



VOLUMEN 1
NÚMERO 3
2024

SENPAI

SENPAI, año 1, No. 3, mayo – junio 2024. SENPAI es una publicación de investigación con periodicidad bimestral. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-041213101600-102, ISSN 3061-7308, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Fecha de última modificación 30 de junio de 2024.

ÍNDICE

1. **Empaques biodegradables para productos abrasivos.....1**
Biodegradable packaging for abrasive products
2. **CRM para la gestión de clientes.....18**
CRM for customer management
3. **Paneles solares en hotel ecoturístico ¿financieramente viable?.....36**
Solar panels in ecotourism hotel financially viable?
4. **Reducción de errores médicos en pediatría con Apps.....55**
Reduction of medical errors in pediatrics with Apps

Empaques biodegradables para productos abrasivos Biodegradable packaging for abrasive products

Juan Manuel Juárez Castillo

449802@uaeh.edu.mx

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Justo Fabián Montiel Hernández

justo_montiel@uaeh.edu.mx

ORCID 0000 – 0001 – 6890 - 6069

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

El sector industrial de abrasivos enfrenta un desafío significativo debido a la alta generación de residuos sólidos, especialmente derivados de empaques no reciclables como poliolefinas y PET, que contribuyen a la contaminación ambiental y al agotamiento de recursos fósiles. Esta situación ha llevado a un interés creciente en la adopción de empaques biodegradables como una alternativa más sostenible. Los empaques biodegradables, fabricados a menudo a partir de recursos renovables, ofrecen la ventaja de descomponerse en componentes inofensivos después de su uso, reduciendo así la acumulación de residuos. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos técnicos, como las propiedades de barrera y físicas, además de consideraciones económicas en comparación con los plásticos convencionales. La investigación propuesta busca explorar los empaques biodegradables en la protección de productos abrasivos mediante una revisión exhaustiva de la literatura científica, para destacar sus beneficios y las áreas que requieren mejoras para una adopción más amplia y efectiva en la industria.

Palabras clave: empaques biodegradables, abrasivos, PLA

ABSTRACT

The abrasives industrial sector faces a significant challenge due to the high generation of solid waste, especially derived from non-recyclable packaging such as polyolefins and PET, which contribute to environmental pollution and the depletion of fossil resources. This situation has led to a growing interest in the adoption of biodegradable packaging as a more sustainable alternative. Biodegradable packaging, often made from renewable resources, offers the advantage of breaking down into harmless components after use, thus reducing the accumulation of waste. However, its implementation faces technical challenges, such as barrier and physical properties, as well as economic considerations compared to conventional plastics. The proposed research seeks to explore biodegradable packaging in the protection of abrasive products through a comprehensive review of the scientific literature, to highlight its benefits and areas requiring improvement for broader and more effective adoption in the industry.

Keywords: biodegradable packaging, abrasive, PLA.

INTRODUCCIÓN

Los envases de plástico han contribuido notablemente al desarrollo de diversas industrias de los sectores de alimentos, bebidas, cosméticos, farmacéutica, construcción, transporte, medicina, electrónica y agricultura, debido a que estos materiales presentan características importantes como lo son la rentabilidad y durabilidad; generalmente están diseñados para ser productos desechables por su bajo costo y para asegurar y mantener altos estándares de higiene (Licciardello, 2024).

El uso creciente de los empaques de plásticos ha provocado diversos problemas de contaminación ambiental y de salud, por lo cual es inminente implementar medidas correctoras y preventivas en la gestión al final de su vida útil (Jeswani et al., 2023).

Desde la década de 1950 la comercialización de plásticos se ha vuelto de vital importancia en la vida diaria; entre 1950 y 1970 la producción de plásticos se multiplicó por 174 y se estima que se duplique para el año 2030. Estos materiales son útiles, duraderos y persistentes. En el año 2015 se estimó que el 79% de los residuos plásticos globales son desechados en vertederos o arrojados en el medio ambiente, el 12% se incineraron y solamente el 9% fueron reciclados (Diana, et al., 2022).

El sector del envasado y empaquetado es el mayor generador de desechos plásticos de un solo uso en el mundo. Aproximadamente el 36% de todos los plásticos producidos se utilizan en envases o embalajes (Llorenç Milà i Canals, 2024), lo cual representa un desafío importante en el manejo de estos residuos en este sector de la industria.

Considerando los efectos del cambio climático y las políticas de sostenibilidad ambiental, se proponen soluciones innovadoras para mitigar los impactos negativos al ambiente y a la salud pública, mediante la implementación de energías renovables, gestión y manejo de residuos, que ofrecen enfoques sustentables para abordar los desafíos ambientales globales y contribuyen de manera preponderante al desarrollo económico y social (Johnson y Schaltegger, 2020).

En el sector industrial se encuentra una gran área de oportunidad con respecto al material del embalaje de productos, que generalmente son elaborados a partir de materiales plásticos para garantizar y proteger los productos, cumpliendo de manera directa su función, pero generando grandes cantidades de residuos, provocando severos impactos negativos al ambiente, por lo que se están buscando nuevas opciones para cumplir con los principios de la sostenibilidad y la mejora de los envases y los empaques plásticos, para lo cual destacan el uso de la última tecnología para incursionar en el ámbito de los empaques flexibles, que procesen muy bien, y que tengan alta rigidez, alta resistencia y que se pueda hacer más con menos (Somlai, 2023).

Durante los primeros años del siglo XXI diversas industrias de la Ciudad de México se preocuparon por la conservación y la protección de sus productos mediante la utilización de empaques de plástico,

los cuales generan una gran cantidad de residuos contaminantes. En el año 2020 la industria de abrasivos en la Ciudad de México generó 4,000 toneladas mensuales de materiales de empaque, lo que representa una aportación de 0.001% de residuos sólidos que se generan en el país. Los empaques para la industria de los abrasivos son de suma importancia, debido a las características fisicoquímicas que presentan (Sedema,2020).

Particularmente la industria de abrasivos presenta un grave problema por la gran cantidad de empaques de plástico que utiliza y por ende la generación de altos niveles de desechos contaminantes. En la actualidad “la acumulación de residuos sólidos en rellenos sanitarios es una de las causas que contribuyen al calentamiento global por la generación de gases efecto invernadero como el dióxido de carbono” (Rodríguez y Martínez, 2013, p. 1).

En México la fabricación de productos abrasivos se compone por cerca de 43 establecimientos los cuales se encuentran distribuidos en el territorio nacional, con ingresos anuales estimados en MXN \$2,300 millones y con una plantilla de colaboradores cercana a las 2,600 personas (MarketDataMéxico, 2022).

En concordancia con un enfoque de sustentabilidad es medular implementar acciones para convertir los empaques en mono materiales cuando sea posible y materiales que sean compatibles para su proceso de reciclado y descomposición, lo que implica que la industria deberá repensarse en tanto la impresión y la conversión para la producción de los empaques y envases sigan la gran transformación a gran escala en la que se hallan inmersos, y reta a todos los convertidores que identifiquen las ventajas que tienen ante sí y que se preparen para hacerles frente hoy (Pettersen et al., 2020).

Debido a los diferentes problemas medioambientales que presenta el uso de plásticos convencionales para empaques se presenta una posible solución, la cual consiste en el uso de empaques biodegradables como una alternativa ambientalmente aceptable, cuyo propósito es la sostenibilidad de los empaques, así mismo, presentan una diversidad en materiales con características como es la durabilidad, las propiedades de barrera y vida útil del material protegido lo cual representa una solución innovadora para reducir los desechos del envasado (Mahmud et al., 2024).

El uso de los empaques biodegradables se encuentra en crecimiento en el año 2024, por lo que las industrias deben de sumarse a este cambio de paradigma debido a que los consumidores optan y prefieren en la mayoría de casos el consumo de productos con empaques biodegradables (Mahmud et al., 2024).

Antecedentes del problema

En el año 2020, en México se generaron 120,128 toneladas de residuos sólidos diariamente, aunado a la falta de cobertura de recolección de los mismos, lo que supondría que 19,377 toneladas de residuos no son recolectadas debido a que únicamente está cubierto el 83.87% del territorio. Se estima que únicamente 38,351 toneladas diarias de residuos son aprovechadas mediante el reciclaje o la recuperación de energía (Semarnat, 2020).

La producción mundial de plástico ha experimentado un rápido crecimiento desde la década de 1950, en el año de 2021 la producción anual se estimaba en 450 millones de toneladas métricas (Wu et al., 2021). Aunque la aportación de los plásticos en la industria ha sido de gran ayuda, la preocupación ambiental por la contaminación plástica toma relevancia debido a que en el año 2021 se generaron más de 340 millones de toneladas de residuos plásticos en todo el mundo, siendo el 46% producido por el sector de empaques utilizados en materiales cuya vida útil promedio es de 6 meses o menos (Wu et al., 2021).

Los empaques de plástico han contribuido al desarrollo de la industria debido a que presentan características importantes como es ligereza, versatilidad y bajo costo, en la mayoría de estos materiales están diseñados para ser de un solo uso; sin embargo, este tipo de materiales han generado y elevado los niveles de residuos (Licciardello, 2024).

La producción de empaques representa el 40% de la producción mundial de plástico, en su mayoría estos materiales están diseñados para ser desechados después de un solo uso, lo que provoca en términos de contaminación que casi la mitad se conviertan en residuos en menos de tres años (Economy, 2019).

La efectividad de utilizar envases reutilizables se basa en el sistema de depósito y devolución, lo que garantiza los recursos e inversiones para materiales de un solo uso, lo que provoca que los consumidores sean parte importante de este proceso (Licciardello, 2024).

Hasta los años noventa, casi el 90% de los materiales poliméricos en uso comercial se enterraban en basureros y alrededor del 10% se incineraban y únicamente en Estados Unidos en el año de 1991 se recicló el 2% (Newell, 2010).

No hay datos disponibles para medir los efectos ecológicos adversos de los contaminantes ambientales plásticos de aguas profundas, estos materiales se absorben o adhieren al fondo marino dependiendo de varios factores como es la biodisponibilidad y coeficientes de partición que varía según el tipo de polímero (Dasgupta et al., 2021).

Derivado de los problemas de salud causados por la Covid 19 muchas empresas presentaron dificultades al momento de conseguir algunos insumos para el empaquetado de sus materiales, uno de los más importantes fue el caso del cartón (El Financiero, 2021).

Algunos países han prohibido contaminantes orgánicos, los cuales afectan el sector marino entre los que se encuentran desechos de plásticos; se estima que entre 4.8 y 12.7 toneladas de plástico han entrado a los océanos, de los cuales 0.26 TM están flotando en los mares principalmente en forma de micro plásticos, el resto se hunde y se deposita en el fondo marino (Dasgupta et al., 2021).

Uno de los principales problemas que tiene la industria de abrasivos es la generación de altos niveles de desechos contaminantes. En la actualidad “la acumulación de residuos sólidos en rellenos sanitarios es una de las causas que contribuyen al calentamiento global por la generación de gases efecto invernadero como el dióxido de carbono” (Rodríguez y Martínez, 2013, p. 1).

