los desarrolladores que para que produzcan más rápidamente sin exceso de ruido y gastos. (<https://uk.farnell.com/b/beagleboard>)

Las características principales de esta placa son las siguientes:

El BeagleBoard es alimentado por USB y cuenta con un procesador OMAP3530 ARM Cortex-A8 de 720 MHz, extensiones NEON y VFP para aceleración adicional, video de alta resolución y la capacidad de transmitir con un reproductor multimedia portátil, permite trabajar con toda la funcionalidad de una computadora portátil en un solo paquete pequeño. (<https://beagleboard.org/beagleboard>)

La variedad de conectividad que presenta la placa es la siguiente:

- Puerto USB 2.0 en movimiento (OTG)
- Conecte periféricos estándar a USB utilizando cualquiera de los siguientes:
 - Un adaptador de cable mini-A a estándar A
 - DVI-D utilizando un adaptador de HDMI a DVI-D
 - Conector MMC / SD / SDIO que permite una experiencia de escritorio completa.

Intel

Intel ha diseñado dos modelos de placas, el Galileo® y el Edison® acordes para proyectos de hardware y software libre, pero actualmente se ha discontinuado en su desarrollo, existen otros kits, pero por los costos no se aplican, a continuación, se da más información técnica de estas placas.

Intel galileo

La placa Intel Galileo de segunda generación proporciona un controlador de placa única para la comunidad creadora, estudiantes y desarrolladores profesionales. Basado en el Intel Quark SoC X1000, un sistema de clase de procesador Intel Pentium de 32 bits en un chip (SoC), el procesador Intel original y las capacidades de entrada / salidas nativas de La placa Intel Galileo (Gen 2) ofrece una función completa para una amplia gama de aplicaciones Arduino-Certificado y diseñado para ser hardware y software compatible con pines de una amplia gama de shields del Arduino Uno R3.

La placa Intel Galileo Gen 2 también ofrece un entorno de desarrollo más sencillo y rentable en comparación con el procesador Intel Atom y los diseños basados en el procesador Intel Core.

Utilizan el entorno de desarrollo de software Arduino para crear programas para Galileo denominados "sketches".

Intel Edison®

La plataforma de desarrollo Intel Edison está diseñada para reducir las barreras de entrada para una gama de inventores, empresarios y diseñadores de productos de consumo para prototipos y producir rápidamente "Internet de las cosas" (IoT) y productos de computación portátiles.

El módulo de cómputo Intel Edison está diseñado para usarse con tableros de circuitos impresos personalizados.

Arduino

Antes que nada, es importante definir que cuando se habla de Arduino se habla de tres cosas:

- Una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas de entrada/salida del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores. (Torrente Artero, 2013, p. 65).
- Un software (más en concreto, un "entorno de desarrollo") gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que debemos instalar en nuestro ordenador y que nos permite escribir, verificar y guardar("cargar") en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el

conjunto de instrucciones que deseamos que este empiece a ejecutar. Es decir: nos permite programarlo.

La manera estándar de conectar nuestro computador con la placa Arduino para poder enviarle y grabarle dichas instrucciones es mediante un simple cable USB, gracias a que la mayoría de placas Arduino incorporan un conector de este tipo. (Torrente Artero, 2013, p. 66).

- Un lenguaje de programación libre, por “lenguaje de programación” se entiende cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas.

Concretamente dentro del lenguaje Arduino, encontramos elementos parecidos a muchos otros lenguajes de programación existentes (como los bloques condicionales, los bloques repetitivos, las variables, etc.), así como también diferentes comandos –asimismo llamados “órdenes” o “funciones” – que nos permiten especificar de una forma coherente y sin errores las instrucciones exactas que queremos programar en el microcontrolador de la placa. Estos comandos los escribimos mediante el entorno de desarrollo Arduino. (Torrente Artero, 2013, p. 66)

Existe una gran variedad de placas Arduino, pero la cual se toma para esta investigación es el Arduino UNO R3, el cual utiliza el microcontrolador ATmega328, en adición a todas las características de las tarjetas anteriores, el Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2, esto permite flujos de transferencia más rápidos y más memoria. No se necesitan drivers para Linux o Mac.

Se añade pins SDA y SCL cercanos al AREF, es más, hay dos nuevos pines cerca del pin RESET, uno es el IOREF, que permite a los shields adaptarse al voltaje brindado por la tarjeta, el otro pin no se encuentra conectado y está reservado para propósitos futuros. La tarjeta trabaja con todos los shields existentes y podrá adaptarse con los nuevos shields utilizando esos pines adicionales.

El IDE open-source puede ser descargado gratuitamente, actualmente está disponible para Mac OS X, Windows y Linux.

Las características de la placa son:

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria Flash.
- Reloj de 16MHz de velocidad.

Especificación técnica del hardware utilizado

El enfoque del proyecto está orientado hacia el Arduino UNO por lo que el resto del hardware o módulos fueron seleccionados en función a esta tarjeta de desarrollo.

Anteriormente se detallaron características de la placa Arduino, por ese motivo a continuación se brindará información específica sobre el módulo que se integra a la placa base para poder lograr la funcionalidad requerida para este proyecto, el mismo es el shield eMGing SIM808.

Shield eMGing SIM808

El shield eMGing SIM808 es una placa de gran utilidad para este proyecto, debido a que el mismo nos permite conectividad GSM, GPS y GPRS, mediante la integración de múltiples módulos en un solo shield, haciendo así muy sencilla su implementación a nuestra placa base Arduino UNO.

Resultados

En cuanto a los resultados, se llevaron a cabo varias pruebas al dispositivo; como primera medida se realizó la conexión de una fuente de energía de 12 voltios y 2 Amper al Arduino UNO, ya sea con un cargador o con una batería portátil, hay que asegurarse que encienda correctamente y comience a enviar datos a la plataforma web.

Una vez que se verificó que el dispositivo encendió de manera correcta, se encuentra habilitado para poder realizar las pruebas pertinentes en un recorrido simple en el campo y observar cómo se va dibujando en el mapa la ruta que estamos recorriendo en tiempo real.

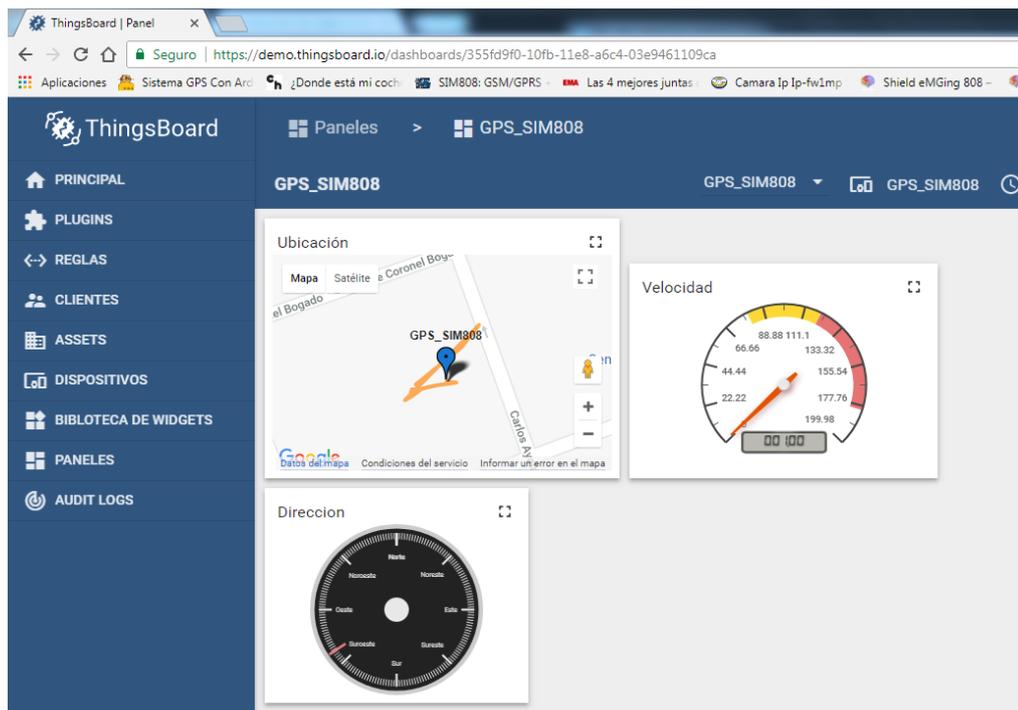


Figura 2. Simulación.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la ilustración anterior, el mapa supero todas las expectativas y se logró recopilar datos realmente precisos sobre los senderos recorridos, además, los datos de velocidad y dirección fueron considerablemente aceptables, cumpliendo así con los objetivos de este proyecto.

En general, el dispositivo puede ser instalado en cualquier tipo de animal que se desee monitorear y se podrán observar los resultados en la plataforma web ThingsBoard, obteniendo así un control preciso sobre los mismos.

En resumen, se realizó la programación del rastreador GPS para enviar datos directamente a ThingsBoard a través de solicitudes HTTP POST y administramos los datos en un tablero de instrumentos, en el mismo se pueden agregar múltiples dispositivos y paneles, cada uno con múltiples widgets brindan una muy buena impresión visual y tienen muchas opciones de personalización.

ThingsBoard ha demostrado ser una herramienta muy poderosa para observar datos de IoT, posee una interfaz muy simple, así como lo es su configuración, permitiendo una conexión sencilla y rápida para los dispositivos.

Conclusiones

El objetivo general de esta investigación consistió en el desarrollo de un sistema capaz de solicitar y recibir coordenadas de posicionamiento de los satélites dedicados al geo posicionamiento global, y poder enviar la información obtenida a una plataforma WEB para poder visualizar allí esos datos, para realizar el seguimiento al animal y tratar de evitar su robo. Esto se llevó a cabo mediante la implementación de hardware y software de libre programación, los elementos utilizados fueron el Arduino UNO, el shield SIM808, el entorno de desarrollo Arduino y la plataforma de internet de las cosas ThingsBoard.

El Arduino UNO R3 es una plataforma computacional física de código abierto que se basa en una tarjeta simple de entrada/salida que posee su propia IDE de desarrollo, dicha placa se puede integrar con diferentes módulos para así poder realizar infinitudes de funciones y acciones.

Se utilizó, junto al Arduino UNO, el shield SIM808 desarrollado por una empresa argentina, el cual tiene integrado en su placa los módulos GSM, GPRS Y GPS, necesarios para poder cumplir con los objetivos propuestos para esta investigación. Esta placa está diseñada para ir encastrado perfectamente sobre la placa Arduino, facilitando así su ensamble.

La plataforma web ThingsBoard, está dedicada al Internet de las cosas, es decir que cualquier dispositivo que envíe información a través de Internet pueda conectarse con ella, su objetivo principal es poder lograr administrar y visualizar la información que estos envían.

La implementación de hardware libre dedicado al campo del geo posicionamiento, permite la creación de nuevos servicios sobre la red, enfocados en el seguimiento y permitiendo su geo referencia en tiempo real, así también como el respectivo envío de información a través de la red móvil, lo que permite a plataformas de IoT una lectura en tiempo real de las coordenadas recibidas, y poder plasmar esos datos en diferentes widgets.

La investigación realizada fue muy satisfactoria, debido a que llevo a conocer varias opciones de hardware libre que podían ser utilizadas de diferentes maneras y con diferentes características, pero que llevarían a un resultado similar.

Para finalizar, la investigación cumplió con los objetivos propuestos al principio y los datos obtenidos fueron bien aceptados por las ganaderas.

Referencias bibliográficas

- Anderson, D. J., Carmichael, A., (2016). *Kanban Esencial Condensado*. (5ta Ed.). Washington: Lean Kanban University Press.
- Albanés, A. J. (21 de 05 de 2011). *Evolución en el Desarrollo Web*. <http://www.Isi.us.es/docencia>
- Barsky, O. (1992), Políticas agrícolas en la Argentina en el contexto del ajuste. *Ruralia*, 3, 7-34.
- Barsky, O.; Gelman, J. (2002). *Historia del agro argentino. Desde la conquista hasta fines del siglo XX*. Grijalbo-Mondadori. Argentina.
- Basualdo, E. & N. Arceo (2006). Evolución y situación actual del ciclo ganadero en la Argentina. *Revista Realidad Económica*, 221.
- Ghio M. Gina. (2008). Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Sociedad de Especialistas Latinoamericanos. *Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial Sesión*, 94.
- Held, Gilbert. (1997). *Diccionario de tecnología de las comunicaciones*. Paraninfo.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., Lucio P., (2010). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- Lattuada M. (1997). *El sector agropecuario Argentino hacia fines del milenio*. Transición e incertidumbre.
- Pallás Areny, Ramón. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Maracombo.
- Passaniti, M. V. (2011). *Estudio del sector de ganado y carne vacunos argentino y políticas públicas*. [Trabajo Final]. Universidad Católica Argentina.
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Mc. Graw Hill.
- Rey, Eugenio. (1995). *Telecomunicaciones móviles*. Alfaomega.
- Sierra Pérez, M., Galocha Iragüen, B., Fernández Jambrina, J. I., & Sierra Castañer, M. (2003). *Electrónica de Comunicaciones*. Pearson Educación, S. A.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. Pearson.

Fecha de recepción: 29/09/2021

Fecha de revisión: 12/12/2021

Fecha de aceptación: 27/02/2022

Anexos

Anexo 1 Ensamble

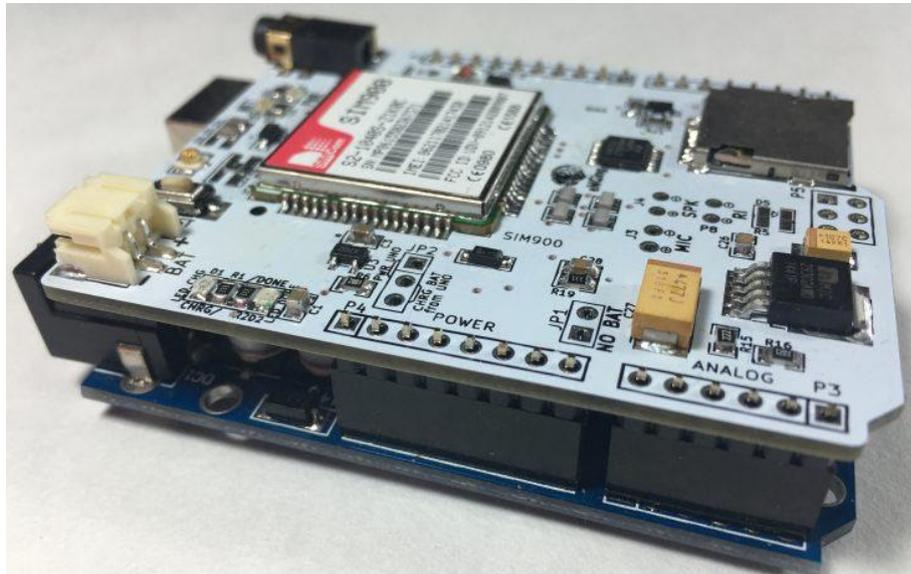


Figura 3. Ensamble paso 1.
Nota: Fuente: Elaboración propia.