Bajo este contexto, se hace el siguiente planteamiento del problema. Al considerar que los abrasivos se encuentran entre los productos que más se requieren en industrias como la construcción, automotriz, maderera, mueblera, aeroespacial, petrolera, metalmecánica y que esta industria genera altos niveles de residuos sólidos que tienen como destino final los rellenos sanitarios, se hace necesario buscar alternativas de empaques y embalajes de estos productos que sean amigables con el

medio ambiente, ya que el consumo de productos plásticos ha aumentado considerablemente año con año, lo que provoca que se agoten los recursos fósiles y provoquen una contaminación al medio ambiente por los desechos generados (Mahmud et al., 2024).

METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación se ubica en una investigación con enfoque cualitativo, de alcance exploratorio, teniendo como muestra la oferta de materiales de empaque y embalaje biodegradables disponibles en el mercado, haciendo uso para la recolección de datos de documentos escritos oficiales como preparados por razones oficiales, así como archivos personales del autor del proyecto, con un diseño de teoría fundamentada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción global de plásticos ha experimentado un rápido incremento desde 1950, en el año 2021 la estimación de la producción anual se encuentra en 450 millones de toneladas métricas.

Los métodos convencionales de fabricación y procesamiento son a partir de compuestos de polímeros sintéticos, donde las fuentes de fibras y polímeros provienen de materiales sintéticos. El uso de polímeros naturales para el envasado en lugar de polímeros convencionales a base de petróleo podría ser una solución para reducir los efectos ambientales.

En el año 2022, la primera elección para los diferentes productos son materiales de plástico debido a que son baratos y se permite la creación de diferentes formas de envase. Sin embargo, están causando un impacto ambiental creciente debido a sus propiedades de no biodegradabilidad intensificando el impacto ambiental. El consumo promedio estimado de plástico en la Unión Europea durante el período 2010-2019 se estimó en alrededor de 112-173 kg por habitante por año, siendo hasta 31 kg relacionados con los residuos de envases (Francisco Javier Leyva-Jiménez, 2022).

Los envases de plásticos ofrecen estabilidad a los alimentos y prolongan la alta vida de útil debido a la alta barrera, además proporcionan seguridad y protección al transporte. Como una excelente alternativa para sustituir los plásticos comerciales es la opción de sustituir estos plásticos por

biodegradables, los cuales ofrecen la posibilidad de ser degradados y compostados de su uso final, aportan también la posibilidad de trabajar como barrera o membrana selectiva al gas, la humedad y aroma. En la actualidad existen pocos polímeros biodegradables y compostables en el mercado, los cuales presentan características específicas para ciertos empaques. Un factor importante es la demanda que tiene actualmente el mercado sobre las características que deben de presentar dichos materiales, lo que ocasiona que se presenten diferentes desafíos en la generación de este tipo de materiales (Wu, Misra y Mohanty, 2021)

Para poder contrarrestar esta problemática, la industria ha comenzado a utilizar la química verde y la ingeniería ecológica, una opción viable es el uso de biopolímeros, los cuales son constituidos por largas cadenas de biomoléculas que son unidos mediante enlaces de tipo covalente para formar estructuras de mayor tamaño, en algunos casos estos llegan a ser hidrofílicos, lo que generará que se degraden fácilmente después de absorber el agua (Singh et al., 2021).

Los materiales biodegradables son aquellas sustancias que pueden sufrir alguna descomposición en agua, dióxido de carbono, metano y biomasa debido a la acción enzimática de los microorganismos. Para poder considerar como biodegradable lo ideal es que se degrade en un plazo aproximadamente entre 1-2 meses en condiciones de compostaje. Los biopolímeros con materiales poliméricos que cumplen con dicho criterio pueden sinterizarse a partir de materiales de partida biológicos, como azúcares, almidones, aceites y proteínas o elaborados a partir de recursos fósiles con estructuras químicas que permiten la biodegradación (Cheng et al., 2024).

La industria de los biopolímeros ha introducido una variedad de soluciones técnicas y materiales innovadores. Muchos plásticos de origen biológico ofrecen propiedades mejoradas para un rendimiento superior, incluyendo mayor transpirabilidad, mayor resistencia del material, menor grosor y mejores propiedades ópticas. Materiales nuevos como el PLA, PHA y PBS no solo mejoran el rendimiento, sino que también son compostables, proporcionando soluciones sostenibles al final de su vida útil. Otros materiales innovadores, como el furanoato de polietileno (PEF) al 100%, ofrecen mejores propiedades de barrera en comparación con los polímeros tradicionales y son fácilmente reciclables mecánicamente (He y Benson, 2013).

Los biopolímeros ofrecen beneficios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente debido a sus fuentes renovables y su biodegradabilidad, aunque hay desafíos que enfrentan como es el poseer una barrera inferior contra la humedad, baja temperatura, resistencia mecánica y alto costo en comparación con los termoplásticos tradicionales (Cheng et al., 2024).

Los polímeros derivados de fuentes renovables (de base biológica) o diseñados para ser biodegradables se definen como bioplásticos que pueden clasificarse como de origen biológico pero no biodegradable, es decir, de origen biológico politereftalato de etileno (Bio-PET) y polialcohol furfurílico (PFA), y a base de petróleo o de base biológica pero biodegradable, es decir, politereftalato de adipato de butileno (PBAT) y polilactida (PLA) (Wu, Misra y Mohanty, 2021).

Los polímeros termoplásticos se vuelven flexibles o moldeables por encima de una temperatura específica y se solidifica al enfriarse, por lo que les permiten a los polímeros como son PE, PP, PET y PS procesarse fácilmente y darles forma de envase como botella, contenedores y película de plástico; sin embargo, la mayoría de los termoplásticos convencionales no son biodegradables. Por el contrario, los polímeros biodegradables son capaces de descomponerse en sustancias naturales como agua, dióxido de carbono, metano y biomasa con la ayuda de microorganismos. Entre los polímeros biodegradables se encuentran el PLA, PHA, PBS y polímeros naturales como son los polisacáridos y proteínas (Cheng et al., 2024).

Los biopolímeros son biodegradables, ya que se descomponen en el suelo por la acción de organismos naturales y subproductos orgánicos de hojas como CO₂ y H₂O que son seguros para el medio ambiente (Othman, 2014).

Cada vez más los biopolímeros se han introducido como opción renovable para materiales de embalaje y alternativas reales para evitar usar polímeros a base de petróleo. Entre las muchas opciones que se encuentran en el mercado destacan los polisacáridos (derivados de almidón y celulosa, quitosano y alginatos), lípidos (abejas, cera de carnauba y ácidos grasos libres), proteínas (caseína, suero y gluten), polihidroxibutiratos (PHB), ácido poliláctico (PLA), policaprolactona (PCL), alcohol polivinílico (PVA), succinato de polibutileno y sus mezclas de biopolímeros. El ácido glicólico (PGA) ha recibido especial atención debido a sus excelentes propiedades de barrera y producción de su precursor, el ácido glicólico, a través de una ruta metabólica natural (Youssef y El-Sayed, 2018).

En la actualidad, los plásticos renovables son los más importantes en la industria y se espera que experimenten un gran crecimiento en los próximos años. Gracias a la fuente de las materias primas utilizadas para su fabricación, estos materiales ayudan a la industria a disminuir su dependencia de los recursos fósiles. Además, los plásticos biodegradables presentan una ventaja significativa en la gestión de residuos, ya que pueden ser procesados junto con otros residuos orgánicos en plantas de compostaje (European Bioplastics, 2024).

A continuación, tres biopolímeros.

PLA

El Ácido Poliláctico (PLA) es un poliéster alifático termoplástico derivado del ácido láctico, conocido químicamente como ácido 2-hidroxipropanoico (LA). El PLA tiene una rigidez similar a la del poliestireno (PS) y el tereftalato de polietileno (PET). Se obtiene principalmente de recursos renovables que son fácilmente biodegradables, como el almidón de maíz, tapioca, remolacha azucarera, caña de azúcar, así como almidones de arroz, trigo y patata. Esto permite que el PLA se degrade en dióxido de carbono y agua gracias a la acción de hongos específicos (Ren, 2011).

En la actualidad, el ácido láctico se utiliza como monómero en la producción de PLA, que se emplea extensamente como plástico biodegradable. Este plástico es una opción viable para reemplazar los plásticos convencionales derivados del petróleo, ya que emite menos dióxido de carbono y contribuye a mitigar el calentamiento global, sin la necesidad de rediseñar productos o invertir significativamente en nuevos equipos de procesamiento (Ren, 2011).

Gracias a las ventajas que ofrece el PLA debido a sus excelentes propiedades y facilidad de procesamiento, se ha demostrado ser un material prometedor con una amplia variedad de aplicaciones tanto en la industria como en productos básicos. Los envases y empaques para alimentos y bebidas son la aplicación más prometedora, ya que diversos estudios económicos han demostrado que el PLA es un material viable económicamente para su uso como envase de polímero. Además, debido al alto consumo de productos precocinados, el PLA ayuda



significativamente a mitigar el impacto ambiental, ya que es un material biodegradable (Sin, Rahmat y Rahmat, 2013).

PHA

Los polihidroxialcanoatos (PHA) son polímeros biodegradables obtenidos mediante fermentación microbiana a partir de varios sustratos, principalmente azúcares, que se sintetizan de diversas fuentes naturales. Una opción alternativa para su obtención es el uso de biomasa lignocelulósica (Alexander-Guancha, Realpe-Delgado y García Celis, 2022).

Los polihidroxialcanoatos (PHA) son biopoliésteres producidos dentro de ciertas células microbianas como una reserva de carbono y energía. Una vez extraídos de estas células, muestran propiedades físicas comparables a las de los plásticos derivados del petróleo. Desde la década de 1980, los PHA han sido objeto de un intenso estudio y siguen siendo un área de investigación relevante, especialmente como reemplazo de los plásticos petroquímicos. Esto se debe a que los PHA son completamente biodegradables y se pueden producir a partir de fuentes de carbono renovable (González García et al., 2013).

La principal ventaja de los polihidroxialcanoatos (PHAs) es su capacidad para biodegradarse. Los gránulos de PHAs son hidrolizados por microorganismos que los utilizan como fuentes de carbono y energía. Estos microorganismos secretan depolimerasas que se adhieren a la superficie del polímero y lo descomponen en monómeros individuales. La velocidad de degradación depende tanto de la naturaleza del polímero como de las condiciones ambientales a las que se exponga. Se ha observado que los PHAs pueden degradarse en una amplia variedad de entornos, incluyendo condiciones aeróbicas, anaeróbicas, salinas y marinas (Serrano Riaño, 2010).

PBS

El succinato de polibutileno (PBS) es un poliéster alifático biodegradable conformado por la repetición de unidades de butileno succinato, posee propiedades termomecánicas y biodegradables (Rudnik, 2013).