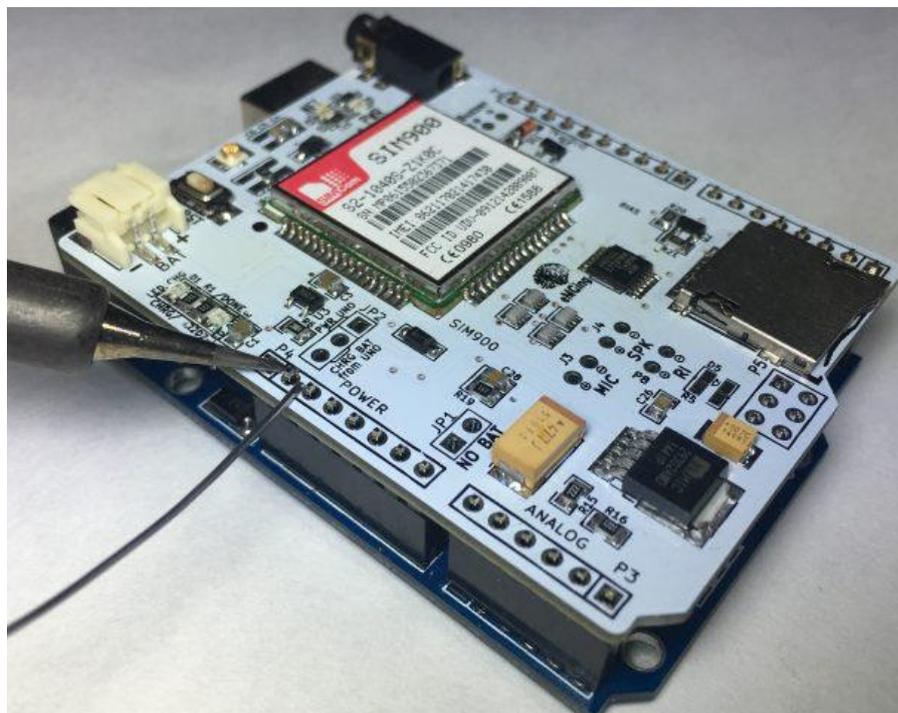


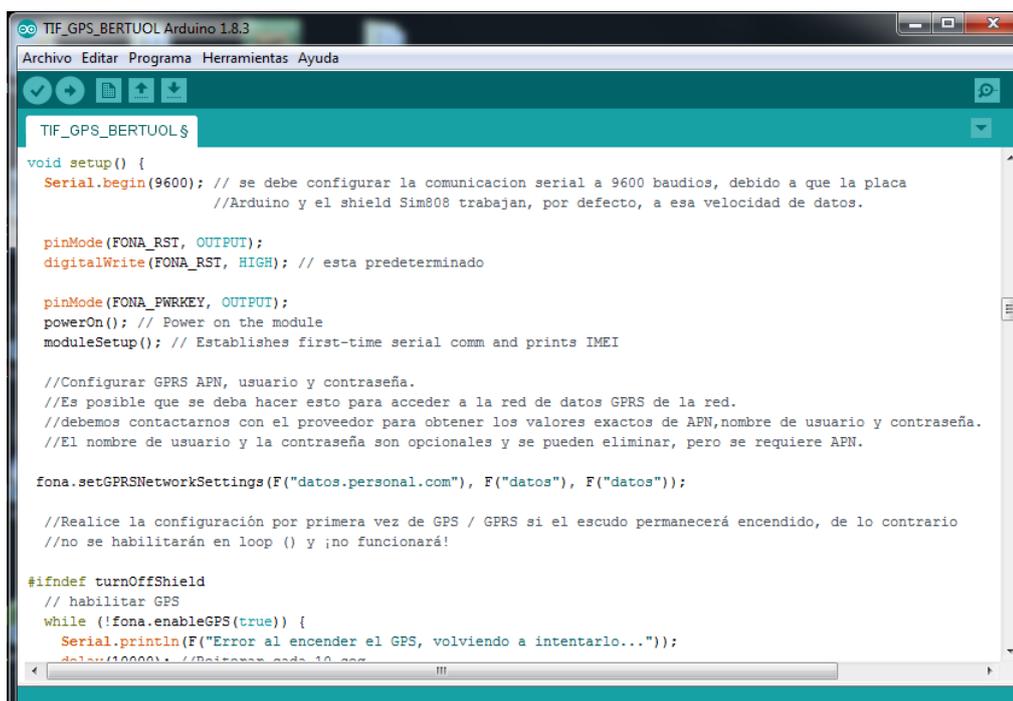
Figura 4. Ensamble paso 2.
Nota: Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. *Ensamble paso 3.*
Nota: Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2

Desarrollo del Software GPS en Arduino



```

TIF_GPS_BERTUOL Arduino 1.8.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

TIF_GPS_BERTUOL $

void setup() {
  Serial.begin(9600); // se debe configurar la comunicacion serial a 9600 baudios, debido a que la placa
                    //Arduino y el shield Sim808 trabajan, por defecto, a esa velocidad de datos.

  pinMode(FONA_RST, OUTPUT);
  digitalWrite(FONA_RST, HIGH); // esta predeterminado

  pinMode(FONA_PWRKEY, OUTPUT);
  powerOn(); // Power on the module
  moduleSetup(); // Establishes first-time serial comm and prints IMEI

  //Configurar GPRS APN, usuario y contraseña.
  //Es posible que se deba hacer esto para acceder a la red de datos GPRS de la red.
  //debemos contactarnos con el proveedor para obtener los valores exactos de APN,nombre de usuario y contraseña.
  //El nombre de usuario y la contraseña son opcionales y se pueden eliminar, pero se requiere APN.

  fona.setGPRSNetworkSettings(F("datos.personal.com"), F("datos"), F("datos"));

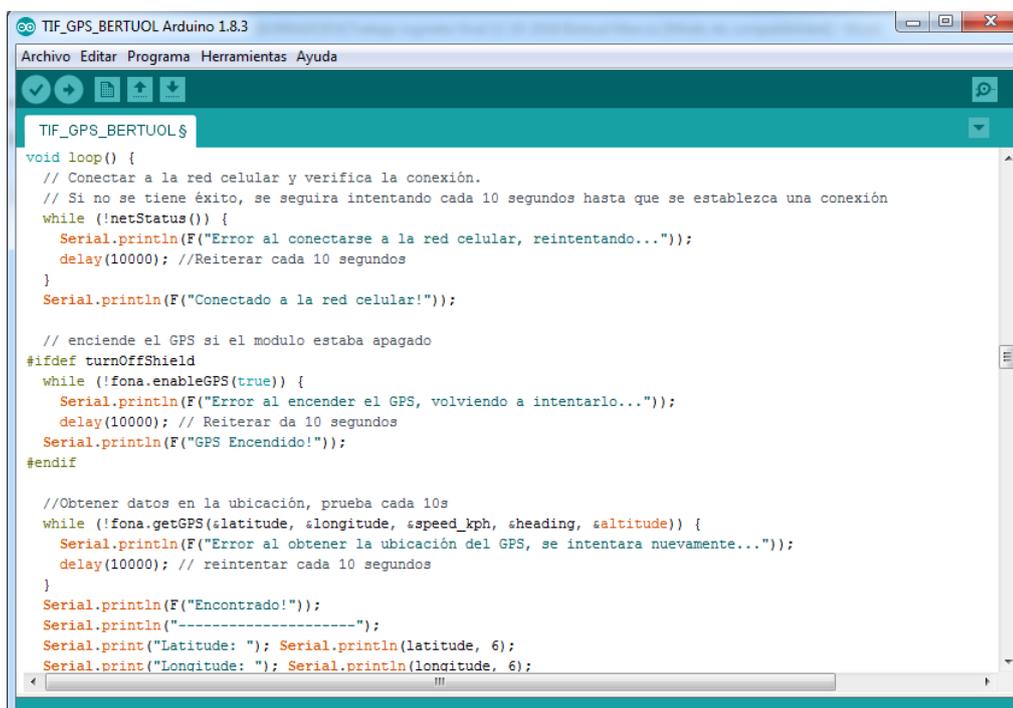
  //Realice la configuración por primera vez de GPS / GPRS si el escudo permanecerá encendido, de lo contrario
  //no se habilitarán en loop () y ;no funcionará!

#ifdef turnOffShield
  // habilitar GPS
  while (!fona.enableGPS(true)) {
    Serial.println(F("Error al encender el GPS, volviendo a intentarlo..."));
    delay(10000); //Reiterar cada 10 seg
  }
}

```

Figura 6. Subrutina Setup.

Nota: Fuente: Elaboración propia.



```

TIF_GPS_BERTUOL Arduino 1.8.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

TIF_GPS_BERTUOL $

void loop() {
  // Conectar a la red celular y verifica la conexión.
  // Si no se tiene éxito, se seguira intentando cada 10 segundos hasta que se establezca una conexión
  while (!netStatus()) {
    Serial.println(F("Error al conectarse a la red celular, reintentando..."));
    delay(10000); //Reiterar cada 10 segundos
  }
  Serial.println(F("Conectado a la red celular!"));

  // enciende el GPS si el modulo estaba apagado
#ifdef turnOffShield
  while (!fona.enableGPS(true)) {
    Serial.println(F("Error al encender el GPS, volviendo a intentarlo..."));
    delay(10000); // Reiterar da 10 segundos
    Serial.println(F("GPS Encendido!"));
  }
#endif

  //Obtener datos en la ubicación, prueba cada 10s
  while (!fona.getGPS(&latitude, &longitude, &speed_kph, &heading, &altitude)) {
    Serial.println(F("Error al obtener la ubicación del GPS, se intentara nuevamente..."));
    delay(10000); // reintentar cada 10 segundos
  }
  Serial.println(F("Encontrado!"));
  Serial.println("-----");
  Serial.print("Latitude: "); Serial.println(latitude, 6);
  Serial.print("Longitude: "); Serial.println(longitude, 6);
}

```

Figura 7. Subrutina Loop.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

Configuración de la plataforma Plataforma de IoT ThingsBoard

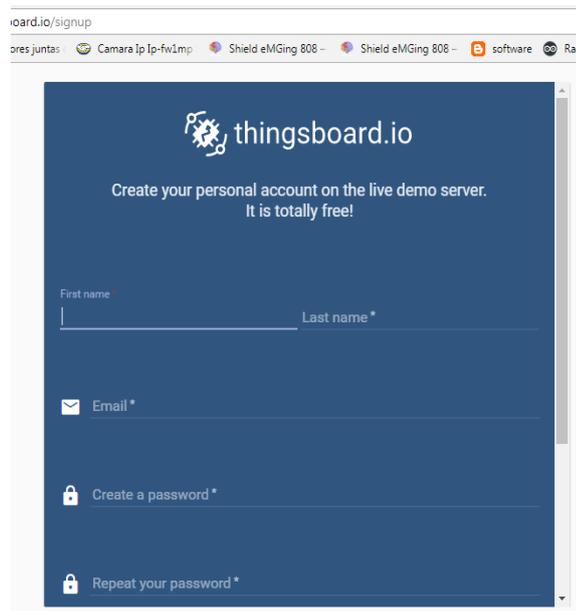


Figura 7. Configuración de la plataforma IoT paso 1.

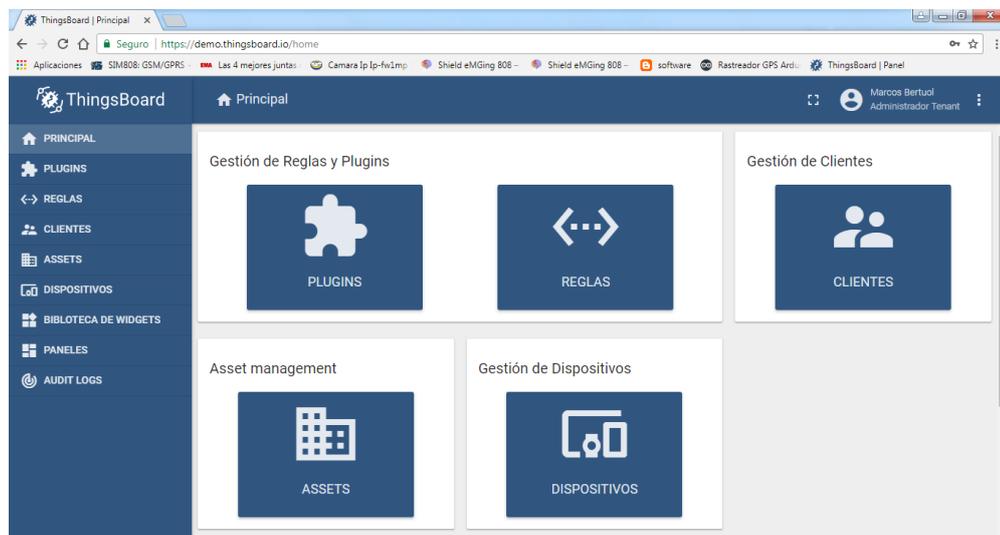


Figura 8. Configuración de la plataforma IoT paso 2.
Nota: Se seleccionó la pestaña "Dispositivos" en el lado izquierdo.

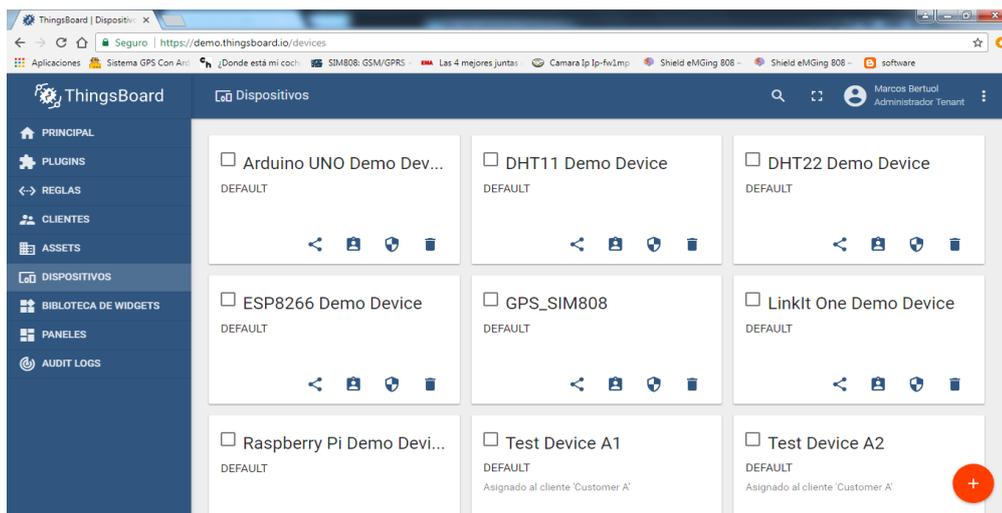


Figura 9. Configuración de la plataforma IoT paso 3.
Nota: Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Configuración de la plataforma IoT paso 4.
Nota: Fuente: Elaboración propia.

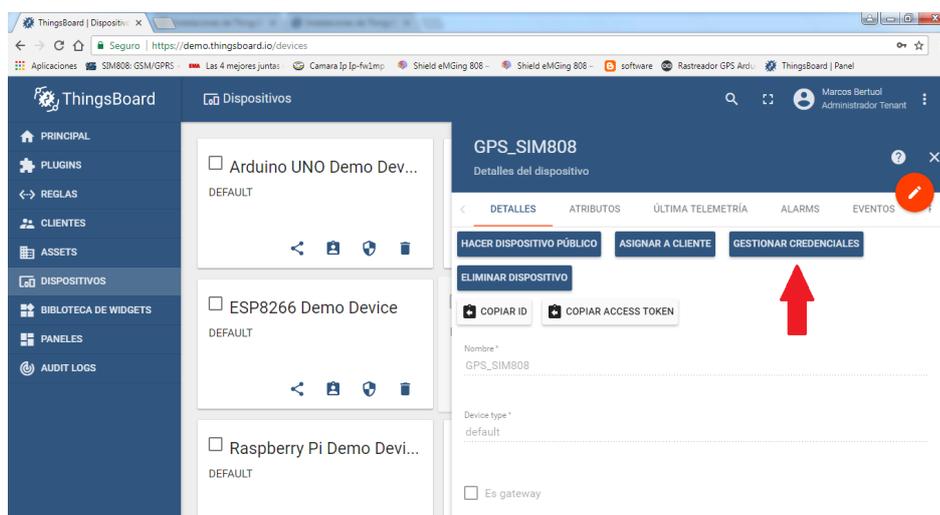
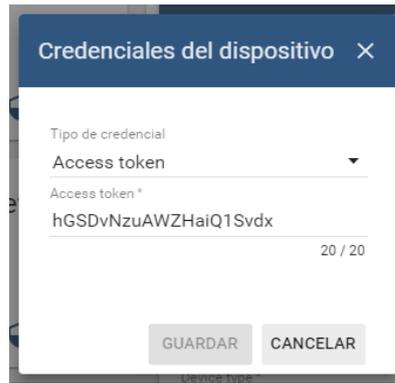


Figura 11. Configuración de la plataforma IoT paso 5.
Nota: Fuente: Elaboración propia.



Credenciales del dispositivo X

Tipo de credencial
Access token

Access token*
hGSDvNzuAWZHaiQ1Svdx
20 / 20

GUARDAR CANCELAR

Figura 12. Configuración de la plataforma IoT paso 6.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4

Verificación la recepción de datos

Se ingresará en la misma página de detalles del dispositivo, en la pestaña "Última telemetría".

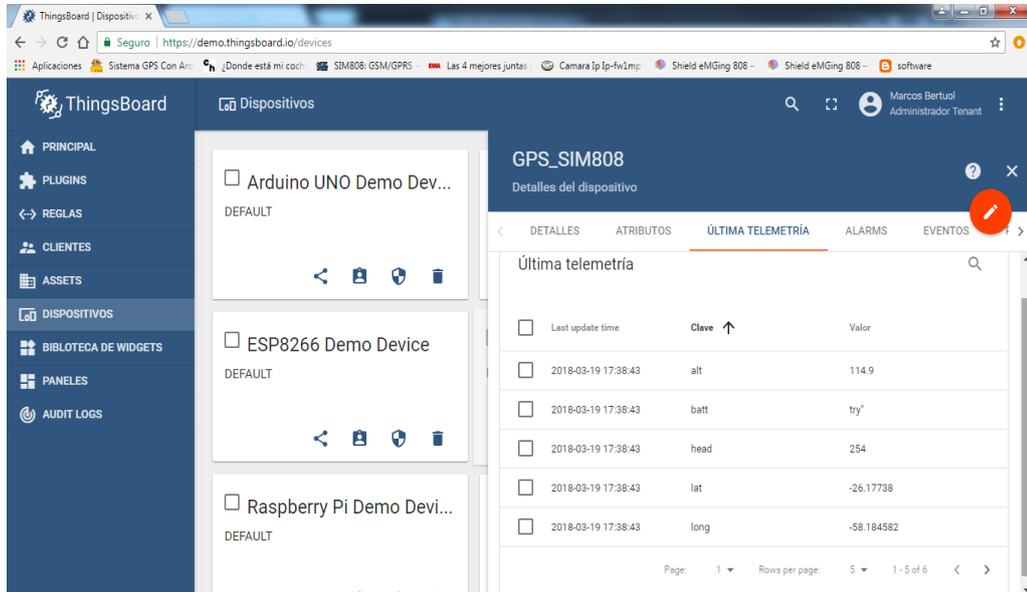


Figura 13. Verificación de recepción de datos.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 Configuración del tablero

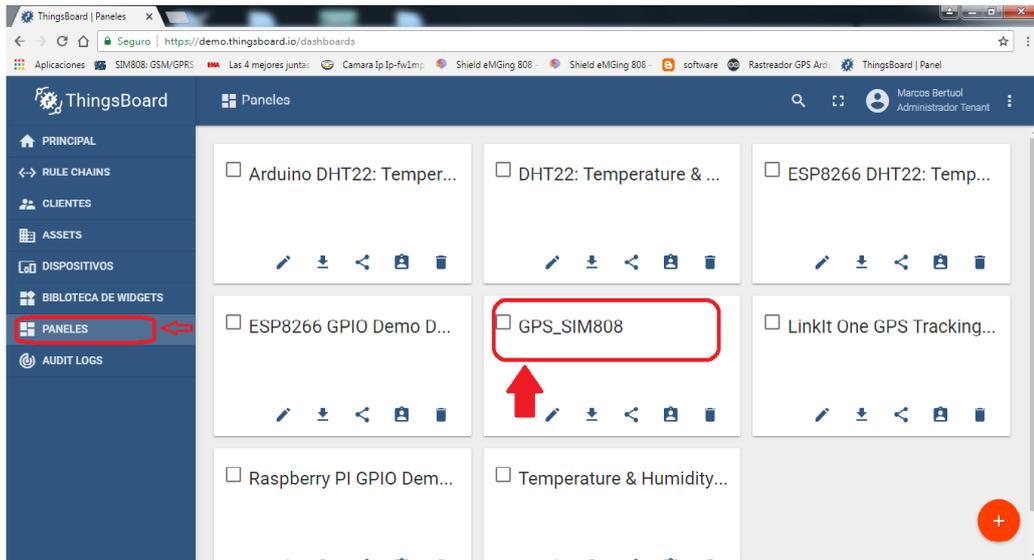


Figura 14. Configuración del tablero paso 1.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

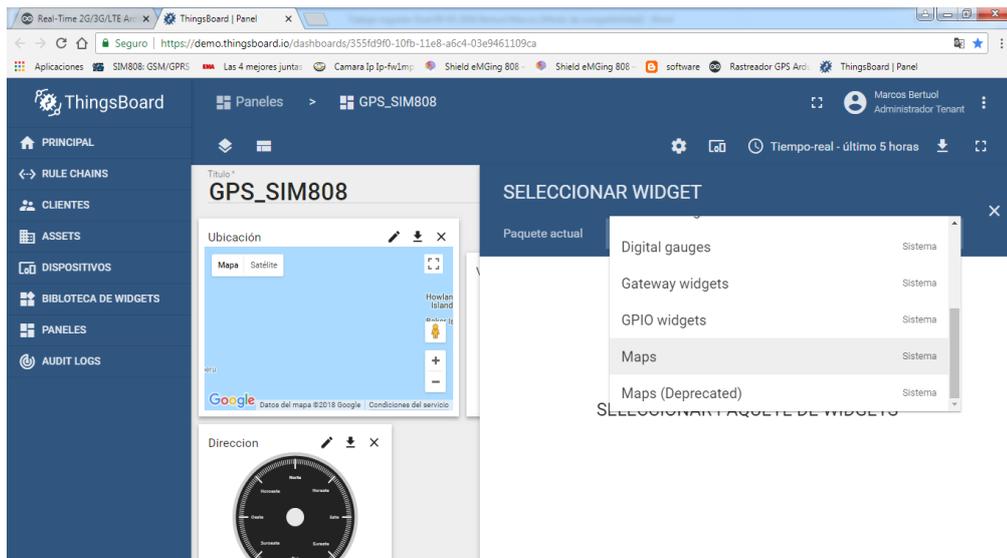


Figura 15. Configuración del tablero paso 2.

Nota: Fuente: Elaboración propia. Al Seleccionar esto se cargaron las vistas previas para todos los diferentes tipos de mapas que se puede elegir.

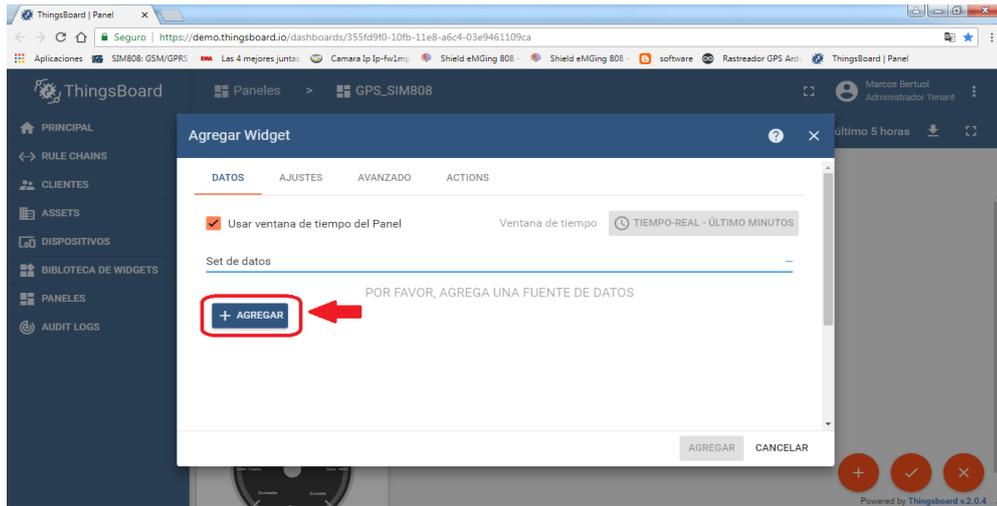


Figura 16. Configuración del tablero paso 3.

Nota: Fuente: Elaboración propia. Una vez seleccionado y configurado el widget se puede comenzar a utilizar el prototipo.

Cómo citar este artículo:

López Rojas, J. B. & Palí Casanova, R. J. (2022). Reciclaje de neumáticos y rentabilidad en empresas de mantenimiento y reparación de vehículos automotores de la región del Maule. *Project, Design and Management*,4(1), 114-127. doi: 10.35992/pdm.4vi1.987

**RECICLAJE DE NEUMÁTICOS Y RENTABILIDAD EN EMPRESAS
DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS
AUTOMOTORES DE LA REGIÓN DEL MAULE**

José Bernardo López Rojas

Universidad Internacional Iberoamericana (México)

jose.lopez1@doctorado.unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0002-1912-317X>

Ramón del Jesús Palí Casanova

Universidad Internacional Iberoamericana (México)

ramon.pali@unini.edu.mx · <https://orcid.org/0000-0001-8028-0089>

Resumen. Este estudio presenta una aproximación al creciente mercado del caucho disponible para reciclaje, incorporado en los costos de la evaluación de proyectos relacionados con el reciclaje de neumáticos, para lo que se estudia el comportamiento de las empresas relacionadas con la actividad económica de mantenimiento y reparación de vehículos automotores de la región del Maule en Chile. El tema corresponde al campo de investigación del medio ambiente, calidad y prevención y estará enmarcado en la Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, de reciente promulgación en el país. La metodología utilizada, considerará un modelo sistémico compuesto por entradas, procesos y salidas, además de normas y recursos. Para establecer las entradas, será necesario recurrir a fuentes primarias de información, lo que implicará identificar la población de empresas que generan neumáticos y determinar la muestra que se medirá a través del empleo de herramientas de recolección de información y se diseñarán para que puedan satisfacer criterios científicos aceptables, que puedan ser aplicadas por otros investigadores y puedan ser validados sus resultados, estadísticamente y corroborados mediante fuentes secundarias. Al usar un caso real para una población determinada, se utilizó un diseño descriptivo transversal. El resultado del análisis de la información obtenida mediante el software estadístico SPSS para metodologías cuantitativas, determinan la discusión y conclusiones.

Palabras clave: Reciclaje, neumáticos, caucho, valorización, *Hevea brasiliensis*.

TIRE RECYCLING AND PROFITABILITY IN AUTOMOTIVE VEHICLE MAINTENANCE AND REPAIR COMPANIES IN THE MAULE REGION

Abstract. This study presents an approach to the growing market of rubber available for recycling, incorporated into the costs of the evaluation of projects related to tire recycling, for which the behavior of companies related to the economic activity of maintenance and repair of motor vehicles in the Maule region in Chile is studied. The topic corresponds to the field of research on environment, quality and prevention and will be framed in the Law of Extended Producer Responsibility and Promotion of Recycling, recently enacted in the country. The methodology used will consider a systemic model composed of inputs, processes and outputs, as well as standards and resources. To establish the inputs, it will be necessary to resort to primary sources of information, which will involve identifying the population of companies that generate tires and determining the sample to be measured through the use of information collection tools and designed so that they can satisfy acceptable scientific criteria, which can be applied by other researchers and their results can be validated, statistically and corroborated by secondary sources. When a real case was used for a given population, a cross-sectional descriptive design was used. The result of the analysis of the information obtained by the SPSS statistical software for quantitative methodologies, determines the discussion and conclusions.

Keywords: Recycling, tires, rubber, recovery, *Hevea brasiliensis*.

Introducción

Este estudio pretende describir las características del mercado recientemente creado de reciclaje de neumáticos en la región del Maule en Chile y comparar el proceso de reciclaje entre las capitales provinciales de la mencionada región y contribuir a resolver un problema ambiental alarmante que preocupa a la comunidad científica, al incentivar la eliminación de neumáticos en desuso, evitando que se acumulen en rellenos sanitarios, mares, ríos, lagos, terrenos baldíos, desiertos o que se quemen inapropiadamente presentando riesgos para la sociedad, como incendios, focos infecciosos y transmisión de enfermedades.

Estudiar el reciclaje de neumáticos en esta región de Chile es relevante, puesto que esta información permite identificar las provincias, que deben reciclar en mayor cantidad, los precios de venta en el nuevo mercado y el riesgo que puede ocasionar cuando se almacena impropiamente.

Los indicadores macroeconómicos de Chile presentan un Producto Interno Bruto Per Cápita a Paridad de Poder Adquisitivo (PIB Per Cápita PPP, USD-FMI) de US\$ 24.744 para 2018 (Banco Central de Chile, 2018) que ha producido un aumento de los componentes de la demanda agregada, impactando en el crecimiento de las necesidades de transporte y afectando al parque automotriz, que llegó a 4.680.533 unidades en 2017 (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018). El crecimiento de la demanda automotriz ha provocado un aumento en la cantidad de neumáticos incorporados a los vehículos nuevos y también en la cantidad de neumáticos disponibles como reemplazo que se usarán cuando los neumáticos de primer uso sean desechados.

En 2017 se generaron en Chile 134.860 toneladas de neumáticos fuera de uso, que superan en alrededor de un 10% a las 122.757 toneladas generadas en el 2016. Las estadísticas regionales revelan que la región del Maule aporta el 7,9% de neumáticos fuera de uso del total del país (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

El desecho de neumáticos produce contaminación ambiental en varias modalidades como residuos sólidos como potencial albergue de roedores e insectos, focos de incendios que genere polución ambiental del aire o contaminación del suelo y capas subterráneas de agua.

Esta investigación presenta el problema del aumento de costo en los proyectos de reciclaje, producto de la creación de un mercado en el contexto de la implementación de la Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Este tipo de proyectos aportan a la descontaminación a través de un sistema industrial de reciclaje, amigable con el medio, para transformarlo en producto terminado a base de caucho, de acuerdo a las normas de reciclaje de clase mundial, con calidad, innovación y resultados satisfactorios y con los estándares ambientales para hacerlo sostenible en el tiempo, así mismo mitigando el impacto ambiental y las consecuencias sobre la salud de la población provocadas por la incineración o almacenamiento inapropiado de neumáticos fuera de uso, lo que requiere cuantificar la materia prima disponible que permitirá determinar el tamaño de planta requerido, para un proyecto de inversión en una planta de reciclaje de este material.

Los neumáticos fuera de uso constituyen un producto de gran potencial para su aprovechamiento por estar compuestos por caucho, metal y fibra textil, susceptibles de ser separados, transformados y reincorporados a nuevos procesos productivos por medio de operaciones de reciclaje (Zarini, 2011). Es relevante aumentar el interés en la reducción del impacto ambiental producido por los neumáticos fuera de uso, por su reutilización mediante métodos sustentables, que al mismo tiempo generen rentabilidad, en el marco de la Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, que obliga a los productores, que sean fabricantes o importadores de neumáticos, hacerse cargo de los residuos derivados de estos productos al término de su vida útil.

El estudio contribuye a resolver un problema ambiental alarmante que preocupa a la comunidad científica, al incentivar el control de la eliminación de neumáticos en desuso, evitando que se acumulen en rellenos sanitarios, mares, ríos, lagos, terrenos baldíos, desiertos o que se quemen inapropiadamente presentando riesgos para la sociedad, como incendios, focos infecciosos y transmisión de enfermedades.

La acumulación de neumáticos se debe gestionar mediante un proceso productivo, desde un residuo contaminante que no es biodegradable a un bien útil, aprovechando la capacidad tecnológica existente, con el objetivo de implementar una planta de reciclaje que sea adecuada, sustentable y que genere rentabilidad desde el punto de vista financiero, agregando productos con valor a la sociedad (Olivares, 2016). El problema se agrava con la incineración de las acumulaciones, dado que ese hecho produce contaminación atmosférica peligrosa por combustión de componentes tóxicos.

El reciclaje de neumáticos en Chile, constituye un tema reciente que se ha tornado importante, fundamentalmente porque en la última década el ecosistema en varias regiones del país ha sido afectado por esta causa, debido a que no ha sido suficiente la autorregulación privada para que exista una solución adecuada al agudizado problema de la contaminación por acopio de neumáticos fuera de uso, lo que ha llevado a actores como el estado de la república y la industria del transporte terrestre, a buscar soluciones a la acelerada generación

de esta externalidad negativa, en un marco de cambio cultural que en cada nueva generación despierta cada vez mayor sensibilidad ecológica y sociedades que presionan para que el cambio se instrumentalice.

La mayor conciencia ecológica de las nuevas generaciones (Pavez, Leon & Triadú, 2016), responde a un fenómeno global, que ha producido efectos en la legislación en varios países incluido Chile. Desde hace pocos años, el estado chileno ha demostrado la voluntad de implementar una Ley que extienda la responsabilidad al productor que genera residuos, de manera que incentive su reciclaje mediante una asociación con un tercero, con implementación gradual.

El 01 de julio de 2016 se promulga la Ley de la república de Chile número 20.920 de responsabilidad extendida al productor y fomento al reciclaje y sus reglamentos que se establecen mediante dos Decretos, el Decreto 7 asociado al artículo 31 de la Ley y el Decreto 8, asociado al artículo 4 de la Ley. Dentro de los residuos considerados en esta Ley de la República, se encuentran los neumáticos fuera de uso. Esta ley obliga a los productores, que sean fabricantes o importadores de productos prioritarios, hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil.

De acuerdo a la Ley 20.920, los productos prioritarios corresponden a aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, envases y embalajes, neumáticos y pilas.

Los criterios para elegir estos productos son su consumo masivo, su volumen significativo, la generación de residuo peligroso, la factibilidad de valorización y la posibilidad de hacer una regulación comparada entre ellos. El neumático fuera de uso en particular cumple con todos los criterios a excepción del criterio de residuo peligroso.

La propia Ley, define su objetivo de reducir la proliferación de estos residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y valorización, a través de la determinación de la cuota de responsabilidad extendida que le corresponde al productor y además determina instrumentos de gestión de esos residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

Es obligación de las entidades que generen residuos, utilizar un gestor autorizado para su tratamiento adecuado, salvo que decida manejarlos por sí mismo, considerando que su almacenamiento y gestión deberá cumplir con la normativa legal vigente en su oportunidad (Congreso Nacional, 2016).

Se pretende incentivar la gestión de reciclaje al final del ciclo de vida de los productos, tendiendo a que el sistema de recolección, almacenamiento y valorización de los materiales, mejore significativamente. En lugar de abastecer los basureros con desechos o exportarlos para que otros países los reciclen, se propone radicar la responsabilidad con los desechos generados en Chile y aprovechar con esto al máximo, los materiales de desecho que se produzcan. De forma concreta, esta Ley se constituye en un instrumento económico de gestión de residuos que define a los actores que tienen roles y obligaciones complementarias para lograr dicha gestión (Raglianti, 2018).