El polibutileno succinato (PBS) posee propiedades mecánicas similares a las de los polímeros comerciales basados en petróleo, como el polietileno y el polipropileno, incluyendo una buena resistencia a la tracción y flexibilidad. Estas cualidades lo hacen adecuado para varias aplicaciones, como el uso médico, empaques de alimentos, películas plásticas y utensilios de mesa. Sin embargo, enfrenta retos como la falta de estabilidad durante el procesamiento por fusión y la disminución de sus propiedades mecánicas en el post-procesamiento. Estos inconvenientes dificultan su adopción amplia en sectores que demandan altos estándares de rendimiento, como las fibras y textiles (Ding et al., 2024).

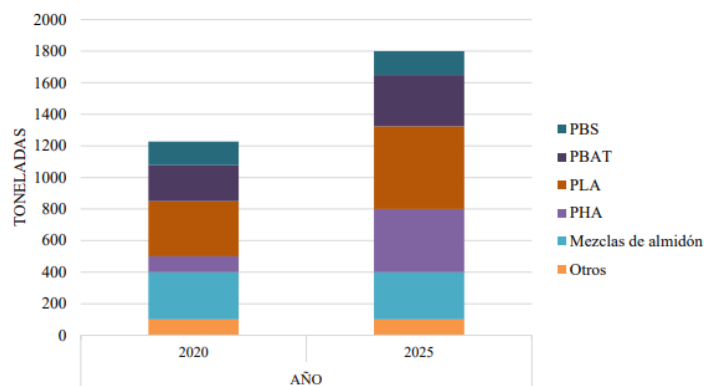
PLA, PHA y PBS

Los materiales biodegradables revisados: el ácido poliláctico (PLA), los polihidroxialcanoatos (PHA) y el succinato de polibutileno (PBS), son materiales innovadores que ofrecen soluciones con funcionalidades completamente nuevas, como la biodegradación y la compostabilidad, con proyecciones a 2025 que se muestra en la figura 1.

El de mayor crecimiento será PHA, seguido de PLA y ligeramente incrementa la producción de PBS.

Figura 1.

Producción global de bioplásticos 2020 - 2025



Nota: Bioplástico Europeo (2020).

Propuesta: PLA

De acuerdo a la revisión hecha de los empaques y embalajes convencionales y biodegradables, se encuentra que el material propuesto para la industrial de los abrasivos es el PLA.

Como ya se ha mencionado, el ácido poliláctico (PLA) es un poliéster alifático termoplástico cuya molécula precursora es el ácido láctico (químicamente, ácido 2-hidroxipropanoico, LA). El PLA presenta una rigidez similar al polietileno (PS), o el poli tereftalato de etilo (PET) (Auras et al., 2011). Normalmente deriva de recursos renovables que son fácilmente biodegradables como por ejemplo productos como el almidón de maíz, tapioca, remolacha azucarera o caña de azúcar, almidones de arroz, trigo y patata. Dado esto, puede ser degradado en dióxido de carbono y agua por la acción de hongos adecuados (Ren, 2011).

Hoy en día, el ácido láctico se utiliza como monómero para la producción de PLA que tiene amplia aplicación como plástico biodegradable. Este tipo de plástico es una buena opción para la sustitución de plástico convencional producido a partir de aceite de petróleo debido a la baja emisión de dióxido de carbono que contribuye al calentamiento global (Ren, 2011) y sin necesidad de rediseñar productos o ejecutar grandes inversiones en nuevos equipos de proceso (Galactic Laboratories, 2000). El PLA es un polímero versátil, reciclable y compostable (al menos alguno de sus grados), con alta transparencia, alto peso molecular y fácilmente procesable.

Propiedades

El PLA presenta muy buenas perspectivas de mercado y un valor comercial excelente, con una gama de aplicaciones que van desde un uso industrial hasta el civil. El interés de producir en masa dicho producto, se debe en parte a sus buenas propiedades. Posee buenas características en cuanto a brillo, transparencia, tacto, resistencia al calor (puede soportar temperaturas de 110°C) y un alto módulo de elasticidad y alta dureza. Tiene suficiente estabilidad térmica para retardar la degradación (que depende del tiempo, la temperatura, las impurezas de bajo peso molecular y la concentración de catalizador) (Abdel-Rahman et al., 2013) y mantener el peso molecular y el rendimiento.



Sus propiedades mecánicas son buenas en comparación con otros biopolímeros, pero presentan, sin embargo, baja resistencia al impacto (aumenta al aumentar la cristalinidad y el peso molecular). Puede presentar en algunos grados dureza, rigidez, resistencia al impacto y elasticidad similares a las del PET, pero es más hidrofílico y tiene una densidad más baja. El PLA puede ser tan duro como el acrílico o tan blando como el polietileno, rígido como el poliestireno o flexible como un elastómero.

Al PLA se le atribuyen también propiedades de interés como la suavidad, resistencia al rayado y al desgaste. Además, se puede procesar, como la mayoría de los termoplásticos, en fibra (por ejemplo, usando el proceso convencional de hilatura por fusión) y en película. En definitiva, el PLA se puede formular para ser tanto rígido como flexible con otros materiales. Su buena biocompatibilidad lo ha llevado a ser ampliamente utilizado (Vasir et al., 2007).

Por otra parte, hay que resaltar que la tecnología empleada para la fabricación de PLA es muy reciente, solamente han pasado 10 años frente a los casi 100 de existencia de la petroquímica del plástico, durante los cuales ha ido mejorando. Otro de los inconvenientes del PLA puede ser el hecho de que al crecer su consumo se deberá generar mayor cantidad de sembradíos para satisfacer la demanda de materia prima para su obtención, lo que elevaría el desmonte de los suelos para ser sembrados.

A continuación se presenta la tabla 1, en donde se muestra el tipo de polímero, su permeabilidad, permeabilidad al oxígeno, las propiedades mecánicas y la biodegradabilidad.

Tabla 1.
Características de polímeros

Polímero	Permeabilidad a la humedad	Permeabilidad al oxígeno	Propiedades mecánicas	Biodegradabilidad/ Desintegración
PHB	Medio	Medio	Satisfactorio	3-12 meses
PLA	Medio	Alto	Satisfactorio	3-meses
PP	Alto	Muy alto	Moderado	>500 años
LDPE	Bajo	Muy alto	Moderado	>150 años
HDPE	Medio	Medio	Satisfactorio	>150 años
PET	Medio	Medio	Satisfactorio	>300 años
PS	Alto	Muy alto	Moderado	>500 años



El ácido poliláctico (PLA) tiene el potencial para reemplazar materiales convencionales como el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE), el PET (tereftalato de polietileno) y el PS (poliestireno) en aplicaciones de embalaje debido a sus propiedades mecánicas adecuadas para este propósito. Sin embargo, los biopolímeros como el PLA presentan limitaciones como menor resistencia a la humedad, temperatura de descomposición térmica, fuego, rayos UV y resistencia biológica en comparación con los plásticos tradicionales. Se están investigando métodos para mejorar estas características, como el refuerzo con fibras naturales de origen animal o vegetal, como la seda, pluma de pollo, paja de arroz y yute, lo cual ha demostrado aumentar la elasticidad, estabilidad térmica, módulo de tracción y resistencia al impacto en diversas combinaciones.

CONCLUSIONES

En cuanto al impacto ambiental de los plásticos tradicionales, se concluye que la producción mundial de plástico ha crecido exponencialmente desde la década de 1950, alcanzando 450 millones de toneladas métricas en 2021. De estos, el 46% se destina a empaques de corta vida útil, generando una considerable cantidad de residuos. En México, se generan más de 120,000 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales una gran parte no es recolectada ni reciclada, exacerbando la contaminación ambiental.

Respecto a los beneficios ambientales de los materiales biodegradables, se llega a la conclusión que los materiales biodegradables contribuyen significativamente a la disminución de residuos sólidos, ya que se descomponen de manera más rápida y segura que los plásticos tradicionales. Esto ayuda a reducir la acumulación de desechos en vertederos y la contaminación de ecosistemas marinos y terrestres. Y la producción y el uso de bioplásticos como el PLA y el PHA reducen la dependencia de recursos fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es crucial en la lucha contra el cambio climático y en la promoción de prácticas industriales sostenibles.

En el estudio también se encontraron desafíos y limitaciones, como las propiedades mecánicas y económicas: aunque los bioplásticos presentan muchas ventajas, también enfrentan desafíos significativos en términos de costos y propiedades mecánicas. La producción de PLA, por ejemplo, puede requerir grandes extensiones de tierras agrícolas, lo que podría generar conflictos de uso del

suelo. Además, mejorar las propiedades mecánicas de los bioplásticos sigue siendo un área de investigación activa.

Respecto a las implicaciones para la industria de abrasivos, que es el tema central del proyecto, la industria de abrasivos, que genera altos niveles de residuos sólidos, puede beneficiarse significativamente de la adopción de empaques biodegradables. El uso de materiales como el PLA puede reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos y mitigar el impacto ambiental de la industria.

Referente a la innovación y sostenibilidad, se concluye que la transición hacia empaques biodegradables requiere inversiones en investigación y desarrollo, así como en la modificación de procesos industriales. Sin embargo, esta transición también ofrece oportunidades para innovar y posicionarse como líderes en sostenibilidad dentro del sector.

En conclusión, la implementación de empaques biodegradables como el PLA en la industria de abrasivos no solo es una alternativa viable, sino también una necesidad urgente para reducir el impacto ambiental de los residuos sólidos. La adopción de estos materiales puede contribuir a un ciclo de vida más sostenible y a la mitigación de la contaminación ambiental, alineándose con las políticas de sostenibilidad y los objetivos de desarrollo económico y social. La investigación y el desarrollo continuos serán esenciales para superar las limitaciones actuales y maximizar el potencial de los bioplásticos en la industria.

REFERENCIAS

- Cheng, J., Gao, R., Zhu, Y. y Lin, Q. (2024). Applications of biodegradable materials in food packaging : A review. *Alexandria Engineering Journal*, 91(January), 70–83.
- Dasgupta, S., Peng, X., Xu, H., Ta, K., Chen, S., Li, J., & Du, M. (2021). Deep seafloor plastics as the source and sink of organic pollutants in the northern South China Sea. *Science of the Total Environment*, 765.
- Diana, Z., Reilly, K., Karasik, R., Vegh, T., Wang, Y., Wong, Z., Dunn, L., Blasiak, R., Dunphy-Daly, M. M., Rittschof, D., Vermeer, D., Pickle, A., & Virdin, J. (2022). Voluntary commitments made by the world's largest companies focus on recycling and packaging over other actions to address the plastics crisis. *One Earth*, 5(11), 1286–1306.