El generador del producto prioritario debe registrarse en un catastro público, organizar y financiar la recolección y el tratamiento de los productos prioritarios, asegurándose que el tratamiento se realice por gestores autorizados, también, tiene que cumplir con algunas metas y obligaciones definidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

El consumidor del producto prioritario debe entregar el producto que ya terminó su vida útil, a un gestor oficial. Si se trata de un consumidor industrial, él podría valorizar por sí mismo sus residuos.

Los gestores de residuos, por su parte, son entidades registradas en el Ministerio del Medio Ambiente, cuya misión es de declarar el tipo, la cantidad, los costos, el origen, el tratamiento y el destino de los residuos, para asegurar la trazabilidad de los residuos a largo plazo. Dentro de los gestores se encuentran los recolectores y los valorizadores.

El Ministerio del Medio Ambiente tiene como obligación establecer metas a seguir para los productos prioritarios, implementar y administrar el sistema de registro para la trazabilidad de los productos, elaborar un reglamento para regular todo el proceso que implica la Ley y proponer programas de educación ambiental, con el fin de que el reciclaje sea algo intrínseco en los consumidores.

Otros actores son los importadores y exportadores. La responsabilidad extendida del productor corresponde a un régimen especial de gestión de residuos, conforme al cual los productores de productos prioritarios, como los neumáticos, son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios que comercialicen en el país (Congreso Nacional, 2016).

El Decreto 7 fechado el 17 de marzo de 2017, asociado al artículo 31 de la Ley 20.920, regula el fondo para reciclaje y señala su objeto que el Ministerio del Medio Ambiente contará con un fondo para la prevención de la generación, el fomento de la reutilización y la valorización de residuos, cuyo objeto es el financiamiento total o parcial de proyectos, programas y acciones que prevengan la generación de residuos, fomenten su separación en el origen, la recolección selectiva, su reutilización, reciclaje u otro tipo de valorización, ejecutados por municipalidades o asociaciones de éstas (Congreso Nacional, 2017).

El Decreto 8 fechado el 17 de marzo de 2017 asociado al artículo 31 de la Ley 20.920, regula el procedimiento de elaboración de los Decretos Supremos establecidos en la dicha Ley (Congreso Nacional, 2017).

La Ley de responsabilidad extendida del productor está basada, al menos en los siguientes principios: libre competencia, transparencia y responsabilidad del que contamina, de manera que “el que contamina, paga”.

Se aplican a los productores, que la propia Ley define como toda persona que, independientemente de la técnica comercial utilizada, enajena neumáticos como producto prioritario, por primera vez en el mercado nacional, o lo importa para su propio uso profesional.

En el caso de los neumáticos nuevos existen dos tipos de mercados a nivel global, el mercado de neumáticos nuevos, que provee los neumáticos para la industria de vehículos y por los fabricantes de máquinas rodante y el mercado dedicado al reemplazo, que permite a los consumidores, transportistas y otras empresas, tener una oferta de neumáticos necesarios para sustituir a aquellos que por desgaste o por deterioro, ya no pueden seguir operando.

Aquellos neumáticos fabricados para equipo original, técnicamente no presentan diferencias significativas con aquellos fabricados para su reemplazo, ya que ambos otorgan las mismas prestaciones a los vehículos en los cuales se instalan y, por lo tanto, el impacto ambiental que cualquiera de ellos tendrá al final de su vida útil será exactamente el mismo (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

De acuerdo con la Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G. (2018), en Chile prácticamente no existen plantas ensambladoras de vehículos, por lo que todos los neumáticos de equipo original ingresan al mercado como componentes reemplazables en los vehículos importados. Para el mercado de reemplazo, existe una sola fábrica de neumáticos en Chile, ubicada en Maipú y propiedad de “The Goodyear Tire & Rubber Company”,

empresa norteamericana con matriz en la ciudad de Akron en Ohio, Estados Unidos. Se trata de una fábrica tecnológicamente compleja, que produce neumáticos de alto desempeño para automóviles de pasajero y camionetas, destinados a los mercados de exportación y de los cuales sólo una mínima cantidad se vende en el mercado local. Por esta razón, igual que para el mercado de los neumáticos de equipo original, puede considerarse que el mercado de los neumáticos de reemplazo también está compuesto, casi en su totalidad, por neumáticos importados (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

De conformidad a lo establecido en el estudio de antecedentes técnicos, económicos y sociales para la elaboración de los Decretos Supremos que establecen las metas de recolección y valorización de neumáticos fuera de uso (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018), el mercado de reemplazo de neumáticos en Chile, representa aproximadamente un 65% del total y el 35% restante corresponde a los neumáticos ingresados como equipo original de vehículos y maquinaria rodante.

A pesar que la propia Ley 20.920 no considera que los neumáticos fuera de uso sean residuos peligrosos, generan relevantes problemas ambientales. En general, son difíciles de controlar los incendios en lugares donde se acopien neumáticos, además, los neumáticos desechados a la intemperie, acumulan humedad en su interior, formándose un ambiente ideal para la reproducción de vectores de transmisión de enfermedades. Para minimizar estos efectos, los generadores deben cumplir con sus metas de reciclaje determinadas por la autoridad, ya sea en forma directa o a través de gestores que recolecten en centros de acopio.

El costo de manejo del neumático de desecho, debe estar incluido en el precio de los neumáticos de reemplazo que compra un pequeño empresario para seguir operando su negocio, sin embargo, no debería estar incluido en el precio de un nuevo vehículo que desembolse un particular o una gran empresa. Excluir de la responsabilidad extendida del productor a los neumáticos de equipo original, constituiría una práctica discriminatoria en el comercio internacional, al subsidiar sólo a los fabricantes de vehículos y maquinaria.

Es necesario considerar que los neumáticos se fabrican con el único propósito de ser instalados en los vehículos o equipo rodante que los necesitan para desplazarse, por lo que se genera un neumático fuera de uso cada vez que un neumático se retira de un vehículo y es reemplazado por un neumático nuevo o recauchado, siempre y cuando el neumático usado que se desecha no sea instalado nuevamente en el mismo u otro vehículo luego de ser sometido a un proceso de reparación, redibujado o recauchado.

En el estudio mencionado de la Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G. (2018) se concluye que la generación de neumáticos fuera de uso, corresponderá a las unidades de neumáticos nuevos que ingresan al mercado para reemplazarlos. Los neumáticos son reemplazados porque al rodar se les desgasta la goma de su banda superior, elemento del neumático que está en directo contacto con la superficie sobre la que rueda, o porque sufre impactos o daños en su estructura que lo inutilizan para seguir operando con seguridad. En ambos casos, el neumático llega al final de su vida o neumático fuera de uso, pesará menos que el neumático nuevo original, debido a la pérdida de masa por desgaste.

Se presenta la clasificación de la Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G. (2018), que generalmente se simplifica tipificando a los neumáticos en dos tipos, para vehículos livianos y para vehículos pesados: a

- Auto y camioneta: Los utilizados en vehículos para el transporte de pasajeros o mercaderías.

- Camión y bus: Todos aquellos utilizados para el transporte colectivo de pasajeros o para el transporte de carga.
- Minería y construcción, pequeños y medianos: Utilizados en vehículos que operan fuera de carretera, en faenas mineras o de construcción.
- Minería, gran diámetro: Utilizados en camiones de extracción y palas de carguío en faenas mineras.
- Agrícola, forestal en industrial: Usados en la industria, puertos, faenas agrícolas o forestales.
- Otros: Neumáticos para motocicletas, bicicletas, sillas de ruedas, carros manuales y múltiples otras aplicaciones.

Existe un mercado internacional denominado “Tire Derivated Fuel” en inglés, de tamaño suficiente para exportar todos los neumáticos fuera de uso, generados en el país, que no se puedan valorizar localmente, lo que limita el costo del acopio de neumáticos fuera de uso, pero aunque parezca ser más sencillo la exportación de los neumáticos fuera de uso para que los reciclen en países que tengan mejores infraestructuras para el reciclaje, es conveniente que Chile sea independiente en cuanto a sus desechos, sobre todo si se quiere hacer responsable del tratamiento de sus desechos a los generadores de neumáticos.

En general, en Chile se reciclan normalmente los neumáticos fuera de uso para autos y camionetas y para camiones y buses, pero dependiendo de la región, se requiere incorporar al reciclaje aquellos neumáticos que han sido usados en actividades mineras y en actividades agrícolas. Aunque los costos incurridos en el tratamiento de los desechos pueden ser algo mayores para los neumáticos usados en actividades mineras, los costos de traslado pueden ser menores cuando las instalaciones de valorización se ubican cerca de los centros de explotación minera, donde se concentra el acopio de este tipo de neumático fuera de uso.

Después de un proceso de corte para reducir su tamaño, las tecnologías para el tratamiento de estos neumáticos derivados de la minería o la agricultura, no tiene por qué ser significativamente diferente en comparación con las tecnologías utilizadas en el tratamiento de neumáticos de las otras categorías. Considerando que en las faenas de la minería existen requerimientos altos de energía, la valorización energética y la generación de combustibles a partir de neumáticos en desuso, presenta oportunidades para el desarrollo de la minería más sustentable.

El acopio de grandes cantidades de neumáticos fuera de uso en las instalaciones mineras, o su transporte a sitios de acopio del generador, presenta actualmente un complejo reto para las empresas mineras, las generadoras y las gestoras, además de los costos que representan para las empresas mineras los cierres de sus faenas.

Es conveniente ampliar la capacidad instalada en centros de acopio regionales, la que requiere de plazos, inversiones y niveles tecnológicos de mayor envergadura. De este modo se podrá conocer el destino de los neumáticos fuera de uso, en centros de acopio de gestores debidamente autorizados, en lugares protegidos contra incendios del material acumulado y que eviten la humedad para disminuir el riesgo de proliferación de vectores peligrosos para la salud humana señalado en el estudio mencionado de la Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G. (2018).

La Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Congreso Nacional, 2016), establece que el generador de neumáticos fuera de uso tiene la obligación de entregar el residuo respectivo al sistema de gestión, pero el sistema de gestión no tendrá la capacidad ni la obligación legal de retirar volúmenes por sobre su meta de recolección. Si

las metas de recolección son limitadas, podrán aparecer graves conflictos de interés y distorsiones a la libre competencia al momento de decidir cuáles serán los generadores favorecidos con el retiro de sus neumáticos fuera de uso y cuales deberán acopiarlos indefinidamente en sus propias instalaciones.

El caso de los neumáticos fuera de uso de gran diámetro utilizados en la minería constituye una excepción ya que por su gran volumen no sería eficiente, desde el punto de vista económico, trasladarlos a centros de acopio para su posterior reciclaje. Para esta categoría las metas de recolección deberán ser iguales a las metas de valorización (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

El acopio de neumáticos fuera de uso ya tratados en lugares conocidos, es una información importante para las decisiones de inversión de plantas de reciclaje de neumáticos fuera de uso, para planificar su mejor localización, para estimular y facilitar el desarrollo de la industria de reciclaje de neumáticos y además para reducir el costo por tonelada transportada hacia las plantas de reciclaje, ya enteros ocupan gran parte de su volumen conteniendo aire (Tirel, 2017).

Retirar un porcentaje equivalente a la capacidad de planta en forma equitativa para todos los generadores de neumáticos fuera de uso, impondría costos de recolección extremadamente altos al sistema de gestión, a los consumidores y a la industria del transporte, sin solucionar tampoco al generador el problema de disposición para los neumáticos fuera de uso no retirados (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

Por otra parte, retirar sólo desde los generadores mayores y más cercanos a las plantas de reciclaje, optimizaría los costos de recolección durante los primeros años, pero sería altamente injusto para los generadores menores, las pequeñas y medianas empresas y los establecimientos de las regiones, acentuando la excesiva centralización de la economía nacional chilena.

Se vislumbra una oportunidad de negocios al concebir un proyecto de instalación de una planta de reciclaje de neumáticos en la región del Maule, que permita procesar los neumáticos que hayan cumplido con su vida útil, para generar como producto principal las migas o polvo de caucho, utilizables en distintas líneas de productos que se detallan en el estudio.

Un proyecto de reciclaje de neumáticos fuera de uso constituye una fuente de desarrollo económico sustentable y genera empleo, permite sustituir importaciones, liberar suelo productivo, generar conciencia ambiental, determinar el grado de conocimiento y aplicación de la Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, de la República de Chile y sus reglamentos (Congreso Nacional, 2016 y 2017), provocar inquietud por generar nuevas leyes respecto del tema e incentiva la realización de trabajos de investigación respecto de las propiedades y usos del material reciclado.

Se espera que el estudio aporte con una metodología de análisis que permita su transferencia al medio, para evaluar la rentabilidad para inversionistas que tengan como alternativa proyectos con el mismo nivel de riesgo y que puedan implementarse mediante aplicaciones innovadoras que sean atractivas y útiles para el mercado.

Metodología

Se efectuó un estudio de tipo descriptivo transversal en empresas con giro relacionado al “Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotores” de la región del Maule (Chile).

La región del Maule está localizada aproximadamente a poco más de 250 km. al sur de Santiago la capital de Chile. Esta región tiene cuatro provincias con capitales denominadas Talca que es a su vez la capital regional, Curicó, Linares y Cauquenes.

De acuerdo al Servicio de Impuestos Internos de Chile, el universo de empresas de la región del Maule es de 273 empresas. Para seleccionar el tamaño de la muestra se optó por el tipo probabilístico (sistemático). Se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

En donde: $N = 273$, tamaño del universo, corresponde a las empresas en la región del Maule, $Z = 1,96$, nivel de confianza que corresponde al 95% de seguridad, $p = 0,5$, correspondiente a la probabilidad de éxito o proporción esperada de empresas que generan neumáticos fuera de uso, $q = 0,5$, correspondiente a la probabilidad de fracaso o proporción esperada de empresas que no generan neumáticos fuera de uso, $e = 0,1$, precisión o error máximo admisible que se considera de un 10%, utilizando la ecuación (1), $n = 71$, es decir, el tamaño de la muestra corresponde a 71 empresas. Para identificar a las empresas se utilizó la plataforma del Servicio de Impuestos Internos de Chile, para aquellas empresas que tengan el giro de “Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotores” que corresponde al código de actividad económica “502080”.

Se incluyeron a todas las empresas que se encontraban dentro del rubro y las que mediante un representante accedieran a la aplicación de la encuesta. Este procedimiento se efectuó de acuerdo al comité de ética local.

Para evaluar la variable reciclaje de neumáticos se utilizó un cuestionario de ocho preguntas validadas por un panel de expertos. La variable reciclaje de neumáticos corresponde a la cantidad valorizada de neumáticos disponibles para reciclaje, la que se compone de los indicadores cantidad, precio y riesgo operacionalizada en la tabla 1 que se presenta a continuación.

Tabla 1
Operacionalización de la variable reciclaje de neumáticos

Variable	Indicador	Sub-indicador	N° pregunta
Reciclaje de neumáticos	Cantidad	Generación	P1
		Cuantificación	P2
		Tipo	P3
		Acción	P4
	Precio	Convenio	P5
		Valorización	P6
	Riesgo	Tipo	P7
		Reglamentación	P8

Nota: Fuente: Panel de expertos. Leyenda: P1: Generación de neumáticos, P2: Cantidad de neumáticos mensual, P3: Tipo de neumático, P4: Uso de los neumáticos, P5: Convenios, P6: Precio, P7: Riesgo por acumulación, P8: Conocimiento de la Ley de responsabilidad del productor

Cabe hacer notar que antes de la promulgación de la Ley 20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Congreso Nacional, 2016), los neumáticos estaban disponibles gratuitamente y si eran retirados terminaban en basurales.

El instrumento se aplicó por teléfono y presencialmente, para lo que se contactó previamente describiendo el objetivo de la encuesta y una segunda vez para efectuar la encuesta. Este procedimiento estuvo a cargo de un investigador con amplia experiencia.

La confiabilidad del instrumento se verificó por medio de alpha de Cronbach, en el que se obtuvo una consistencia de $r=0.89$, lo que indica una alta capacidad de reproductibilidad del instrumento.

Los datos fueron analizados por medio de estadística descriptiva (promedio, media aritmética, desviación estándar y porcentaje). Para comparar entre provincias se utilizó Anova de una vía. En todos los casos la probabilidad fue de $p<0.05$. Los cálculos se efectuaron en planillas de Excel, y SPSS.

Resultados

La tabla 2 muestra la cantidad de empresas de neumáticos de la región del Maule según provincias. En la tabla 2 se observa que la ciudad de Talca presenta la mayor cantidad de empresa que reciclan neumáticos, seguido de Linares, Curicó y Cauquenes.

Tabla 2
Número de empresas de la región del Maule que reciclan neumáticos

Numero	n	%
Talca	32	45%
Curicó	11	16%
Linares	15	21%
Cauquenes	5	7%
Otros	8	11%
Total	71	100%

Nota: Fuente: Elaboración propia. Leyenda: Otros: Hualañé, Maule, Rio Claro, Romeral, Sagrada Familia, San Clemente y San Rafael

Las comparaciones del proceso de reciclaje de neumáticos por provincia se observan en la tabla 3. Se puede apreciar que la provincia de Talca, Curicó y Cauquenes reflejan valores promedios significativamente superiores en relación a Linares y otras ciudades de la región del Maule. Las ciudades de Linares y otros han mostrado valores promedios más bajos que las demás ciudades en los tres indicadores (cantidad, precio y riesgo).

Tabla 3
 Comparación del proceso de reciclaje de neumáticos según cantidad, precio y riesgo entre provincias de la región del Maule

Indicadores cuestionario	Ciudad									
	Talca		Curicó		Linares		Cauquenes		Otros	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Cantidad	9,66	3,62	9,55	3,72	6,33	3,64	8,40	4,04	7,88	3,76
Precio	6,41	2,66	6,45	3,11	3,73	2,99	5,20	3,35	4,50	3,07
Riesgo	4,63	1,58	4,27	1,49	3,53	,99	4,20	1,10	3,75	,89
Total	20,69	7,01	20,27	7,81	13,60	7,43	17,80	8,17	16,13	7,20

Nota: Fuente: Elaboración propia. Leyenda: X: Promedio, DE: desviación estándar Otros: Hualañé, Maule, Rio Claro, Romeral, Sagrada Familia, San Clemente y San Rafael

Las comparaciones entre provincias se observan en la figura 1. No hubo diferencias entre Talca y Curicó ($p > 0,05$), sin embargo, entre estas dos ciudades (Talca y Curicó) si hubo diferencias significativas cuando se comparó con las demás ciudades (Linares, Cauquenes y otros). Además, no se encontró diferencias entre las ciudades de Linares, Cauquenes y otros ($p > 0,05$). Estos resultados graficados en la figura 1, indican que las ciudades de Talca y Curicó son las que reciclan más neumáticos en relación a las demás ciudades.

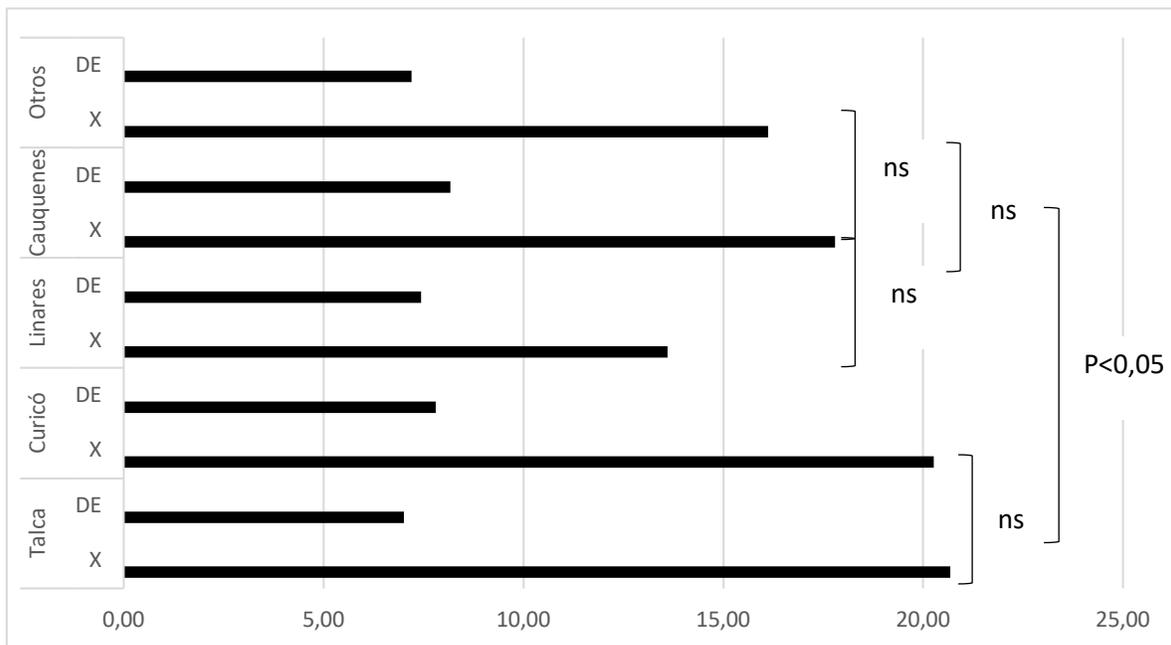


Figura 1. Valores descriptivos del proceso de reciclaje de neumáticos obtenidos por medio del cuestionario de reciclaje de neumáticos en la región del Maule

Nota: Fuente: Elaboración propia. Leyenda: P: puntaje total del cuestionario, ns: Puntaje medios, X: Promedio, DE: desviación estándar, Otros: Hualañé, Maule, Rio Claro, Romeral, Sagrada Familia, San Clemente y San Rafael.

Discusión

Los resultados han demostrado que de las cuatro ciudades, Talca, Linares y Curicó presentan mayor cantidad de empresas que reciclan neumáticos, seguidas de Cauquenes y otras.

Cuando se comparó por cantidad, precio y riesgo, las ciudades de Talca y Curicó, presentaron valores más elevados en relación a las demás ciudades. Esto se debe a que estas ciudades presentaron 32 y 11 empresas, presenten consecuentemente mayor cantidad, precio y riesgo respectivamente. Además, estas ciudades presentan mayor flujo vehicular, densidad poblacional y desarrollo de servicios.

La ciudad de Linares, pese a tener 15 empresas, ha mostrado bajos valores promedios en relación a las demás ciudades, lo que se podría deber a que estas empresas son redistribuidoras de empresas de Talca, la capital de la región, pero no cuentan con un desarrollo de la agroindustrial comparable a Curicó que se encuentra hacia el norte de la región y más cerca de la capital del país.

Las estadísticas regionales revelan que la región del Maule aporta el 7,9% de neumáticos fuera de uso del total del país (Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G., 2018).

Peláez, Velásquez y Giraldo (2017), sostienen que los restos de caucho en desuso se han convertido en un problema medioambiental y de salud pública. Los gobiernos han promulgado legislación con el objetivo de mitigar el impacto negativo que provocan los neumáticos fuera de uso, que, en el caso de Chile, considera a los generadores de neumáticos, responsables de ejercer una cuota de reciclaje, acelerando de esta forma, la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento del neumático en desuso y modificando la rentabilidad de las plantas recicladoras de esta materia prima que adquiere mayor valor económico para este mercado.

Esta investigación pretende contribuir en el estudio de costos conducente a la solución de un problema ambiental grave, que preocupa a la comunidad científica, que incentivar el control y la eliminación de neumáticos en desuso, evitando que se acumulen en rellenos sanitarios, mares, ríos, lagos, terrenos baldíos, desiertos o que se quemem inapropiadamente, presentando riesgos para la sociedad de incendios, focos infecciosos y transmisión de enfermedades.

Bajo las condiciones adecuadas, la reutilización de caucho que se obtiene a partir de neumáticos fuera de uso reciclados, no es perjudicial ni para la salud humana, ni para el medio ambiente, características funcionales que son deseables para fomentar su empleo (Peláez et al., 2017).

El aumento del costo por materia prima se hace relevante con la aplicación de la Ley 20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Congreso Nacional, 2016), puesto que antes de su promulgación los neumáticos estaban disponibles gratuitamente, ya que los generadores tenían las opciones de mantener los residuos almacenados o pagar por su retiro hacia basureros municipales.

Es obligación de las entidades que generen residuos, utilizar un gestor autorizado para su tratamiento adecuado, salvo que decida manejarlos por sí mismo, considerando que su almacenamiento y gestión deberá cumplir con la normativa legal vigente en su oportunidad (Congreso Nacional, 2016).

El reglamento de la Ley 20.920 establece cuotas obligatorias de reciclaje correspondiente al 30%, el 2021 alcanzará el 50% y el 2028 deberá llegar al 90%, lo que conforma un marco regulatorio para un mercado que abre oportunidades de negocios,

variando los precios y las cantidades disponibles de su materia prima reciclaje (Congreso Nacional, 2017).

El costo variable medio identificado por Sapag et al. (2014), representa el costo marginal de producir una unidad más, que, en términos de materia prima, corresponde al precio de adquisición de cada unidad que en nuestra muestra es de US\$1,7, la cantidad de la población corresponde a 7.402 unidades por lo que el costo variable total es de US\$12.853.

Conclusiones

Este estudio demuestra que el proceso de reciclaje en la región del Maule (Chile) es en función del número de empresas de la ciudad, por lo que las ciudades de Talca y Curicó que presentan mayor cantidad de empresas, consecuentemente presentan valores elevados de reciclaje en relación a las demás ciudades. Sin embargo, la ciudad de Linares que tiene un elevado número de empresas, presentó bajos valores de reciclaje, lo que al parecer puede presentar bajos niveles de reciclaje y podría presentar mayor riesgo de contaminación en la región, sin embargo, se comprobó por medio de corroboración telefónica, que son distribuidoras de empresas de la ciudad de Talca o de Santiago, la capital del país.

El aumento del costo de la materia prima, afecta los costos del reciclaje y por tanto es un factor relevante a considerar en el cálculo de la rentabilidad de los recicladores respecto a la situación anterior de gratuidad eventual (Pérez y Pérez, 2006).

El precio de venta en un proyecto de reciclaje de neumáticos fuera de uso, debe absorber el costo de la materia prima, que constituye parte fundamental del flujo de caja que debe ser proyectado para determinar la rentabilidad de la inversión (Tirel, 2007), de instalar una planta de reciclaje de neumáticos fuera de uso en la región del Maule en Chile.

Referencias bibliográficas

- Banco Central de Chile (2018). *Base de datos estadísticos*.
https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_EST_MACRO_IV/PEM_ACTyDDA_IndMacA_2/PEM_ACTyDDA_IndMacA_2?cbFechaInicio=2018&cbFechaTermino=2018&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=
- Cámara de la Industria del Neumático de Chile A.G. (2018). *Antecedentes técnicos, económicos y sociales para la elaboración de los Decretos Supremos que establecerán las metas de recolección y valorización de Neumáticos Fuera de Uso*.
<https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/16.-CINC-Camara-de-la-Industria-del-Neumatico-de-Chile.pdf>
- Biblioteca del Congreso Nacional (2016). *Ley de la república de Chile 20.920 del 01 de julio de 2016 para la responsabilidad extendida al productor y fomento al reciclaje*.
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>
- Congreso Nacional (2017). *Decreto 7. Reglamento para el fondo de reciclaje*.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1109335>
- Olivares, D. (2016). *Planta de reciclaje de neumáticos de caucho, comercialización de miga de caucho* [Tesis de Magíster, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140906/Olivares%20Carmona%20>

- [20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)
- Pavez, I., León, C. & Triadú, V. (2016). Jóvenes universitarios y medio ambiente en Chile: Percepciones y comportamientos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14 (2), 1438-1446.
<https://doi.org/10.11600/1692715x.14237041215>
- Peláez, G., Velásquez S. y Giraldo D. Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 27 (2), 27-50.
<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143>
- Pérez, D. y Pérez, I. (1 de enero de 2006). *El Conocimiento del Mercado: análisis de Clientes, Intermediarios y Competidores*.
<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20265/el-conocimiento-del-mercado-analisis-de-clientes-intermediarios-y-competidores>
- Raglianti, G. (2018). Aplicación de principios de democracia ambiental en la Ley N° 20.920, marco para la gestión de residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y fomento al reciclaje. *Revista de Derecho Ambiental*, 10, 69-98.
<https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.51983>
- Sapag, N., Sapag, R. & Sapag, J. (2014) Preparación y Evaluación de Proyectos (pp. 89-101). McGraw-Hill. Mexico D.F.
- Stanton, W. (2007). Fundamentos Del Marketing (pp. 338-363). McGraw-Hill/Interamericana.
- Tirel, K. (2017). *Ingeniería de perfil de modernas plantas para reciclaje de neumáticos fuera de uso* [Tesis de Pre-grado, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144472/Ingenier%C3%ADa-de-perfil-de-modernas-plantas-para-reciclaje-de-neum%C3%A1ticos-fuera-de-uso-%28NFU%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zarini, A. (2011). *Alternativas de reutilización y reciclaje de neumáticos en desuso* [Tesis de Pre-grado, Tecnológico de Buenos Aires].
<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/507/Z37%20-%20Alternativas%20de%20reutilizaci%C3%B3n%20y%20reciclaje%20de%20neum%C3%A1ticos%20en%20desuso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fecha de recepción: 19/12/2021

Fecha de revisión: 07/01/2022

Fecha de aceptación: 21/04/2022

Cómo citar este artículo:

Silva Cascante, Á. V., Calvo Barriga, M. I., Vázquez Mora, C. A. & Uría, G. R. (2022). Hacia el rescate de una cultura constructiva de morteros con materiales y técnicas constructivas tradicionales para una correcta intervención patrimonial. *Project, Design and Management*, 4 (1), 128-153. doi: 10.35992/pdm.4vi1.905.

**HACIA EL RESCATE DE UNA CULTURA CONSTRUCTIVA DE
MORTEROS CON MATERIALES Y TÉCNICAS
CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES PARA UNA CORRECTA
INTERVENCIÓN PATRIMONIAL**

Ángel Vicente Silva Cascante

Universidad Católica de Leuven (Ecuador)

angelsilvac@hotmail.com · <https://orcid.org/0000-0002-7600-1320>

María Inés Calvo Barriga

Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador)

LMC-PUCE@puce.edu.ec · <https://orcid.org/0000-0002-5255-0333>

Carlos Andrés Vásquez Mora

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Ecuador)

carlos.vasquez@patrimoniocultural.gob.ec · <https://orcid.org/0000-0002-1637-9540>

Guadalupe del Rosario Uría

Silva & Uría – Construcción y Restauración (Ecuador)

guadalupeuriac@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0002-1814-1632>

Resumen. Esta investigación busca establecer el buen uso de los materiales tradicionales como: cal, barro, paja de monte y mucilago¹ de nopal; para ser aplicados en la restauración a partir de la investigación del comportamiento mecánico de las nuevas dosificaciones. Los materiales tradicionales utilizados en el ensayo de los nuevos diseños de morteros, son los que se obtuvieron como resultado de la investigación realizada a los morteros originales del convento de San Diego de la ciudad de Quito. Se diseñaron tres nuevas dosificaciones de morteros con diferentes porcentajes en cada uno de sus elementos. El propósito de la investigación es obtener diferentes parámetros para realizar una comparación entre cada uno de los ensayos mecánicos como: compresión, flexión y tracción a los que fueron sometidos los nuevos modelos. Los materiales tradicionales utilizados son de similares características que los encontrados en la investigación de los morteros antiguos. En el estudio experimental las nuevas probetas se sometieron a pruebas mecánicas con las que se obtuvieron y determinaron las características y resistencia a la compresión, tensión y flexión. Estas nuevas dosificaciones se experimentaron a distintas edades como: 14, 21 y 56 días. Todas las nuevas

¹ Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que se obtiene del nopal por medio del sistema de extracción acuosa

probetas se conservaron en iguales condiciones de temperatura y humedad existentes en el laboratorio. Bajo estos parámetros se llegó a establecer la dosificación que cumplió las mejores características para ser utilizada en un proceso de restauración arquitectónica.

Palabras claves: materiales tradicionales, dosificaciones, morteros, ensayos y restauración.

TOWARDS THE RESCUE OF A CONSTRUCTIVE CULTURE OF MORTARS WITH TRADITIONAL CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNIQUES FOR A CORRECT PATRIMONIAL INTERVENTION

Abstract. This research seeks to establish the proper use of traditional materials such as: lime, mud, mountain, straw and nopal mucilage; to be applied in restoration from the investigation of the mechanical behavior of the new dosages. The traditional materials used in testing new mortar designs, are from the San Diego convent in the city of Quito. Three new mortar dosages were designed with different percentages in each of its elements. The purpose of the investigation is to obtain different parameters to make a comparison between each of the mechanical tests such as: compression, bending, and traction to which the new models were subjected. The traditional materials used are of similar characteristics to those found in the investigation of ancient mortars. In the experimental study, the new specimens were subjected to mechanical tests in which the characteristics and resistance to compression, tension, and bending were obtained and determined. These new dosages were experienced at different ages such as: 14, 21, and 56 days. All new specimens were kept in the same temperature and humidity conditions existing in the laboratory. Under these parameters, the dosage that met the best characteristics for an architectural restoration process was established.

Keywords: traditional materials, dosages, mortars, tests and restoration.