- Economy, T. C. (2019). The Circular Economy and Packaging : Challenges and Avenues for Reflection. May 2018.
- He, W. y Benson, R. (2013). Polymeric biomaterials. Handbook of biopolymers and biodegradable plastics. Sina Ebnesajjad:
- Jeswani, H. K., Perry, M. R., Shaver, M. P., & Azapagic, A. (2023). Biodegradable and conventional plastic packaging: Comparison of life cycle environmental impacts of poly (mandelic acid) and polystyrene. Science of the Total Environment, 903(August), 166311.
- Johnson, M. P., & Schaltegger, S. (2020). Entrepreneurship for Sustainable Development: A Review and Multilevel Causal Mechanism Framework. Entrepreneurship: Theory and Practice, 44(6), 1141–1173.
- Licciardello, F. (2024). reuse. Current Opinion in Food Science, 56, 101131.
- Mac Arthur Foundation (2024). Eliminar la contaminación por plástico. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/plasticos/vision-general>
- Mahmud, M. Z. Al, Mobarak, M. H., & Hossain, N. (2024). Emerging trends in biomaterials for sustainable food packaging: A comprehensive review. Heliyon, 10(1), e24122.
- Newell, J. (2010). Ciencias de los Materiales. Alfaomega: México.
- Pettersen, M. K., Grøvlen, M. S., Evje, N., & Radusin, T. (2020). Recyclable mono materials for packaging of fresh chicken fillets: New design for recycling in circular economy. Packaging Technology and Science, 33(11), 485–498.
- Rodríguez, C. M., & Martínez, P. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. Producción + Limpia, 8(1), 80–90.
- Singh, R., Gautam, S., Sharma, B., Jain, P., & Chauhan, K. D. (2021). Biopolymers and their classifications. In Biopolymers and their Industrial Applications. Elsevier Inc.
- Wu, F., Misra, M. y Mohanty, A.K. (2021). Challenges and new opportunities on barrier performance of biodegradable polymers for sustainable packaging. Progress in Polymer Science, 117(-), 258-269.



CRM para la gestión de clientes CRM for customer management

Abraham Hernández Fernández

abherfer@gmail.com

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Suly Sendy Pérez Castañeda

sulysp@uaeh.edu.mx

ORCID 0000 – 0002 – 3763 - 9233

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

Un aspecto muy importante dentro de las empresas es el manejo de la información particularmente aquella que provienen de los clientes y los esfuerzos comerciales que se dedican a obtenerla y por este motivo han sido diseñados diferentes paquetes informáticos que la administran y gestionan diferentes funcionalidades propias de cada empresa. Estos programas han recibido el nombre de CRM, acrónimo de Customer Resources Management.

Sin embargo y como se puede esperar, estos softwares representan una inversión que la mayoría de las empresas, que no desean realizar y para ello el presente proyecto desarrolla los estudios de mercado, técnico, administrativo y legal y económico y tras la realización de una evaluación económica y financiera determina la viabilidad de la adquisición de un CRM tomando como ejemplo de desarrollo a una empresa de mediano tamaño del estado de Hidalgo, México.

Palabras clave: CRM, clientes, proyecto de inversión.



ABSTRACT

A very important aspect within companies is the management of information, particularly that which comes from customers and the commercial efforts that are dedicated to obtaining it, and for this reason different computer packages have been designed that administer and manage different functionalities of each company. These programs have been called CRM, an acronym for Customer Resources Management.

However, and as can be expected, these softwares represent an investment that most companies, which do not wish to carry out and for this the present project develops market, technical, administrative, legal and economic studies and after carrying out an economic and financial evaluation determines the feasibility of the acquisition of a CRM taking as an example of development a medium-sized company in the state of Hidalgo, Mexico.

Keywords: CRM, clients, investment project.

INTRODUCCIÓN

En este siglo se ha prestado una atención especial al incremento en la atención del servicio al cliente. Los sistemas organizacionales deben dar respuesta, en el menor tiempo posible y con el mínimo costo, a las necesidades de sus clientes, las que cada vez son más diversas e individualizadas, así como garantizar la competitividad necesaria que les permita permanecer en el mercado (Herrera González, et al., 2021).



Con las nuevas tendencias del mercado, nacen nuevas interrogantes importantes para las empresas como ¿las organizaciones realmente se encuentran aceptando que el servicio no solo se trata de atención?, ¿están las empresas listas para adaptarse a las tecnologías y mejorar sus procesos? y ¿los empleados están realmente capacitados para fidelizar a los clientes?

Para contestar estas interrogantes se hace necesario el establecimiento de un modelo que apropie tecnología en información y procesos de simplicidad de negocios, con la finalidad de recolectar datos y hechos significativos de los clientes, a través de la interacción con ellos (Torres Sánchez, et al., 2020). Una herramienta que responde a esta necesidad es el CRM, que implica manejar información detallada de cada cliente reconociendo a cada uno de ellos como -el activo más importante de la empresa- y centrando los procesos entorno a él (Checasaca Julca, et al., 2022), logrando crear relaciones estrechas para fomentar la lealtad, entendida como el vínculo que une a una persona con una marca o empresa a nivel afectivo y de comportamiento (Halliday, 2016).

Bajo este contexto, la gestión de clientes se define como el proceso de gestionar la relación entre una organización, su gente y sus clientes a lo largo del tiempo. Para un éxito continuo, una empresa debe alinear su estrategia de clientes con las metas y objetivos de la entidad, por lo que su rentabilidad depende de su habilidad para identificar, desarrollar y retener clientes rentables (Alvarado Quispe, 2023).

Ante esta definición es importante reconocer que actualmente los mercados se diferencian menos en sus ofertas y los clientes son más exigentes y dispuestos a sustituir un producto por otro, por tanto, la diferenciación entre empresas se busca al incrementar el valor añadido por el servicio, de ahí la necesidad práctica de elevar los niveles de servicio al cliente con el objetivo de incrementar su competitividad (Herrera González, et al., 2021).

Desde el campo del marketing, el servicio al cliente busca mantener e intensificar relaciones beneficiosas entre las partes para lograr la satisfacción y la lealtad; proceso que inicia con la diferenciación de los productos y servicios a través de una propuesta de valor alimentado por el acceso de información valiosa al cliente (Arango Arambur y Granados Maguiño, 2021).

Sin embargo, esta propuesta no es sencilla de lograr, la gestión de la relación con los clientes en el desarrollo comercial de las empresas plantea varios problemas, como:

- Fracaso de la empresa sin estructura de modelo de negocio

Según un estudio del banco BBVA (2024), entre el 70 y 80% de las empresas que inician sin estructura de modelo de negocio fracasan en el primer año. La falta de una gestión eficiente de clientes y una calidad extraordinaria que cautiven y fidelicen a los clientes se identifica como una causa significativa de estos fracasos.

- Necesidad de establecer una base de lealtad

Se destaca la importancia de segmentar mercados, ser selectivos en la adquisición de clientes y administrar una base de clientes de manera efectiva para establecer una base de lealtad sólida. La falta de una estrategia para fomentar la lealtad de los clientes puede ser un problema en la gestión de clientes (Zambrano Verdesoto, 2020).

Estos problemas resaltan la importancia de una gestión efectiva de la relación con los clientes para el desarrollo comercial de las empresas y subrayan la necesidad de implementar estrategias y herramientas para abordar estos desafíos y lograr el éxito en el mercado.

Una de las herramientas de marketing que facilita este trabajo es la Gestión de Relaciones con los Clientes (CRM), la cual permite interacciones comunicativas sólidas y continuas a partir de la oferta de productos y servicios adaptados a las necesidades del cliente (Arango Arambur y Granados Maguiño, 2021). El CRM es definido como una estrategia de negocio que utiliza la tecnología de la información para que la organización tenga un panorama total e integrado de cada segmento; de esta forma los procesos y las interacciones con los clientes pueden permitir una relación beneficiosa para las partes (Zikmund, McLeod y Gilbert, 2004).

Al respecto, Pan y Lee (2003) definen al CRM como una estrategia de negocio que se desarrolla mediante el trabajo interfuncional de diversas áreas de atención al cliente a través de la eficacia en la gestión de personas, procesos y tecnología. Sin embargo, el CRM no solo está relacionado a tecnología o software, sino lo importante es entenderlo como un enfoque estratégico integral que



permite gestionar la evolución de la relación con los clientes para dar respuesta a las necesidades cambiantes de los mercados (Finnegan y Currie, 2010).

Por otra parte, el éxito de todo proceso de CRM está en la implementación integral de un determinado periodo de tiempo en ciertos elementos clave como alineación organizacional, estrategia, tecnología y gestión de clientes (Dalla, Goetz y Sahut, 2018).

A decir de Rivera (2016) y Taolongo (2013), para mejorar la gestión de los clientes, el CRM plantea las siguientes soluciones:

- Segmentación correcta de clientes: desarrollar una estructura tecnológica para el CRM que permita realizar una segmentación adecuada de los clientes. Esto ayuda a personalizar las interacciones y estrategias comerciales para atender las necesidades específicas de cada segmento.
- Diseño de estrategias de marketing relacional: implementar estrategias de marketing relacional para crear una interacción más cercana y personalizada con los clientes. Esto puede contribuir a fortalecer la relación con los clientes y fomentar la lealtad.
- Elaboración de presupuesto para la implementación del CRM: establecer un presupuesto destinado a la implementación y mantenimiento del CRM en la empresa. Contar con recursos financieros adecuados garantiza una implementación efectiva y sostenible del sistema.
- Optimización de recursos en el área de servicio al cliente: utilizar el CRM como una herramienta importante para optimizar los recursos en el área de servicio al cliente. Esto puede mejorar significativamente la gestión de atención al cliente y la calidad del servicio ofrecido.
- Ofrecer servicios personalizados y adaptados a las necesidades de cada cliente: utilizar el CRM para ofrecer productos y servicios según las necesidades específicas de cada



cliente. Esto ayuda a mejorar la experiencia del cliente y fortalecer la relación a largo plazo.

Implementar estas soluciones al utilizar CRM puede contribuir a mejorar la eficiencia en la gestión de clientes, fortalecer las relaciones comerciales y aumentar la satisfacción y fidelización de los clientes en la empresa.

Bajo este contexto, el planteamiento del problema del proyecto es: ¿la adquisición y operación de un CRM en empresas es viable económica y financieramente para eficientizar la relación con los clientes e incrementar las ventas?

A decir de Herrera González, et al. (2021), la gestión del servicio al cliente es de vital importancia para las empresas, por varias razones, entre las que se encuentran:

- Diferenciación competitiva
En un mercado donde las ofertas de productos son similares, la calidad del servicio al cliente puede ser un factor diferenciador crucial para destacarse de la competencia y atraer y retener clientes.
- Valor agregado
Mejorar el servicio al cliente agrega valor a la oferta de la empresa, lo que puede influir en la percepción de los clientes sobre la marca y generar lealtad a largo plazo.
- Mejorar la competitividad
Un servicio al cliente eficaz puede contribuir a la mejora de la competitividad de la empresa al satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes de manera efectiva, lo que puede traducirse en mayores ventas y rentabilidad.