Introducción

El estudio muestra la complejidad e interés para llegar a determinar la caracterización de morteros antiguos de edificaciones monumentales pertenecientes al Patrimonio Histórico. Nuestro interés es establecer la viabilidad de la salvaguarda y la correcta restauración del Patrimonio con la utilización de nuevos morteros apropiados para la rehabilitación, estos deben ser en lo posible similares a los originales tanto en materiales como en las técnicas tradicionales de construcción para mantener los valores propios de la obra patrimonial.

Los morteros preparados con materiales y técnicas tradicionales se han utilizado a través de los tiempos como elementos de la construcción, tanto como para edificaciones particulares como para obras de carácter monumental. Dentro de la ciudad de Quito, Ecuador, existe un importante Centro Histórico donde se encuentra arquitectura colonial construida con materiales tradicionales. Una de las edificaciones importantes que mantiene gran parte de su construcción original es el convento de San Diego, en ella encontramos muros de tapial, adobe, ladrillo, piedra, suro, chaguarquero y madera en general (Universidad de Las Américas, 2016).

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito es la entidad encargada de aplicar una política de gestión enfocada a revitalizar las áreas históricas reconocidas como elementos esenciales de la identidad local y mantener el valor del conjunto histórico de los elementos patrimoniales, para garantizar su permanencia en el tiempo a través de la

restauración monumental. Lamentablemente en ciertos proyectos de restauración se evidencia la carencia de estudios adecuados, sumado a la falta de una especialización, y conocimiento profesional de ciertos ejecutores, a la falta de investigación en el área de la restauración arquitectónica y a la ausencia de un correcto seguimiento a las políticas de gestión aplicadas a la intervención de los edificios patrimoniales, ha provocado que algunos proyectos luego de un corto tiempo de haber sido recuperados tengan que ser nuevamente intervenidos.

La aparición del cemento Portland ha provocado que el uso de los materiales tradicionales para juntas, mampuestos y enlucidos se vaya reduciendo, provocando casi su desaparición en el uso para la construcción en general y en el campo de la restauración, causando una pérdida en la autenticidad histórica de las edificaciones patrimoniales (Usedo, 2015).

Esta investigación pretende aportar con el conocimiento en el uso de materiales tradicionales para realizar una correcta restauración y recuperación de las edificaciones patrimoniales. Con este propósito fue necesario realizar un análisis de los morteros antiguos de una edificación de la época colonial, en este caso la edificación seleccionada fue el convento de San Diego de la ciudad de Quito.



Figura 1. Fachada principal del convento de “San Diego” Quito - Ecuador

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2021

Diseño de la investigación

Esta investigación tiene una metodología de tipo experimental para establecer el comportamiento que se presenta durante la manipulación intencionada de los materiales (cal, barro, paja, mucilago de nopal), que se utilizan en la elaboración de los nuevos morteros. Se realizó la medición mecánica de tensión, compresión y flexión, al que fueron sometidos todos los ejemplares de los nuevos morteros. Los valores obtenidos permitieron realizar una lectura cuantitativa de medición que sirve para comparar entre los modelos de morteros propuestos. Con estos resultados se procederá a valorar cuál o cuáles tienen las mejores propiedades físicas y mecánicas para ser utilizados en un proceso de restauración arquitectónica.

El método ASTM C305 se utiliza para obtener los valores que permiten determinar las cualidades mecánicas de los nuevos morteros experimentados. (Hernández, Collado y Baptista, 2014).

Análisis de los morteros originales

Para el presente estudio se tomaron ocho (8) muestras, cada una de estas son de diferentes etapas constructivas (cuatro periodos²) del *convento de San Diego*. Las muestras se tomaron de un monumento histórico, por lo que respetamos el criterio de que este bien patrimonial no puede alterarse. Las autoridades eclesiásticas decidieron el sitio y la cantidad de la muestra que se podía tomar (Kennedy Troya & Ortiz Crespo, 2010).

El análisis de los morteros antiguos se realizó en el laboratorio de química del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC³), la investigación de los ejemplares para su investigación se basó en normas y métodos como, por ejemplo: ASTM C267 - 01(2012), PEE-LABINPC-04, Hernández, Pfeiffer Perea, & Cano Barrita, (10 de 1 de 2018). Este estudio permitió conocer las características, propiedades y variantes de las mezclas, todos los morteros fueron sometidos a varias evaluaciones como: la observación

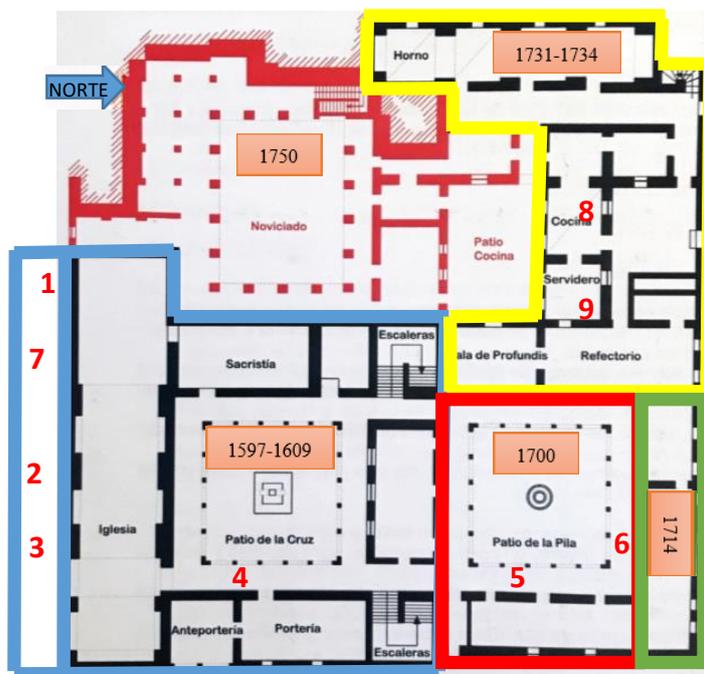


Figura 2. Delimitación de los periodos de construcción del Convento de San Diego con los puntos de toma de muestras

Nota. Fuente: Elaboración propia, 2019

petrográfica, análisis volumétrico y granulométrico, análisis químico elemental, también se analizó la presencia o no de aditivos orgánicos en los morteros. Esta información permitió conocer la estructura del mortero original, compuesto por cal, barro, paja de monte y mucilago de nopal (Silva Cascante et al. 2020).

² Periodos de construcción del convento de San Diego

³ Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC)

A partir del análisis realizado a los morteros antiguos y empleando los resultados de la composición general de las muestras analizadas, se inició la investigación sobre los nuevos morteros preparados con materiales tradicionales. Estos estudios exponen los porcentajes de composición de cada mezcla original, siendo la base para preparar tres (3) nuevas dosificaciones. Con ello se establecerá la combinación más adecuada para ser utilizada en los procesos de restauración arquitectónica.

Los valores referenciales se obtienen con el análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS) en los originales. Este procedimiento consiste en obtener la composición química y microscópica de cada uno de los materiales, llegándose a determinar la estructura química de los fragmentos analizados, y establecer las características morfológicas y combinaciones. Estos datos servirán como base de las nuevas dosificaciones a aplicarse en otro mortero (INPC, 2019).

Tabla 1
Composición general de los morteros antiguos

MUESTRA	% Cal como (CaCO ₃)	% Barro	% Fibras vegetales	% Mucílago ⁴
19-07-05	8,06	76,28	1,23	9,42
19-07-6	18,19	74,79	1,03	5,99
19-07-7	3,64	92,97	1,74	1,88
19-07-8	10,90	85,73	1,74	1,63
19-07-9	3,52	87,88	1,11	1,49
19-07-10	11,35	85,72	0,99	1,93
19-07-12	3,79	95,61	-	-
19-07-13	4,58	93,48	1,62	-

Nota. Fuente: Laboratorio de química INPC, 2020

Planteamiento de dosificaciones para la elaboración de los nuevos morteros

Las muestras obtenidas de morteros originales de las diferentes etapas de construcción del convento de San Diego están conformadas de cal, barro, paja y mucilago de nopal. También se estableció las bondades, características y proporciones que tienen estos morteros tradicionales. La investigación permitió recuperar en parte los conocimientos ancestrales sobre el valor y calidad de los materiales tradicionales.

Para realizar las nuevas formulaciones se consideraron los valores más altos de los morteros originales analizados, de esta manera se utilizó la media matemática para llegar a establecer las nuevas dosificaciones con las que se procedió a realizar la experimentación en laboratorio de los nuevos morteros.

⁴ Sustancia orgánica de textura viscosa, similar a la goma, que se obtiene de la planta de nopal por medio del método acuoso

Tabla 2
Dosificaciones para la experimentación de los nuevos morteros

Morteros tipo	Cal	Barro	Baba de nopal	Paja de monte %
Mortero tipo 1	2	6	1	1%
Mortero tipo 2	1.5	6.5	1.5	1%
Mortero tipo 3	1	7	2	1%

Nota. Fuente: Elaboración propia, 2021

Cabe indicar que en el país no existe una norma para realizar un estudio sobre morteros con materiales tradicionales, el ensayo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Universidad Católica de Quito (PUCE), que realizó el estudio bajo las normas americanas ASTM C305: *Standard Test Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement of Hydraulic Cement pastes of Plastic Consistency*, de los cuales se obtuvo las valoraciones de interpretación de los morteros.

Para los nuevos modelos se formularon los volúmenes de cada material y sus proporciones están en función de volumen y peso de los distintos ingredientes utilizados. Para su interpretación: cal (ligante) /barro/mucilago de nopal (aditivo vegetal) /paja de monte (% de volumen de la mezcla). Para efectos la proporción fue: (1:5:2:2%).

Para este ensayo de las nuevas dosificaciones para ser analizadas se tomaron 27 ejemplares por cada nueva muestra, es decir se elaboraron un total de 81 modelos con las que se realizaron las pruebas mecánicas, las mismas que se ensayaron a los “14, 21 y 56” días de edad con cada prototipo.

Los ensayos mecánicos que se llevaron a cabo son:

Compresión. - $f_m = P/A$

Tensión/Tracción. - $RT = 50 * \text{Carga Max} / \text{Área transversal}$

Flexión. - $K \text{ anillo} = 3.43 \text{ kg} / 1 / 10000$

Selección de materiales

Los morteros utilizados en restauración se caracterizan por su naturaleza, por su historia, por su comportamiento estructural, bajo costo, de fácil reposición y compatibles con el medio ambiente, así también, sus partes constitutivas lo conforman los áridos, aglomerantes y aditivos; de acuerdo con el análisis obtenido de la investigación a los morteros antiguos se procedió a seleccionar los materiales tradicionales tales como cal, barro/arcilla, paja de páramo y baba de nopal.

Sin embargo, cabe mencionar que en el país (Ecuador) no se realiza un control de calidad sobre los materiales pétreos que son utilizados en la construcción, pese a existir la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC) (NEC-SE-MP) misma que está en vigencia desde el 10 de enero del 2015 y su cumplimiento es obligatorio, de esta manera, el control sobre materiales tradicionales es nulo y en este caso se procede a buscar materiales locales que mantengan semejanzas con los materiales originales que son parte de la edificación a intervenir.

Cal

133

Históricamente la cal es el producto más empleado y actualmente de uso necesario e interés en materia de la conservación, considerando que este material no es muy industrializado y comercializado en nuestro medio, además, no hay una marca certificada de producción que cumpla con las normas nacionales, a pesar de ello, es posible obtenerlo en ciertos puntos de venta, se lo puede adquirir como cal viva (en piedra) para someterlo al proceso de apagado, para esta investigación se utilizó cal apagada (Pinganrrón y Villaseñor, 2013).

Sin embargo, es indispensable determinar la buena calidad de la caliza, la misma que debe tener un alto contenido de carbonato de calcio y que sea adecuadamente hidratada para obtener la pasta de cal, para esto se debe cumplir con diferentes requerimientos:

Realizar una detenida selección de la piedra caliza, la misma que debe poseer bastante pureza.

1. Uno de los requisitos indispensables es que la piedra caliza debe tener un alto grado de quemado (900 °C).
2. Otro factor que se debe tener en cuenta es el proceso de apagado de las piedras calizas, esto depende de la cantidad de agua y el tiempo que se conserve sumergido, es decir si el tiempo de apagado es más prolongado la pasta será de más pureza y mejor calidad (Villalobos Ruiz, 2014).



Figura 3. Vista de cal apagada

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

En la experimentación se utilizó la cal apagada ya que la investigación de morteros antiguos determino su presencia en las mezclas analizadas, para su aplicación se realizó el estudio de la cal viva y su similar en agua (cal apagada), para llegar a los resultados estas fueron sometidos al análisis FTIR-ATR.

Barro / tierra

El barro o la arcilla es el material disgregable más fino de la tierra que forma parte del suelo natural. Según su formación, el mineral que predomine en una arcilla determinara su volumen, lo que está establecido por su ubicación y sitio de recolección, además se debe considerar si estas son de carácter inorgánico, es decir son producto de la descomposición de las rocas u orgánicos se originan a partir de la descomposición de

organismos vivos, estos son los factores que determinan las características de las arcillas existentes y establecen sus diferentes usos (La Spina, 2014).

Para esta experimentación se empleó conocimientos ancestrales sobre el uso y manejo de los materiales tradicionales. En primer lugar se efectuó una verificación visual del sector donde se procedió a excavar para recolectar la tierra, se evidenció que esté libre de impurezas de carácter orgánico, factor que ayudo a determinar que la arcilla de este sitio es apta o no para ser utilizada en la elaboración de las mezclas, el suelo más adecuado (barro/tierra) se lo extrajo previo a la excavación a una profundidad adecuada, la tierra con mejores características para el uso de la construcción generalmente se recolecta a 50 centímetros de profundidad del nivel del suelo, esto por ser la más apropiada y tener una variada composición granulométrica, lo que permite mantener más estable los suelos al modificar sus condiciones de humedad (Gatti, 2012).



Figura 5. Vista de barro seleccionado

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Mucílago de nopal

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es una cactácea de la cual se obtiene una sustancia orgánica conocida como mucílago, en el campo de la construcción en general y específicamente en la restauración desempeña la función de adhesivo, este material es un biopolímero que impermeabiliza y aglutina materiales en este caso a los tradicionales tales como: tierra y cal, esta goma de nopal mejora las características mecánicas en los morteros. El nopal seleccionado debe tener de 2 a tres años de edad, las pencas una longitud aproximada de 25 a 30 cm y ser cortadas en la parte inferior de los tallos.

Para la utilización de las pencas de nopal se limpian sus espinas y luego se las lava en agua potable, con la finalidad de evitar que se incrusten en la piel, facilitando su manejo, a continuación, se cortan en pequeños pedazos de forma cuadrada demás o menos 2 cm, paso que facilita la extracción del mucílago.

Existen varios métodos para realizar la extracción del mucílago de nopal y su aplicación en la construcción tradicional, especialmente en la restauración (Martínez et al., 2008).

Algunas formas para realizar la extracción son:

1. Proceso de extracción de forma acuosa al frío (temperatura ambiente).

2. Procedimiento de extracción de cocido (a una temperatura promedio de 90° C).
3. Procesamiento de secado (deshidratación de la paleta de nopal), luego la paleta se somete a un proceso de molido y finalmente se obtiene el polvo de nopal para ser usado en las mezclas.

Para esta experimentación el mucilago se procedió a extraer utilizando el método de cocción para obtener la mayor cantidad del producto. Se prefirió este método ya que en el estudio que se realizó de los morteros tradicionales, se determinó que se usó el método de cocción. Los patrones de comparación utilizados para determinar la presencia de un aditivo orgánico vegetal, fueron de mucilago obtenido al frío (temperatura ambiente) y de cocción (90° C) (Silva Cascante et al., 2020).

El mucilago obtenido por cocción tiene una estructura más espesa, adhesiva y de color verde claro, según el espectro que se encontró en el análisis de los morteros antiguos.



Figura 7. Vista del nopal obtenido por cocción (mucilago)

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Paja de páramo

Para el estudio de los nuevos morteros se utilizó la paja de paramo de origen nativo (*Calamagrostis effusa*), planta de la que se obtiene una fibra natural, es un vegetal característico de las zonas semiáridas y se lo encuentra sobre una altitud de más de 3.000 m. y crece de manera natural. Tiene una composición de lignocelulosa (combinación de lignina y celulosa), la cantidad de paja que proporciona la planta se da por su variedad y edad. Esta fibra es biodegradable y de bajo costo.

Además, existen varios tipos de paja como un subproducto agrícola, tallos secos de cereales como trigo, cebada, centeno y otras especies que son utilizadas en el campo de la construcción tradicional.

En los análisis de los morteros antiguos se encontró este elemento de origen orgánico, que mejora las características mecánicas del producto final. Para su uso es recomendable que la paja se encuentre en estado seco, que la planta debe ser cortada en luna llena y secada al aire libre por medio de los rayos solares para evitar su pudrición; esta fibra natural en los morteros en el proceso de secado evita que los enlucidos se craquelen sin alterar las características de los materiales tradicionales impidiendo la erosión de los aplanados.

En la experimentación de las nuevas mezclas la paja se usó en estado seco y con una longitud promedio de 2 a 4 cm de largo (Sánchez, 2012).



Figura 8. Vista del pesado de la paja de paramo

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Experimentación

Para esta investigación, se utilizaron datos obtenidos del estudio realizado a los morteros originales de la edificación del convento de San Diego, resultados que permitieron determinar sus componentes y porcentajes de composición de las mezclas analizadas. Con estos fundamentos se pretende demostrar que los revestimientos elaborados con materiales tradicionales tales como cal, barro, paja de monte y mucílago de nopal, pueden ser una solución para realizar una apropiada restauración. Estas dosificaciones deben tener características similares a las mezclas tradicionales, con propiedades tales como durabilidad, permeabilidad y compatibilidad con los materiales que conforman la edificación.

El objetivo de realizar este ensayo a través de un laboratorio, es medir por intermedio de las pruebas la capacidad de soportar los distintos esfuerzos mecánicos a las que son sometidas las probetas. Para alcanzar este objetivo se diseñaron tres nuevas formulaciones diferentes entre sí, pero con el mismo tipo de material: cal, barro y mucílago de nopal, se interpretan en volumen y la paja es un porcentaje (1%) en relación a la suma del volumen total de las tres anteriores, las dosificaciones tipo se muestran en las tablas 3, 4 y 5.

Interpretación de la dosificación:

(barro: cal: mucilago: paja en % del volumen de la mezcla).

Tabla 3

Dosificación de la nueva formulación mortero N.º 1

DOSIFICACIÓN N° 1		
Medida / Peso = 167.92 gr.		
Material	Proporciones	Peso (gr)
Barro (B)	7	1175.44
Cal (C)	1	244.00
Mucílago de Nopal	2	309.88
Paja (P)	1% del peso total de B+C+N	17.29

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 4

Dosificación de la nueva formulación mortero N.º 2

DOSIFICACIÓN N° 2		
Medida / Peso = 167.92 gr.		
Material	Proporciones	Peso (gr)
Barro (B)	6.5	1091.48
Cal (C)	1.5	366.00
Mucílago de Nopal	2	229.80
Paja (P)	1% del peso total de B+C+N	17.29

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 5

Dosificación de la nueva formulación mortero N.º 3

DOSIFICACIÓN N° 3		
Medida / Peso = 167.92 gr.		
Material	Proporciones	Peso (gr)
Barro (B)	6	1007.52
Cal (C)	2	488.00
Baba de Nopal	1	154.94
Paja (P)	1% del peso total de B+C+N	17.29

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

La experimentación de los modelos del presente estudio se fundamenta en la rotura de las muestras en diferentes ensayos donde se miden la resistencia mecánica a la compresión, tensión y flexión. Para cada una de las pruebas se tomaron 27 muestras por cada formulación, la experimentación de cada muestra fue ensayada a los “14, 21 y 56 días” de edad de cada modelo.



Figura 9. Vista probetas de ensayo

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Para realizar el pesado de los materiales se utilizó un recipiente como unidad de volumen, este tiene una capacidad de 170 gr. (1 unidad), con la que se realizó el pesado de las nuevas formulaciones.

En la elaboración de los modelos para las diferentes pruebas mecánicas se utilizaron diferentes moldes, sus formas varían dependiendo el tipo de ensayo mecánico que se va a realizar, así podemos indicar:

- Molde para la prueba de *compresión*, tiene forma de cubo de 5.0 x 5.0 x 5.0 cm.



Figura 10. Molde para la prueba de compresión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

- Modelo para el ensayo de *flexión*, posee una forma de barra rectangular de 16.0 x 4.0 x 4.0 cm.



Figura 11. Molde para la prueba de flexión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

- Matriz para el experimento de *tracción*, tiene forma de corbata de lazo y sus medidas son 7.5 x 2.5 x 4.0 cm.



Figura 12. Molde para prueba de tracción

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Las mezclas se realizaron de forma mecánica. Se utilizó una batidora industrial (*mortar mixer*) de tres velocidades, con una paleta para la realizar la mezcla. En esta investigación, el mezclado de los distintos materiales se hizo a una velocidad baja y se utilizó tiempos fijos de batido por cada material agregado, los tiempos empleados por muestra fueron:

- Barro + paja por 30 segundos.

- Adición de cal por 30 segundos.
- Agregación de mucílago de nopal por 60 segundos.

Con el propósito de lograr que la mezcla sea más homogénea, la argamasa fue sometida a 30 segundos más de batido en alta velocidad.



Figura 13. Batidora industrial

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Con la mezcla final se procede al llenado de cada uno de los prototipos. Se efectúa de forma manual, el vertido de la mixtura en cada uno de los moldes se realiza en dos tiempos, entre cada uno de los periodos cada capa recibirá 15 golpes con la finalidad que la mezcla ocupe todos los vacíos y el aire salga del molde. Una vez concluido el llenado de los prototipos estos son sometidos a un proceso de secado dentro del molde, a temperatura ambiente por un lapso de 7 días, luego de este periodo se desarmaron las matrices y se retiraron los ejemplares, que a continuación fueron sometidos a un proceso de curado. Cuando los modelos cumplen los ciclos de edad programada para los ensayos (14, 21, 56 días) se someten a las distintas pruebas mecánicas.

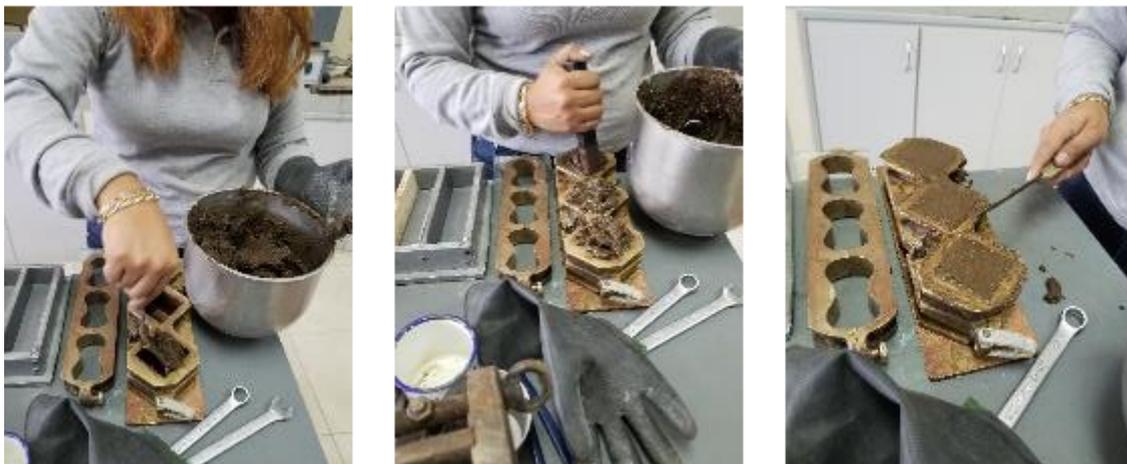


Figura 14. Proceso de llenado de los moldes

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Los resultados de las pruebas mecánicas realizadas a cada una de las dosificaciones se recolectaron a través de observación directa y fueron registrados en tablas Excel. De igual forma se analizó, interpreto y se obtuvo la información necesaria para llegar al resultado final de cada uno de los ensayos.

Posteriormente, se analizaron cada uno de los resultados para llegar a establecer posibles incoherencias, errores, y corregirlos de ser necesario. Se verifico cuidadosamente toda la información recolectada para redactar el informe final de los ensayos registrados en formularios tipo del laboratorio de suelos de la Universidad Católica (PUCE).

Ensayos mecánicos de laboratorio

Para identificar, determinar la calidad y establecer las mejores características de los morteros, en el laboratorio las probetas fueron sometidas a las siguientes pruebas mecánicas:

Compresión. - $f_m = P/A$

Los ensayos de compresión de los morteros se realizaron bajo la norma ASTM C109: *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Center Mortars (using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*.

Por cada mortero se prepararon tres ejemplares por dosificación para cada edad de rotura. Se rompieron tres unidades por modelo, obteniendo tres registros de resistencia, se realizó la media entre los tres valores obtenidos de cada edad de rotura, para realizar un análisis de las características de cada ejemplar.



Figura 15. Probetas de ensayo de compresión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 16. Esquema de ensayo de rotura a la compresión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tensión/Tracción. - $RT=50 \cdot \text{Carga Max} / \text{Área transversal}$

Los ensayos de tensión se realizaron a las nuevas dosificaciones bajo la norma AASHTO T132: *Standard Method of Test for Tensile of Hydraulic Cement Mortars.*

Para la determinación de resistencia del mortero a la tensión, de igual manera que en las demás pruebas, se utilizaron tres ejemplares por dosificación para cada edad de rotura planteada, con los datos de resistencia obtenidos de cada toma, se realizó la media entre los tres valores obtenidos de cada muestra analizada con las cuales se llega a valorar sus características.



Figura 18. Probetas de ensayo de tensión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 19. Esquema de ensayo de rotura a la tensión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Flexión. - K anillo=3.43 kg/1/10000

Los ensayos de flexión se realizaron bajo la norma ASTM C348: *Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic - Cement Mortars*.

La ejecución de los ensayos para establecer la resistencia a la flexión de las nuevas dosificaciones, de igual forma se realizaron con tres ejemplares por cada mezcla para las edades de rotura programadas, para cada periodo se ensayaron tres ejemplares y sus resultados fueron registrados y con sus valores se realizó la media aritmética, las que son utilizadas para evaluar sus características.

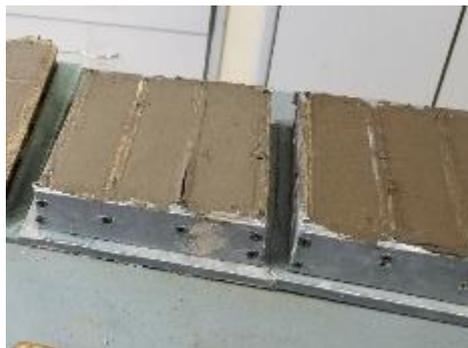


Figura 21. Probetas de ensayo de flexión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 22. Esquema de ensayo de rotura a la flexión

Nota. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Resultados

En el proceso de investigación en laboratorio se demostró las características mecánicas de los morteros por medio de los ensayos de resistencia a la compresión, tensión y flexión de cada nueva dosificación analizada, según la metodología planteada en la investigación, se obtuvieron resultados de las resistencias a las tres nuevas dosificaciones en edades de 14, 21 y 56 días, según los tiempos establecidos de ensayo se puede establecer que las tres dosificaciones presentan un comportamiento ascendente en su resistencia en relación a la edad del ensayo.

Los datos del ensayo a la compresión se registran en una tabla de resultados promedio por edades de rotura, en esta se puede observar que la dosificación 1 tiene una mejor resistencia a la compresión a los 56 días, seguidas por las dosificaciones 2 y 3, sin embargo, a la edad de los 14 y 21 días su resistencia a la compresión es más baja que las otras dosificaciones, no obstante, se puede evidenciar que la dosificación 3 a los 14 y 21 días presentan mayor resistencia a la compresión.

Tabla 6
 Tabla de resultados de ensayos de Resistencia a la Compresión

Resultados de Ensayos de Compresión					
Dosificación N 1		Dosificación N 2		Dosificación N 3	
B:C:N:P		B:C:N:P		B:C:N:P	
(7:1:2:1%)		(6.5:1.5:2:1%)		(6:2:1:1%)	
Edad	Resistencia	Edad	Resistencia	Edad	Resistencia
(días)	Promedio	(días)	Promedio	(días)	Promedio
	(Mpa)		(Mpa)		(Mpa)
14	0.30	14	0.35	14	0.46
21	0.44	21	0.53	21	0.55
56	0.68	56	0.62	56	0.59

*Factor de conversión: 1 Mpa = 10.2 Kg/cm²

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Con los datos obtenidos del análisis se realiza una media de estos valores con los cuales se grafica cada una de las dosificaciones para determinar la curva de resistencia de cada modelo. En la figura 17 se puede evidenciar como se desarrolla el incremento de resistencia a la compresión según la edad de rotura de cada muestra, considerando las 3 dosificaciones se puede demostrar que a los 14 días de edad hay un incremento ascendente en el cual la dosificación 3 mantiene la mayor resistencia con 0.46 (Mpa). De igual manera en la rotura de las muestras a la edad de los 21 días, también se puede evidenciar un incremento en la resistencia donde la dosificación 3 posee la mayor resistencia con una lectura de 0.55 (Mpa); en el ensayo final de las tres dosificaciones a los 56 días de edad, según los datos obtenido en las lecturas se presenta que la mayor resistencia tiene la dosificación 1 con 0.68 (Mpa) y la menor resistencia lo presenta la dosificación 3 con un valor de 0.59 (Mpa).

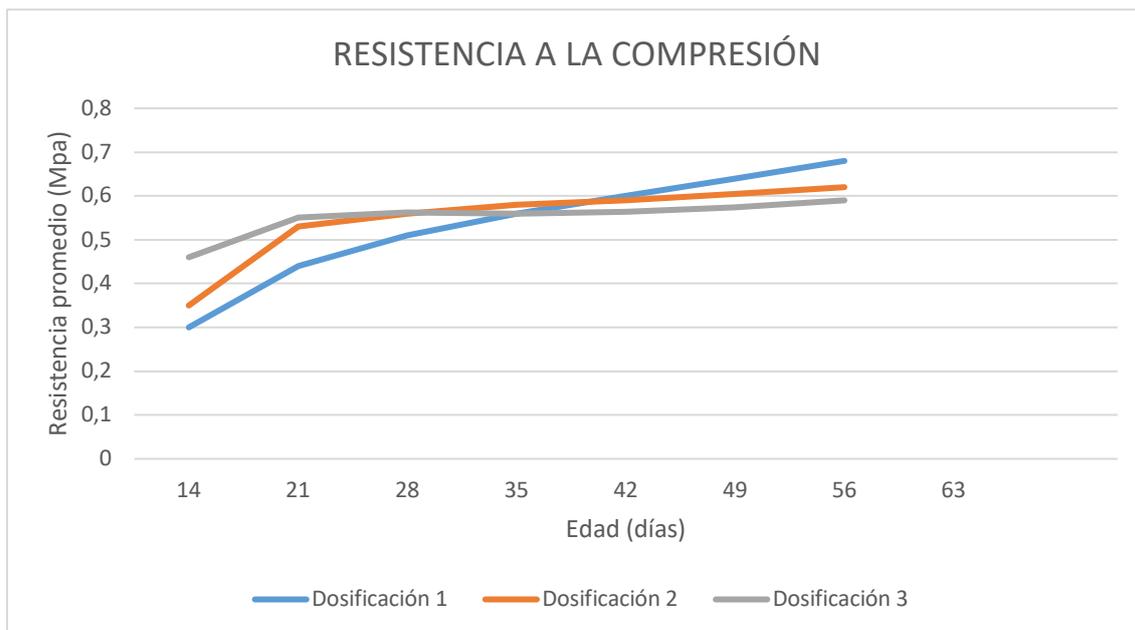


Figura 17. Tabla de resultados de ensayo Resistencia a la Compresión

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Con los valores obtenidos del ensayo a la tensión se preparó el cuadro de resultados de resistencia, en consecuencia se analizan los valores obtenidos comparando las dosificaciones, así tenemos que la muestra 2 mantiene mayor resistencia a la tensión a edad de los 56 días en la dosificación 3, seguidas de la dosificación 2, sin embargo, a la edad de los 14 días la resistencia a la tensión es la más baja que las otras muestras, no obstante, se puede estimar que las dosificaciones 2 y 3 a los 14 y 21 días de edad presentan igual valor de resistencia, superando al valor de la tensión que mantiene la dosificación 1.

Tabla 7

Tabla de resultados de ensayo de Resistencia a la Tensión

Resultados de Ensayos de Tensión					
Dosificación N 1 B:C:N:P (7:1:2:1%)		Dosificación N 2 B:C:N:P (6,5:1,5:2:1%)		Dosificación N 3 B:C:N:P (6:2:1:1%)	
Edad (días)	Resistencia Promedio (Mpa)	Edad (días)	Resistencia Promedio (Mpa)	Edad (días)	Resistencia Promedio (Mpa)
14	0.0100	14	0.0198	14	0.0198
21	0.0157	21	0.0220	21	0.0220
56	0.0197	56	0.0243	56	0.0258

*Factor de conversión: 1 Mpa = 10.2 Kg/cm²

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Para una mejor apreciación de los resultados obtenidos en los ensayos de la prueba mecánica de tensión, se analiza de forma gráfica. En la figura 20 se puede confirmar el comportamiento de las muestras al ensayo de resistencia, basándose en el estudio realizado a los ejemplares en la edad de rotura correspondiente, el primer análisis realizado a las 3 dosificaciones fue a la edad de los 14 días, aquí se puede evidenciar que hay un incremento ascendente de sus valores, la dosificación 1 tiene una resistencia de 0.0100 (Mpa), siendo así la más baja y que la mezcla con mayor resistencia es la 3 presentando una resistencia de 0.0198 (Mpa); en el análisis efectuado a las muestras a los 21 días de edad se puede demostrar que la dosificación 1 es la resistencia más baja con 0.0157 (Mpa), pero se puede señalar un incremento en la resistencia en las mezclas 2 y 3 donde se mantiene una constante de los valores entre estos dos morteros con una resistencia de 0.0220 (Mpa); en la experimentación a los 56 días de edad las 3 dosificaciones presentan datos ascendentes según se puede observar en su resultado, la menor resistencia lo presenta la dosificación 1 con 0.0197 (Mpa), contrario a esta la que mayor resistencia presenta es la dosificación 3 con 0.0258 (Mpa).