La gestión del servicio al cliente no solo impacta directamente en la satisfacción y fidelización de los clientes, sino que también puede ser un factor determinante en la posición competitiva de la empresa en el mercado.



La dependencia empresa – cliente demanda dirigir los ejes sustanciales como son ventas, marketing y servicios y esto conlleva a que se genera una gestión de relación con el cliente con el uso de aplicaciones informáticas (Chen y Popovich, 2003), por lo que el CRM es un modelo de gestión de vinculación con los clientes, las organizaciones empresariales modernas.

El servicio de atención a los clientes o la interacción con los consumidores está cambiando y redireccionando a la comercialización en los distintos modelos de negocios. A decir de Alaei (2013), la táctica del Customer Relationship Management (CRM) busca construir relaciones cercanas entre una empresa y sus clientes para conservarlos como parte de la organización. Butler (2018) afirma que el CRM identifica, desarrolla, integra y focaliza las distintas competencias empresariales en el cliente, con la finalidad de generar un valor a largo plazo en los segmentos de los clientes, actuales como potenciales. Y agrega que es indispensable considerar los tres aspectos del CRM: la orientación al mercado, las tecnologías de la información y la integración.

El CRM estudia con severidad los servicios tanto de los compradores como de los vendedores y de los contrincantes, para construir estrategias de defensa contra todas y cada una de las organizaciones que se encuentran vigentes en el mercado, con el objeto de que el CRM se centre en ofrecer mayor juicio del consumidor, concentrando la investigación en una sola data para evitar dispararla y evitar que se generen problemas en los datos recopilados, lo que ayudará a construir nuevos perfiles de los diferentes tipos de consumidores, a la vez contribuirá en el aumento de la complacencia y la lealtad de los compradores, lo que consecuentemente incrementará las ventas para la organización (Herrera González, et al., 2021).

METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología, se realizó de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de proyectos de inversión, a través de la evaluación económica y financiera de la adquisición y operación de un CRM que se oferta en el mercado mexicano, en el sector manufacturero, en el Departamento de Comercialización de las empresas.

La evaluación económica y financiera se llevó a cabo en un horizonte de 5 años, correspondiente únicamente a la compra y operación del CRM en el Departamento de Comercialización, considerando las condiciones promedio de número de empleados y montos de venta en que se encuentran las pymes en este sector, a través de los indicadores de punto de equilibrio, tasa interna de retorno, valor presente neto y periodo de recuperación.

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es la cantidad de ingresos que igualan a la totalidad de costos y gastos en que incurre normalmente una empresa (Morales Castro y Morales Castro, 2009). El punto de equilibrio se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{CF}{PV - CV}$$

Donde

Pe = Punto de equilibrio

CF = Costo fijo

CV = Costo variables

PV = Precio de venta

Es necesario calcular el punto de equilibrio de cada año con el fin de conocer si las ventas alcanzan a cubrir los costos y gastos del proyecto de inversión (Morales Castro y Morales Castro, 2009).

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La Tasa Interna de Rendimiento se interpreta como la tasa máxima que produce una inversión en un tiempo determinado. Es viable la realización de un proyecto cuando este genera por lo menos una tasa igual o mayor que el costo de las fuentes de financiamiento, es decir el capital promedio ponderado (Morales Castro y Morales Castro, 2009).

La TIR es la tasa de interés utilizada en el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), que logra volver luego de los periodos estipulados el VPN igual a 0, su resultado se simplifica a un solo valor



porcentual, que se encarga de medir el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto (Mejía Montañez y Cortés Gómez, 2019).

La Tasa Interna de Retorno se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\sum_{T=0}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^n} = 0 = VPN$$

Donde

Ft = Flujo de efectivo neto en el periodo t

n = número de periodos

VPN = Valor actual neto

TIR = Tasa interna de retorno

La TIR del proyecto de inversión debe ser superior que la tasa utilizada para descontar los flujos de efectivo en la valuación, y que al fijar la tasa de interés ésta debe contemplar el costo de financiamiento, la tasa de rendimiento exigida y el riesgo del giro específico (Morales Castro y Morales Castro, 2009).

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto es la diferencia de los flujos netos de efectivo y el valor actual de la inversión, cuyo resultado se expresa en dinero. (Morales Castro y Morales Castro, 2009). Es el método más conocido y generalmente más aceptado por los evaluadores de proyectos, pues mide el excedente resultante después de recuperar la inversión inicial (Carrillo Rosero, et al., 2019).

Morales Castro y Morales y Castro (2009) definen la VAN como la suma de los valores actuales o presentes de los flujos netos de efectivo, menos la suma de los valores presentes de las inversiones netas y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} - \left[IIN - \frac{VS}{(1+i)^n} \right]$$



Donde

VAN = Valor presente neto

FNE = Flujo neto de efectivo

IIN = Inversión inicial neta

i = tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

El resultado de la fórmula para obtener el VAN, de acuerdo a Morales Castro y Morales Castro (2009) puede presentar tres resultados posibles:

– VAN > 0

Cuando el resultado es positivo representa el importe de dinero que se logra como ganancia adicional después de recuperar la inversión y la tasa mínima de rendimiento.

– VAN = 0

Si el resultado es cero es porque se recuperó sólo la inversión y la tasa mínima de rendimiento que se estableció desde el inicio. En este caso el proyecto es aceptable, siempre y cuando en la tasa de descuento que se utiliza se incluya el costo del financiamiento del proyecto de inversión y la tasa de rendimiento que compense el riesgo inherente al proyecto objeto de análisis.

– VAN < 0

En los casos que el resultado del valor presente neto es negativo, se muestra el importe de dinero faltante para cumplir con la recuperación del monto de la inversión inicial neta (IIN) y de la tasa mínima de rendimiento que se estableció al principio y por lo tanto no es el mejor escenario.

Periodo de Recuperación de la Inversión

El Periodo de Recuperación de la Inversión representa el tiempo que se requerirá para recuperar la inversión inicial neta, es decir, en cuántos años los flujos de efectivo igualarán el monto de la inversión inicial (Morales Castro y Morales Castro, 2009). La fórmula que se utiliza para calcular el periodo de recuperación es la siguiente:



$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Flujo neto de efectivo}}$$

El criterio de evaluación indica que, en la medida que el tiempo de recuperación sea menor, el riesgo del proyecto de inversión también disminuye.

Cuando se utiliza el método de periodo de recuperación es importante establecer el periodo máximo de recuperación que se acepta para los proyectos de inversión de la empresa que formula su presupuesto de capital, a fin de seleccionar los proyectos que cumplan con ese requisito (Morales Castro y Morales Castro, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo que la evaluación financiera del proyecto de inversión determina de manera cuantitativa y monetaria el costo de operación del proyecto y su crecimiento, permitiendo evaluar la rentabilidad del proyecto, visualizar su rentabilidad y la recuperación del mismo en el tiempo, a continuación se presentan los resultados de los indicadores financieros calculados para determinar la viabilidad del proyecto. Los indicadores son punto de equilibrio, tasa interna de rendimiento, VAN y periodo de recuperación.

Punto de equilibrio

Con base en la fórmula para el cálculo del punto de equilibrio, que es la siguiente:

$$Pe = \frac{CF}{PV - CV}$$

Se calculó el punto de equilibrio del proyecto, considerando los costos fijos¹, el precio de venta² y el costo variable³, teniendo como resultado que en los 5 años de horizonte del proyecto el punto de

¹ Costos fijos = \$ 2,393,866.00 pesos mexicanos.

² Precio de venta promedio = \$ 1,530,000.00 pesos mexicanos.

³ Costo variable promedio = \$ 994,500.00 pesos mexicanos.

equilibrio es 4 ventas, que equivale a \$6,120,000.00 pesos mexicanos, dentro del promedio calculado. Lo que indica que una vez alcanzando las 4 ventas, los costos y gastos igualan los ingresos, lo que implica que no hay pérdida ni ganancia y que a partir de alcanzar el punto de equilibrio el resto de los ingresos representan ganancia.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Considerando que la fórmula para el cálculo de la TIR es la siguiente :

$$\sum_{T=0}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^n} = 0 = VPN$$

Se realizó el cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento del Inversionista, que representa la aportación del 50% que realizaría con recursos propios, y además se calculó la Tasa Interna de Rendimiento del proyecto, que representa el 50% de la inversión aportada a través del financiamiento bancario.

Considerando los flujos de caja libre del inversionista y de la empresa, que se muestran en la tabla 1, se aplica la fórmula.

Tabla 1.

Flujos de caja libre de empresa e inversionista

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
= FCL Empresa	-36,775,928	25,755,957	80,579,636	88,858,691	97,994,459	108,073,952
= FCL inversionista	-18,387,964	19,701,847	74,525,527	82,804,581	91,940,349	102,019,842

Nota: elaboración propia.

La TIR de la empresa es de 136%, considerando un costo promedio ponderado del 22.15%⁴.

La TIR del inversionista es del 209%, considerando una tasa mínima aceptable del 25%⁵.

⁴ El costo promedio ponderado se consideró se calculó ponderando la tasa de interés del financiamiento y la tasa mínima aceptable, considerando que el 50% de la inversión será financiada con capital y el 50% con financiamiento bancario.

⁵ La tasa mínima aceptable se considera del 25% como variable proxy, considerando que la tasa de interés se determina con el 19.30%, por lo que se decide que la tasa mínima aceptable sea 5.5 puntos porcentuales arriba de la tasa de interés.



Por lo tanto, estos resultados muestran que el proyecto se acepta al tener en ambos casos Tasas Internas de Retornos superiores a las tasas utilizadas para descontar los flujos de efectivo en la valuación, que fueron del 22.15% para la empresa y 25% para el inversionista.

Valor Presente Neto (VAN)

De acuerdo a la fórmula del Valor Presente Neto que es la siguiente

$$VAN = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} - \left[IIN - \frac{VS}{(1+i)^n} \right]$$

Así como los flujos de caja libre del inversionista y de la empresa que se presentan en la tabla 2, se calculan las VAN de ambos, con tasas de descuento para la empresa del 22.15% que es el costo promedio ponderado y para el inversionista del 25% que es la tasa mínima aceptable.

Tabla 2.

Flujos de caja libre de empresa e inversionista

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
= FCL Empresa	-36,775,928	25,755,957	80,579,636	88,858,691	97,994,459	108,073,952
= FCL inversionista	-18,387,964	19,701,847	74,525,527	82,804,581	91,940,349	102,019,842

Nota: elaboración propia.

La VAN de la empresa es de \$ \$170,830,262.00 y la VAN del inversionista es de \$158,554,425. Considerando la interpretación del Valor Presente Neto, en ambos casos la VAN es mayor que cero, representando así el importe de dinero que se logra como ganancia adicional después de recuperar la inversión y la tasa mínima de rendimiento, lo que indica que el proyecto se acepta.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Considerando la fórmula para el cálculo del periodo de recuperación, que es la siguiente:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Flujo neto de efectivo}}$$



Así como los flujos de caja libre tanto de la empresa como del inversionista, que se muestran en la tabla 3, se realiza el cálculo del periodo de recuperación de ambos.

Tabla 3.

Flujos de caja libre de empresa e inversionista

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
= FCL Empresa	-36,775,928	25,755,957	80,579,636	88,858,691	97,994,459	108,073,952
= FCL inversionista	-18,387,964	19,701,847	74,525,527	82,804,581	91,940,349	102,019,842

Nota: elaboración propia.

Periodo de recuperación de la inversión de la empresa es de 1.14 años. Ver tabla X.

Tabla 19.

Periodo de recuperación de la inversión de la empresa

Año	Flujo	Acumulado
0	-36,775,928	
1	25,755,957	25,755,957
2	80,579,636	106,335,593
3	88,858,691	195,194,284
4	97,994,459	293,188,743
5	108,073,952	401,262,695
PR =		1.14 años

Nota: elaboración propia.

El periodo de recuperación de la inversión del inversionista es de 1.23 años, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.

Periodo de recuperación de la inversión del inversionista

Año	Flujo	Acumulado
0	-18,387,964	
1	19,701,847	19,701,847
2	74,525,527	94,227,374
3	82,804,581	177,031,955
4	91,940,349	268,972,304
5	102,019,842	370,992,146
PR =		1.23 años

Nota: elaboración propia.

Lo que indica que entre el año 1 y 2 del horizonte del proyecto se recupera la inversión, lo que indica bajo riesgo y por lo tanto el proyecto se acepta.

Resultados de la evaluación económica financiera

Con base en los indicadores calculados, así como los criterios de interpretación de los resultados que se muestran en la tabla 5, el proyecto es viable financieramente.

Tabla 5.
Concentrado de resultados de evaluación financiera

Indicador	Resultado	Decisión
Punto de equilibrio	4 ventas	Se conoce el punto en que la empresa no tiene pérdidas ni ganancias
Tasa Interna de Retorno (TIR)		
Empresa	136 %	Se acepta el proyecto al tener una TIR superior al costo promedio ponderado que es del 22.15%
Inversionista	209%	Se acepta el proyecto al tener una TIR superior a la tasa mínima aceptable que es del 25%
Valor Presente Neto (VAN)		
Empresa	\$170,830,262	Se acepta al ser la VAN > 0
Inversionista	\$158,554,425	Se acepta al ser la VAN > 0
Periodo de Recuperación de la Inversión		
Empresa	1.14 años	Se acepta el proyecto al ser un proyecto de bajo riesgo, al recuperar la inversión entre el año 1 y 2 riesgo, al recuperar l
Inversionista	1.23 años	

Nota: elaboración propia

CONCLUSIONES

La gestión eficiente del servicio al cliente es un aspecto vital para la competitividad y el éxito de las empresas en el mercado actual. Con la creciente demanda de atención al cliente y la necesidad de diferenciarse en un entorno empresarial cada vez más competitivo, surge la pregunta de si las empresas están preparadas para adaptarse a las nuevas tecnologías y mejorar sus procesos para satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes.



En este contexto, el Customer Relationship Management (CRM) emerge como una herramienta fundamental para gestionar las relaciones con los clientes y mejorar la eficiencia en la atención y retención de los mismos, de ahí que la investigación planteada tuvo como objetivo analizar la viabilidad económica y financiera de la adquisición del CRM Capsule en el sector industrial, con la premisa de que su implementación permitirá incrementar las ventas de las empresas.

Para ello, se realizó un exhaustivo análisis que abarca diferentes aspectos, desde el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio administrativo – legal, el estudio económico, hasta llegar a la evaluación económico-financiera del proyecto.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de las empresas de contar con herramientas que les permitan gestionar de manera efectiva la relación con sus clientes, ya que esto no solo les brinda una ventaja competitiva, sino que también contribuye a mejorar la satisfacción y la fidelización de los mismos.

Los resultados obtenidos indican que la adquisición y operación del CRM Capsule en el sector industrial es viable económica y financieramente, lo que sugiere que las empresas pueden beneficiarse significativamente de su implementación. Esto se debe a que el CRM facilita la segmentación adecuada de clientes, el diseño de estrategias de marketing relacional, la optimización de recursos en el área de servicio al cliente, entre otros aspectos clave que contribuyen a mejorar la eficiencia en la gestión de clientes y, por ende, a aumentar las ventas.

Lo anterior se sustenta en la evaluación financiera del proyecto donde los resultados muestran que el proyecto es aceptado bajo los siguientes indicadores:

Punto de equilibrio: se determina que el punto de equilibrio de la empresa se alcanza con la venta de 4 unidades, lo que indica el nivel de ventas necesario para cubrir los costos totales y no incurrir en pérdidas.



Tasa Interna de Retorno (TIR): tanto para la empresa como para el inversionista, la TIR supera significativamente las tasas de referencia, con un 136% y un 209% respectivamente, lo que indica que el proyecto es altamente rentable y por lo tanto, se recomienda su aceptación.

Valor Presente Neto (VAN): tanto para la empresa como para el inversionista, el VAN es positivo, con valores de \$170,830,262 y \$158,554,425 respectivamente, lo que indica que el proyecto genera un valor agregado a la empresa y a los inversionistas.

Periodo de Recuperación de la Inversión: la empresa recupera su inversión en un período de 1.14 años, lo que indica que se trata de un proyecto de bajo riesgo y alta rentabilidad, mientras que para el inversionista, este período es de 1.23 años.

Con estos resultados y considerando el objetivo de investigación que fue analizar la viabilidad económica y financiera de implementar un CRM en empresas del sector manufacturero para administrar la gestión de requerimientos del cliente, el objetivo general se cumplió satisfactoriamente.

En conclusión, la implementación de un CRM en el sector manufacturero representa una oportunidad para las empresas de mejorar su competitividad y rentabilidad a través de una gestión más efectiva de las relaciones con los clientes. Sin embargo, es importante destacar que el éxito de este proceso depende no solo de la adquisición de la tecnología adecuada, sino también de la correcta implementación y gestión de la misma, así como del compromiso de la organización en orientar sus esfuerzos hacia la satisfacción y fidelización del cliente como parte integral de su estrategia empresarial.

REFERENCIAS

Alaei, H. (2013). CRM: una estrategia efectiva para retener los clientes.
Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/crm-una-estrategia-efectiva-pararetener-los-clientes/>

Alvarado Quispe, J.F. (2023). Gestión de clientes y su influencia en la rentabilidad de tiendas EFE S.A. Tesis de posgrado. Universidad Nacional del Centro de Perú.



- Arango Arambur, J.E. y Granados Maguiño, M.A. (2021). Customer Relations Management (CRM) practices in small business, period 2010 – 2019. *Gestión en el Tercer Milenio*, 24(47), 51-59.
- BBVA (2024). ¿Cómo modificar el modelo de negocio? BBVA personas. Recuperado de <https://www.bbva.mx/educacion-financiera/blog/modelo-de-negocio.html>
- Butler (2008). *Customer Relationship Management* (Segunda ed.). T. & Francis.
- Chen, I. J. y Popovich, K. (2003). Understanding Customer Relationship Management (CRM) People, process and technology. *Business Process Management Journal*, 9(5), 672–688.
- Checasaca Julca, J.R., Sánchez Cabeza, L.K., Malpartida Gutiérrez, J.N. y Chocobar Reyes, E.J. (2022). Importancia de la herramienta Customer Relationship Management (CRM) en las empresas de Latinoamérica. Una revisión sistemática de la literatura científica de los últimos diez años. *Revista Científica de la UCSA*, 9(3), 97-119.
- Dalla Pozza, I., Goetz, O. y Sahut, J.M. (2018). Efectos de la implementación en la relación entre CRM y su desempeño. *Journal of Business Research*, 89(2018), 391-403.
- Finnegan, D. y Currie, W. (2010). Un enfoque de múltiples capas para la implementación de CRM: una perspectiva de integración. *European Management Journal*, 28(2), 153-167.
- Halliday, I. (2016). La administración de estatus como herramienta de fidelización. *Palermo Business Review*, -(14), 97-130.
- Herrera González, Y., Cantero Cora, H y Leyva Cardeñoso, E. (2021). Gestión del servicio al cliente para lograr las ventajas competitivas en empresas comercializadoras. *Ciencias Holguín*, 27(3), 1027-2127.
- Pan, S. y Lee, J. (2003). Using e-CRM for a unified view of the customer. *Communications of the ACM*. *Communications of the ACM*, 46(4), 95-99.
- Rivera, C. (2016). La estrategia de customer relationship management y la fidelización de los clientes en KDash Store Huánuco (tesis de pregrado). Huánuco, Perú.
- Zambrano Verdesoto, G.J. (2020). La gestión de la relación con los clientes (CRM) en el desarrollo comercial de las empresas. *Espíritu Emprendedor TES*, 4(3), 49-69.
- Zikmund, W., McLeod, R. y Gilbert, F. (2004). *Administración de relaciones con los clientes*. México: Compañía Editorial Continente.

Paneles solares en hotel ecoturístico ¿financieramente viable? Solar panels in ecotourism hotel financially viable?

Susana Juárez Castillo
castillo.susana.1108@gmail.com
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Dorie Cruz Ramírez
doriec@uaeh.edu.mx
ORCID 0000 – 0002 – 7853 - 7655
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

Con el propósito de minimizar los efectos contaminantes al medio ambiente, se llevó a cabo un análisis y una evaluación económico-financiera, para determinar la viabilidad de una inversión destinada al uso de paneles solares como generados de energía eléctrica, en un servicio de hospedaje ecoturístico, en el municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

El objetivo del estudio se logra al demostrar financieramente su viabilidad. Los indicadores financieros que se calcularon para este proyecto de inversión se hicieron en un horizonte de 5 años, los cuales fueron punto de equilibrio, costo promedio ponderado, valor presente neto, tasa de rendimiento, periodo de recuperación de la inversión y razón costo-beneficio.

Los paneles solares representan una tecnología ecológica innovadora que, además de ser respetuosa con el medio ambiente, ofrece una doble funcionalidad: requieren una instalación mínima y un mantenimiento reducido. Además, aprovechan una fuente de energía inagotable: la radiación solar, disponible en todo momento.

Palabras clave: Paneles solares, ecotecnologías, proyectos de inversión.



ABSTRACT

With the purpose of minimizing the pollution effects on the environment, an economic and financial analysis and evaluation was carried out to determine the viability of an investment aimed at the use of solar panels to generate electrical energy, in an ecotourism service, in the municipality of Tepeapulco, Hidalgo.

The objective of the study is achieved by financially demonstrating its viability. The financial indicators that were calculated for this investment project for the technological proposal were made over a 5-year horizon which were break – even point, weighted average cost, net present value, rate of return, investment recovery period and cost-benefit ratio.

Solar panels represent an innovative eco-friendly technology that not only respects the environment but also offers dual functionality. They require minimal installation and low maintenance while tapping into an inexhaustible energy source: solar radiation, available at all times.