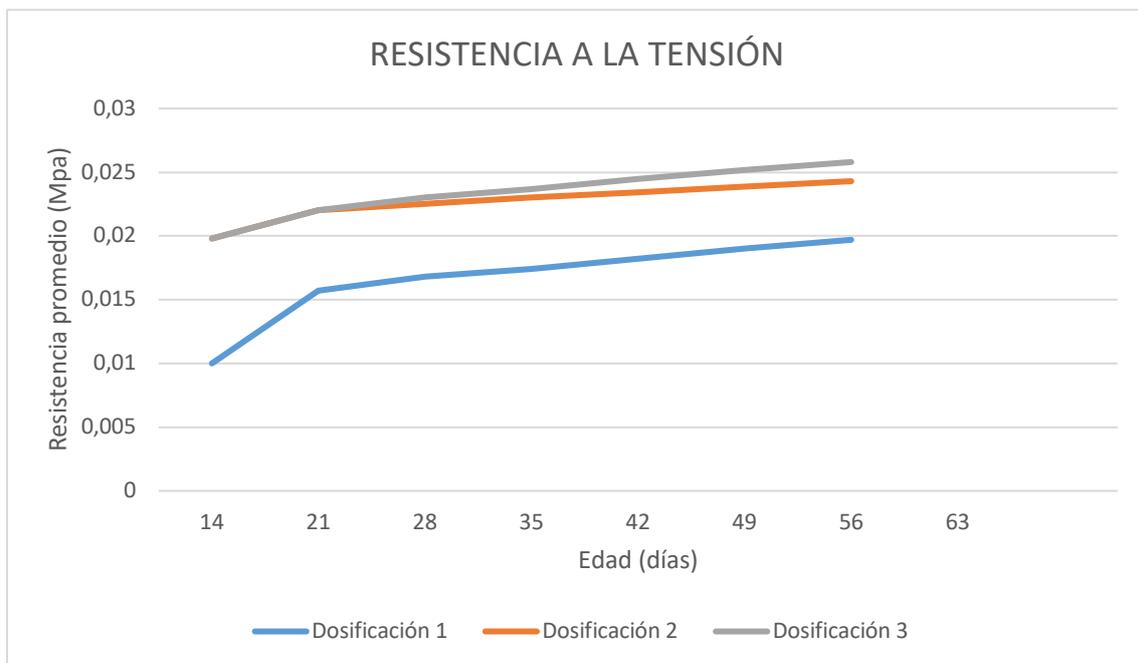


Figura 20. Tabla de resultados de ensayos de Resistencia a la Tensión

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Con los resultados alcanzados en la prueba con los morteros en los ensayos a flexión, se puede establecer que la dosificación 2 muestra una mayor resistencia a la edad de los 56 días, seguidos por las dosificaciones 3 y 1, no obstante, a la edad de 14 y 56 días su resistencia a la flexión es la más baja en relación a las otras dosificaciones, sin embargo, se puede observar que la dosificación 1 a los 14 y 21 días de edad muestra una mayor resistencia.

Tabla 8
Tabla de resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión

Resultados de Ensayos de Flexión					
Dosificación N 1		Dosificación N 2		Dosificación N 3	
B:C:N:P		B:C:N:P		B:C:N:P	
(7:1:2:1%)		(6.5:1.5:2:1%)		(6:2:1:1%)	
Edad	Resistencia	Edad	Resistencia	Edad	Resistencia
(días)	Promedio	(días)	Promedio	(días)	Promedio
	(Mpa)		(Mpa)		(Mpa)
14	0.147	14	0.124	14	0.084
21	0.151	21	0.141	21	0.114
56	0.169	56	0.249	56	0.193

*Factor de conversión: 1 Mpa = 10.2 Kg/cm²

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Para una mejor interpretación de los resultados estos se representa de forma gráfica. En la figura 23 se puede observar los resultados del análisis realizado a las muestras que se sometieron a las pruebas de flexión realizadas en las edades de ensayo programadas para su rotura.

Los análisis iniciales fueron realizados a los 14 días, estos resultados nos permiten evidenciar que los valores tienen un desarrollo descendente, donde se puede ver que la dosificación 1 tiene la mayor resistencia de 0.147 (Mpa), seguido por la dosificación 2 que tiene una resistencia de 0.124 (Mpa), también se puede observar datos más bajos que presentan una menor resistencia y la presenta la dosificación 3 con 0.084 (Mpa); en relación al análisis realizado a las muestras a la edad de los 21 días, también, se evidencia que la rotura a los 14 días la dosificación 1 mantiene la resistencia más alta con 0.151 (Mpa), por otro lado la dosificación 2 muestra un descenso en su resistencia a 0.141 (Mpa), y la menor resistencia lo presenta la dosificación 3 con 0.114 (Mpa), de igual manera en la experimentación realizada a los 56 días de edad, los datos mantienen una tendencia ascendentes, la menor resistencia corresponde a la dosificación 1 con 0.169 (Mpa), mientras que la de mayor resistencia está dada por la dosificación 2 con 0.249 (Mpa), entre tanto la resistencia de estimación media lo posee la dosificación 3 con 0.193 (Mpa) (PUC, 2020).

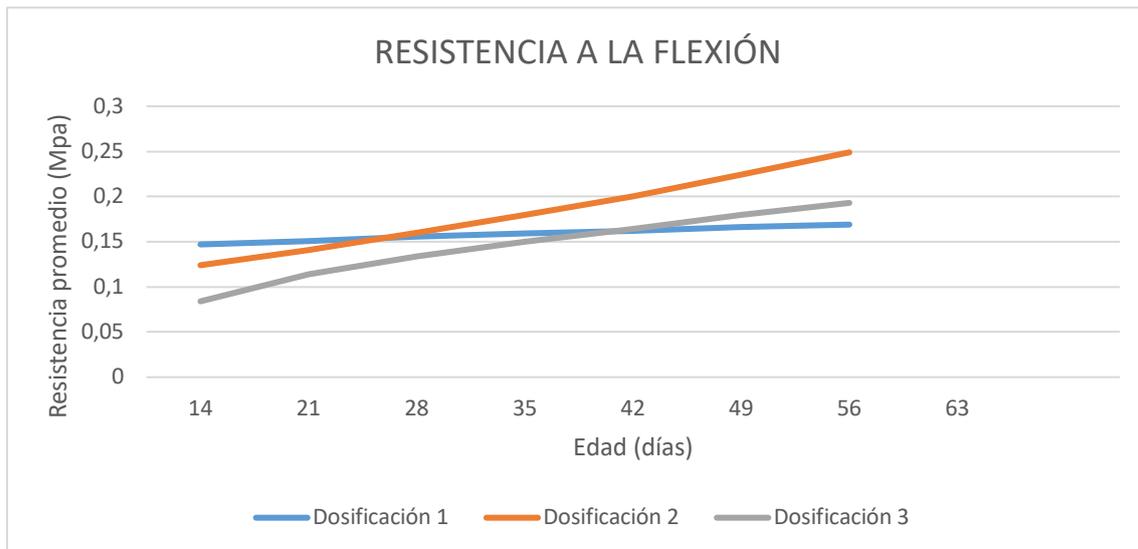


Figura 23. Tabla de resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión

Nota. Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

En resumen, la dosificación 1 presenta a los 56 días una mayor resistencia a la compresión, seguida por la dosificación la 2, mientras tanto que la dosificación 3 a los 14 y 21 días presenta mayor resistencia a la compresión. La dosificación 2 presenta a los 56 días una mayor resistencia a la flexión, mientras que a los 14 y 21 la dosificación 1 tiene una mayor resistencia a la flexión seguida de la dosificación 2. La dosificación 3 a los 56 días tiene una mayor resistencia a la tensión, seguida por la dosificación 2, mientras tanto que a la edad de 14 y 21 días la dosificación 2 presenta una resistencia similar a la tensión.

De los resultados obtenidos se pueden determinar que la dosificación 2, según los valores alcanzados que corresponden a una media matemática de las resistencias con respecto a las otras dosificaciones analizadas, presenta mejores propiedades mecánicas, siendo la óptima para la aplicación en procesos de restauración.

Tabla 9

Tabla de resultados dosificación 2

Edad (días)	Dosificación N 2 B:C:N:P (6.5:1.5:2:1%)					
	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Tensión		Resistencia a la Flexión	
	(Mpa)	Kg/cm ²	(Mpa)	Kg/cm ²	(Mpa)	Kg/cm ²
14	0.35	3.57	0.0198	0.20	0.124	1.26
21	0.53	5.41	0.0220	0.22	0.141	1.44
56	0.62	6.32	0.0243	0.25	0.249	2.54

*Factor de conversión: 1 Mpa = 10.2 Kg/cm²

Nota: Fuente: Laboratorio de materiales PUCE, 2020

Conclusiones y recomendaciones

Una vez concluida la experimentación, se puede determinar que las tres nuevas dosificaciones estudiadas presentan entre ellas propiedades muy semejantes en relación a la investigación realizada a los ensayos de resistencia mecánica a la compresión, tensión y flexión aplicados a los morteros elaborados en el laboratorio, luego de haber analizado en el laboratorio los ensayos a las edades programadas de 14, 21 y 56 días, permite considerar que los resultados obtenidos como fiables.

Sobre la base este estudio se pretende instaurar nuevas pautas de uso de técnicas y materiales tradicionales, para que estas sean aplicadas en los procesos de restauración patrimonial y evitar el uso de materiales contemporáneos que alteran y dañan los monumentos patrimoniales. Además, esta investigación se establece como un punto de partida para realizar nuevas investigaciones con nuevas dosificaciones de los materiales tradicionales.

Los morteros en base a materiales tradicionales son irremplazables en un proceso de restauración arquitectónica, ya que estos incluso son la solución de problemas estructurales para la protección de los mampuestos de adobe, tapia, ladrillo o piedra. Estos morteros permiten que las edificaciones recuperen su integridad.

Se debe continuar con la investigación de las propiedades de los morteros con materiales tradicionales, produciendo variaciones entre cada uno de ellos, de estas modificaciones se pueden obtener propiedades mecánicas cuantificadas que determinen la calidad de los morteros.

Dado que el árido varía de un sitio a otro por lo que este tiene una notable influencia en los morteros tradicionales, esto condiciona que en cada proyecto de restauración se debe realizar el estudio de calidad del barro a ser utilizado en la elaboración de las nuevas mezclas.

Referencias

- Abraján, M. (2008). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (opuntia ficus-indica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible* (Tesis doctoral). Universidad politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Alvarez, Martín, & García (1995). Historia de los morteros. *Boletín informativo del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 13, 52-59.
https://www.google.com/search?q=HISTORIA+DE+LOS+MORTEROS&rlz=1C1CHBD_esEC917EC917&oq=HISTORIA+DE+LOS+MORTEROS&aqs=chrome.69i57j0l3.4251j0j1&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Aranda, Y., y Suárez, E. (2013). Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos. *Nova Scientia*, 6(11).
- Barbero, M. (2011). *Mejora del comportamiento térmico de los morteros de cal aditivados y su empleo en la rehabilitación de inmuebles* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Cazalla, O. (2002). *Morteros de cal, aplicación en el Patrimonio Histórico* (Tesis doctoral). universidad de Granada, Granada, España.
- Cedeño Valdiviezo A. (2011). *Agglomerantes morteros y aplanados adecuados para proteger el medioambiente | Revista de Arquitectura (Bogotá)*. *Revista de*

- Arquitectura* (Bogotá), 13(1), 106-117.
<https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/774>
- De Sutter, P., (1984). *Presentación de la cartilla manual para la construcción popular en adobe "Hagamos nuestra casa"*. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
- Díaz, I. (2015). *La piel de la arquitectura de tierra, sustancias naturales al servicio de la restauración de superficies del patrimonio vernáculo edificado* (Tesis doctoral). Palmas de la Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Díaz, M. (Febrero de 2016). *Aditivos orgánicos e inorgánicos en morteros de cal: revisión histórica para su aplicación en intervenciones actuales* [Tesis de Maestría]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, Mexico.
- Gatti, F. (2012). *Arquitectura y construcción en tierra Estudio Comparativo de las Técnicas Contemporáneas en Tierra*. (Tesis de maestría), Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- González de la Cadena, J. F. (2016-11-11). *Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal* (Tesis de maestría). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23664>
- Guerrero, L. (2007). *Arquitectura en tierra Hacia la recuperación de una cultura constructiva | Apuntes*. Revista de estudios sobre patrimonio cultural. Obtenido de Apuntes. *Revista De Estudios Sobre Patrimonio Cultural*. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8976>
- Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). Mcgraw-Hill.
- INPC, L. d. (2019). *Informe de resultados*. Morteros antiguos San Diego.
- Instituto Nacional de Cultura del Perú. (2007). *documentos fundamentales para el patrimonio cultural*, (1ª ed.). Instituto Nacional de Cultura del Perú, Ed.
- Kennedy, A., & Ortiz, A. (2010). *Recoleta de San Diego de Quito. Historia y restauración* (1ª ed.). Ediecuatorial, Ed.
- La Spina, V. (2014). *Los revestimientos continuos históricos en las fachadas de la Valencia intramuros: estudio histórico, caracterización y propuestas de conservación* [Tesis doctoral]. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Valencia, España.
- Lanas, J., & Alvarez, J. (2006). Preparación y ensayos de morteros de cal de nueva factura para su empleo en restauración del patrimonio. En *V Jornada "Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio"*. La Plata, Argentina.
- Lara, M., Sanz, D., & Del Pino, I. (2020). Morteros históricos en las construcciones de Quito de los siglos XVI, XVII y XVIII. *Ge-conservación N. 17*, 71-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7600262>
- Martinez, W., Alonso, M., Rubio, J. C., Bedolla, J. A., Velasco, F. A., & Torres, A. A. (2008). Comportamiento mecánico de morteros de cal apagada artesanalmente, de catácea y ceniza volcánica, para su uso en restauración y conservación de monumentos coloniales. *Revista de la Construcción*, 6. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612584009>
- Mas i Barbera, X. (2006). *Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de València, València, España.
- Ontiveros, E. (2006). *Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles*, (PH cuadernos 19 ed.). (Consejería de Cultura, Ed.) Sevilla, España: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.

- Ontiveros, E. (2015). *La cal y sus aplicaciones en la conservación de bienes culturales*. Blog de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico: <http://www.juntadeandalucia.es/cultura/blog/la-cal-y-sus-aplicaciones-en-la-conservacion-de-bienes-culturales/>
- Pingarrón, L. (2013). *La cal historia, propiedades y usos*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de investigaciones antropológicas. Recuperado de: https://www.academia.edu/10460845/La_Cal_Propiedades_y_Usos
- Pingarrón, L. y Villaseñor, I. (2012). *Los orígenes tecnológicos de la cal*. Cuicuilco., vol. 19, núm. 55, 11-41. www.redalyc.org/articulo.oa?id=35128270010
- PUCE, L. d. (2020). Informe de elaboración de morteros con materiales tradicionales (cal, barro, baba de nopal y paja).
- Sáenz, C., García, Abraján, Fabry, & Robert, A. (2016). El Nopal, una especie de zonas áridas productora de hidrocoloides naturales. *Revista técnico-profesional*, 60 - 68.
- Sánchez, V. (2012). *Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos*. [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Politécnica de Madrid Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica, Madrid, España.
- Silva Cascante, A. V., Vazquez Mora, C. A., & Uría Cevallos, G. R. (2020). *Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial (caso convento de San Diego)*. Project, Design and Management, 2(2), 95-118. <https://doi.org/10.29314/pdm.v2i1.433>.
- Universidad de Las Américas. (2016). *Quito, patrimonio de la humanidad*. <https://www.udla.edu.ec/2016/09/08/quito-patrimonio-de-la-humanidad/>
- Usedo, R. (2015). *Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico*. [Tesis Máster]. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Valera, J., & Olvera, M. (2016). *Materiales y técnicas constructivas*. SIACOT.
- Villalobos Ruiz, R. (2014). *Morteros de cal con mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica)*. [Tesis de pregrado]. Universidad autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, Mexico.

Fecha de recepción: 26/10/2021

Fecha de revisión: 04/11/2021

Fecha de aceptación: 02/02/2022