Keywords: solar panels, eco-technologies, investment project.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de biodiversidad, las alteraciones de los ciclos biogeoquímicos globales y el cambio climático han ocasionado que se superen los umbrales críticos que el sistema terrestre puede amortiguar, ocasionando impactos ambientales negativos provocando efectos nocivos en la salud de la población, en los medios de vida (alimentos, agua y materias primas), la desigualdad social, entre otras, por ello se consideran necesarios modelos de desarrollo ambiental y social más sustentables,



que reformulen la manera en que la tecnología se diseña, crea, disemina, adopta e integra a largo plazo en la sociedad (Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014).

En respuesta a la creciente preocupación por el cambio climático y la sostenibilidad ambiental, las ecotecnologías han surgido como soluciones innovadoras para mitigar el impacto negativo de las actividades humanas en el medio ambiente. Desde la energía renovable hasta la gestión de residuos, estas tecnologías ofrecen enfoques sostenibles para abordar los desafíos ambientales globales, al tiempo que fomentan el desarrollo económico y social. En este contexto, es fundamental comprender el papel y el potencial de las ecotecnologías para construir un futuro más verde y resiliente para las generaciones futuras (Schaltegger, 2020).

En el caso de México, existe una gran diversidad de experiencias eco tecnológicas locales y regionales aplicadas al sector hotelero, donde se demuestra el potencial de la ecotecnología como catalizador del desarrollo sustentable. Varias de las iniciativas nacionales cuentan con reconocimiento internacional y están sustentadas en años de trabajo de base con la población local (Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014).

Bajo este contexto se hace la propuesta del uso ecotecnologías (paneles fotovoltaicos) en servicios de hospedaje, para disminuir costos de operación y el impacto ambiental en la región sur del estado de Hidalgo.

Planteamiento del problema

Actualmente, la Tierra alberga a más de ocho mil millones de habitantes (ONU, 2022); en este contexto, el modelo de desarrollo dominante es claramente insostenible, ya que ha mostrado su incapacidad de satisfacer las necesidades humanas actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Ortiz, 2014). Aproximadamente, el 60% de los servicios eco sistémicos examinados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (agua dulce, calidad del aire, regulación micro climática, entre otros) se encuentran degradados o han sido aprovechados de manera insostenible (MEA, 2005).



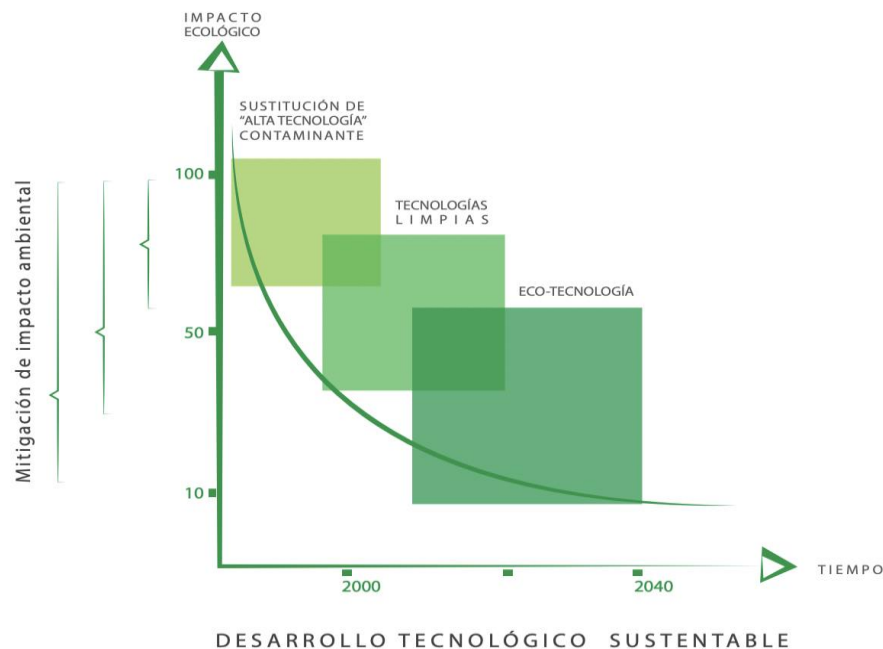
En este sentido, la pérdida de biodiversidad, las alteraciones de los ciclos biogeoquímicos globales y el cambio climático han ocasionado que se superen los umbrales críticos que el sistema terrestre puede amortiguar, en consecuencia, se están generando y acelerando transformaciones sustanciales en los ecosistemas terrestres (Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014).

Por ello, se considera que la lucha por un modelo de desarrollo ambiental y socialmente más sustentable, de acuerdo con Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez (2014), debe forzosamente incluir un proyecto de desarrollo tecnológico que reformule la manera en que la tecnología se diseña, crea, disemina, adopta e integra a largo plazo en la sociedad.

El discurso eco tecnológico se ha beneficiado así de distintas aportaciones conceptuales y ha evolucionado desde su surgimiento, en un área del conocimiento exacta, predictiva y cuantitativa, hacia una noción que involucra criterios sociales y económicos, como se puede observar en la figura 1 (Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014).

Figura 1

Transición tecnológica



Nota: Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014.

La ecotecnología surge a partir del ambientalismo moderno, durante las décadas de 1960 y 1970. El término fue utilizado originalmente en el ámbito del manejo e ingeniería de ecosistemas, la evolución ha incorporado diferentes aportaciones conceptuales, desde áreas del conocimiento cualitativas y cuantitativas, hasta nociones sociales y culturales (Ortiz-Moreno, Malagón-García y Masera-Cerutti, 2015).

A continuación, se muestran algunos ejemplos de las eco tecnologías en el tema energético (tabla 1).

Tabla 1
Ecotecnologías para energía

Necesidad	Tarea específica	Alternativa ecotecnológica (ecotecnia)
Energía	Cocción de alimentos	Estufas de leña mejoradas
	Conservación de alimentos	Cocinas solares
		Deshidratadores solares
	Generación de electricidad	Paneles solares
		Aerogeneradores (pequeña escala)
	Iluminación	Lámparas eficientes
	Calentamiento de agua	Calentadores solares de agua

Nota: Ortiz-Moreno, Masera-Ceretti y Fuentes-Gutiérrez, 2014.

Para este proyecto, las eco tecnologías empleadas serán para generación de electricidad, con paneles solares, de donde surge la pregunta ¿el uso de paneles solares como generadores de energía eléctrica es viable económica y financieramente en el sector turismo para disminuir los costos de operación y los efectos contaminantes al ambiente?

La implementación y uso de ecotecnologías como parte de un desarrollo tecnológico se justifica y se asume como clave para reducir la in-sustentabilidad planetaria, ya que no son pocos los casos que muestran cómo la tecnología convencional también puede tener otros efectos, como los que menciona Carvajal (2017):

- No ser accesible para todos.
- Contaminantes por la manera en que se producen y los recursos requeridos para su fabricación a gran escala.
- Controvertida (ejemplo, contaminación de combustibles fósiles).

El escalamiento de los proyectos eco tecnológicos pretende entonces, por un lado, tratar de cubrir las necesidades básicas de la población y, por otro, mediante proyectos validados, contribuir en la mitigación de los impactos ambientales y sociales generados por el uso de tecnologías convencionales o tradicionales (Carvajal, 2017).

Un claro ejemplo del uso de la eco tecnología es el uso de los paneles solares, ya que la producción de energía que da comodidad a los seres humanos se obtiene de distintas fuentes, ya sea de manera natural o artificial, para cada una de estas fuentes hay recursos naturales, los cuales pueden ser renovables o no. Las energías renovables son aquellas que por su cantidad en relación al consumo que los seres humanos pueden hacer uso de ellas, son inagotables y su propio consumo no afecta el medio ambiente (Estrada-Gasca y Arancibia-Bulnes, 2010).

En este contexto y de acuerdo con Ordóñez (2019), se considera que este tipo de energía renovable presenta múltiples beneficios al hombre en comparación con la energía no renovable proveniente de fuentes fósiles, puesto que al ser derivada de recursos infinitos o ilimitados, el aprovechamiento tanto económico como ambiental es mucho más beneficioso, sin generar impactos ambientales ni contaminantes, además de que no emiten gases de efecto invernadero ni ningún otro tipo de contaminante, lo que la convierte en una alternativa sostenible (Gutiérrez, Del Castillo y Juárez, 2018).

Uno de los impactos importantes al medio ambiente es la concentración de CO₂ en la atmósfera. Según los datos del Observatorio Mauna Loa, en Hawái, la concentración de CO₂ en la atmósfera es de 415 partes por millón, mucho más que en cualquier otro momento en la historia de la humanidad (Griffiths, 2019).

Es a partir de ello que surge el interés de fomentar el uso de eco tecnologías alternas, que no generen demasiados gastos, que sean eficientes y sobre todo que no contaminen el ambiente; además, que sean accesibles y estén al alcance de todos sin importar el lugar donde estén (Arenas, 2021).



El Sol es una fuente de energía natural por el que no hay una cuota para su aprovechamiento, por lo tanto, en el momento de instalar una fotocelda con calentador solar integrado, no se pagará ninguna tarifa por la generación de electricidad (Arenas-Hernández, 2021).

En América Latina y el Caribe se cuenta con una gran variedad energética, por lo que la energía renovable es más dinámica, proyectando en un futuro un alza de hasta un 1.9% anual en los próximos decenios, tal como lo señala Barragán (2020).

México es uno de los países con mayor capacidad para producir energía solar fotovoltaica, pues se calcula que alcanza los 6,300 kWh/m² en irradiación solar (Huerta, 2014) es decir, en México, el uso de paneles solares, ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. La abundante radiación solar en gran parte del territorio mexicano ha impulsado la adopción de energía solar como una fuente de electricidad limpia y renovable. Tanto en el sector residencial como en el comercial e industrial, se han instalado sistemas fotovoltaicos para aprovechar la energía del Sol y reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables.

Este aumento en el uso de paneles solares ha sido facilitado por políticas gubernamentales de apoyo, incentivos fiscales y programas de financiamiento. Además, la conciencia pública sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero ha contribuido al crecimiento del sector solar en México (SENER, 2021).

En cuanto a la delimitación y alcance, se determina la evaluación de la implementación de paneles solares en un hotel, que representan dispositivos que convierten la luz solar en electricidad, mediante el efecto fotovoltaico, que tienen las siguientes características: son paneles solares con celdas mono cristalina, cada una con capacidad de 284 W por placa; el hotel contará con 8 habitaciones sencillas y 4 habitaciones Premium; los servicios adicionales son la iluminación del área exterior con uso de alumbrado LED para un consumo menor de energía.

El uso de los paneles solares es para el proyecto de construcción de un hotel ubicado en la comunidad Jagüey Prieto 25, en Tepeapulco, Hidalgo; con una capacidad instalada de 14 paneles solares, con una capacidad de 415 KWh al año para una placa solar de 284 W.



METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología, se realizó de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de proyectos de inversión, a través de la evaluación económica y financiera de la adquisición, instalación y operación de paneles solares.

La evaluación económica y financiera se llevó a cabo en un horizonte de 5 años, considerando 14 paneles solares con celdas mono cristalina, cada una con capacidad de 415 KWh al año, para una placa solar de 284 W; el hotel contará con 8 habitaciones sencillas y 4 habitaciones Premium; los servicios adicionales son la iluminación del área exterior con uso de alumbrado LED para un consumo menor de energía.

Se calcularon los siguientes indicadores financieros:

- Punto de equilibrio (PE)
- Costo Promedio Ponderado (WACC)
- Valor Presente Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)
- Relación Costo Beneficio (B/C)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación financiera es considerada como un ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos de capital y beneficios asociados con respecto a la inversión neta, a alternativas de proyecto de inversión futuras, con la finalidad de decidir su conveniencia.

Por ello, la identificación de costos y beneficios resultan de contrastar los efectos generados por un proyecto con los objetivos que se pretenden alcanzar con su ejecución y puesta en marcha.



De ahí que los indicadores financieros sean considerados como las herramientas con las que se puede realizar un análisis financiero de un proyecto de inversión en un determinado periodo (para esta propuesta tecnológica de 5 años) y ayudan a realizar comparativas y a tomar decisiones estratégicas en el ámbito económico y financiero, es decir, serán aquellos indicadores que establecerán si el proyecto se acepta o no y bajo qué condiciones.

Para este proyecto se utilizaron los siguientes indicadores financieros:

- Indicador que establece la igualdad entre ingresos con respecto a los costos y gastos: punto de equilibrio (PE).
- Indicador que mide la capacidad de pago de un proyecto: Costo Promedio Ponderado (WACC)
- Indicadores que miden la rentabilidad del proyecto: Valor Presente Neto (VPN), Tasa interna de rendimiento (TIR), Periodo de recuperación de la inversión (PRI), Relación Costo Beneficio (B/C).

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es establecido a través de un cálculo que sirve para definir el momento en que los ingresos de un proyecto, cubren sus gastos fijos y variables. La fórmula es:

$$P.E \text{ (Unidades)} = \frac{CF}{PVq / CVq}$$

Donde

- CF = Costos fijos
- PVq = Precio de venta unitario del servicio
- CVq = Costo de venta unitario del servicio

Para este proyecto los datos que se requieren para su cálculo se muestran en la tabla 2:

Tabla 2

Datos para el cálculo del punto de equilibrio

Conceptos	Datos financieros
Costo fijo total	\$ 2,525,192.27
Costo variable unitario	\$ 680.00
Precio de venta unitario	\$ 1,100.00

Nota: Elaboración propia



A través del uso de un simulador financiero se calculó el punto de equilibrio con los datos antes presentados. El proyecto debe generar \$6,613,200.00 ingresos para poder cubrir el total de costos fijos y costos variables, que ascienden a la cantidad de \$6,613,200.00. Si no se alcanza el nivel de ingresos el proyecto no es viable.

Esto es, a 5 años se alcanza al ocupar 6,012 habitaciones, al año serían 1,202 habitaciones, al mes se alcanza si se ocupan 100 habitaciones, a la semana con 25 habitaciones distribuidas en 3 o 4 días a la semana, con una ocupación de 8 habitaciones.

Costo Promedio Ponderado (WACC)

Este indicador representa la tasa de descuento que determina el costo financiero del capital de una entidad, la cual se obtiene por ponderar la proporción de los puntos que cuestan los recursos que posee la entidad con los recursos externos, es decir, es la tasa que representa el costo medio de los activos, aquellos que provienen de fuentes de financiamiento, tanto de la propia entidad como externas y que tienen un costo financiero.

Su fórmula es:

$$CPPC = (Wd * Tdi) + (Wd * Kp) + (Wd * Kac) + (Wd * Kr)$$

Donde

- Wd = Participación de la deuda en la Estructura
- Tdi = Tasa de interés de la deuda después de impuestos
- Wp = Participación de las acciones preferentes.
- Kp = Costo de las acciones preferentes
- Wac = Participación de las acciones comunes
- Kac = Costo del capital o de las acciones comunes
- Wr = Participación de las utilidades retenidas
- Kr = Costo de las utilidades retenidas

Para el cálculo de este indicador, en la tabla 3 se presentan los datos requeridos:

Tabla 3.

Datos para la determinación del costo promedio ponderado

Conceptos	Datos financieros
Deuda del banco	\$ 132,000.00
Tasa de financiamiento	23%
Tasa de impuestos	32%

Nota: Elaboración propia.

Con la aplicación de la fórmula, se determina que el porcentaje de costo promedio que el proyecto debe de pagar por la fuente de financiamiento es del 15.64%. Y aplicando este porcentaje de 15.64% al monto de la inversión de \$ 132,000.00 pesos, el WACC en términos monetarios asciende a la cantidad de \$ 20,644.80.

Con base en la regla de decisión para determinar la aceptación o no del proyecto se establece que la tasa de rendimiento esperado (15.64%), debe ser igual o mayor al WAAC para que el proyecto se acepte. Para este proyecto su WACC es de \$ 20,644.80, por lo que el proyecto se acepta.

Tasa de Rendimiento Esperado (TR)

La Tasas de Rendimiento Esperada se define como el cociente entre los intereses recibidos y el capital invertido

Su fórmula es:

$$Tr = \frac{CPPP}{TF}$$

Donde

Tr = Tasa de rendimiento esperado
 CPPP = Costo promedio ponderado de capital
 TF = Total financiamiento

Para este proyecto los datos obtenidos para su cálculo se muestran en la tabla 4:

Tabla 4.

Datos para el cálculo de la tasa de rendimiento esperado

Concepto	Datos financieros
CPPP	\$ 20,644.80
Financiamiento	\$ 132,000.00

Nota: Elaboración propia

El resultado es una Tasa de Rendimiento Esperado de 15.64% y aplicando la regla de decisión que establece que cuando la Tasa de Rendimiento Esperado es igual a cero, no hay ni pérdidas ni



ganancias, pero el negocio no ofrece ninguna rentabilidad, así mismo representa lo mínimo que debe de generar el negocio para poder cubrir sus compromisos financieros. Por consiguiente, al comparar la Tasa de Rendimiento Esperado con el WACC se tiene que TR es de 15.64% y el WACC de 15.64%, así que el proyecto se acepta.

Valor Presente Neto (VAN)

Este indicador de rentabilidad mide cuánto valor es creado por realizar cierta inversión. Para poder realizar su cálculo se tienen que considerar aspectos como inversión inicial previa, tasa de descuento, número de periodos y flujos netos de efectivo. La fórmula para su cálculo es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde

- t = Periodo de tiempo
- I_0 = Desembolso original
- F_t = Flujos de efectivo
- k = Tasa de descuento

Para este proyecto la tasa de descuento será del 9.25%, considerada por el Banco de México para el año fiscal 2024.

Para la determinación de este indicador financiero los datos se presentan en las tablas 5 y 6.

Tabla 5.

Datos para el cálculo del VAN

Concepto	Datos
Periodo de tiempo	5 años
Desembolso original	132,000.00
Tasa de descuento	9.25%

Nota: Elaboración propia



Tabla 6.

Flujos de efectivo para el cálculo del VAN

Año del proyecto	Flujos de efectivo
Año 1	\$ 181,890.30
Año 2	\$ 226,790.76
Año 3	\$ 360,596.54
Año 4	\$ 512,406.58
Año 5	\$ 478,878.00

Nota: Elaboración propia.

Con los datos antes mencionados se determinó la VAN, arrojando un resultado de \$1,168,476.32. Su resultado se interpreta de la siguiente manera: si el VAN es mayor que 0, se estima que el proyecto generará utilidad o beneficios; VAN igual a 0, se interpreta como una inversión nula, no generará pérdidas, pero tampoco beneficios; si VAN es menor a 0, el proyecto se rechaza ya que genera pérdidas.

Para este proyecto el VAN determinado es de \$ 1,168,476.32, por lo tanto, aplicando la regla de decisión el proyecto se acepta.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Es uno de los indicadores de rentabilidad más utilizados para valuar un proyecto de inversión y se trata de encontrar una sola tasa o rendimiento del proyecto. La TIR o Tasa Interna de Rendimiento, es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión.

Su fórmula es la siguiente:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$



Donde

Ft = son los flujos de dinero de cada periodo

I₀ = es la inversión que se realiza en el momento inicial

N = son el número de periodos

Para el cálculo de la TIR, los datos necesarios su cálculo se muestran en la tabla 7, donde se considera un desembolso original de \$ 132,000.00.

Tabla 7.

Datos para el cálculo de la TIR

Concepto	Año	Monto de los flujos de efectivo
Desembolso original	Año 0	132,000.00
Cobros	Año 1	1,689,600.00
	Año 2	1,689,600.00
	Año 3	1,757,184.00
	Año 4	1,827,471.36
	Año 5	1,900,570.00
Pagos	Año 1	1,639,709.70
	Año 2	1,644,699.54
	Año 3	1,623,378.22
	Año 4	1,675,661.32
	Año 5	1,934,099.11

Nota: Elaboración propia

Aplicando un simulador financiero, con los datos antes mencionados, la TIR determinada para este proyecto es de 43.56%. Por consiguiente, una inversión tiene que ser tomada en cuenta si la TIR excede el rendimiento requerido. En caso contrario, tiene que ser rechazada, ya que la TIR es el rendimiento requerido para que el cálculo del Valor Presente Neto con esa tasa sea igual a cero.

Así que de acuerdo a la regla de decisión:

TIR > R el proyecto se acepta.

TIR < R el proyecto se rechaza.

Donde r representa el Costo Promedio Ponderado.

$$\text{TIR } 43.56 \quad > \quad r \text{ } 15.64\%$$

Con base a los cálculos realizados, como se puede observar, la Tasa Interna de Rendimiento es de 43.56% y al aplicar la regla de decisión el proyecto se acepta.



Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Como se mencionó en la parte teórica, el periodo de recuperación establece el tiempo que toma que la inversión inicial se recupere.

Su fórmula es:

$$\text{Periodo de Payback} = \text{Periodo último con flujo acumulado negativo} + \left[\frac{\text{Valor absoluto del último flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del flujo de efectivo en el siguiente periodo}} \right]$$

En la tabla 8 se presentan los datos para su cálculo.

Tabla 8.

Datos para el cálculo del periodo de recuperación

Concepto	Año	Datos financieros
Desembolso	Año 0	132,000.00
Flujos de efectivo o de caja	Año 1	181,890.30
	Año 2	226,790.76
	Año 3	360,596.54
	Año 4	512,406.58
	Año 5	478,878.00

Nota: Elaboración propia.

El Periodo de Recuperación de la Inversión hará referencia al tiempo que tarda una empresa en recuperar el importe original invertido en un proyecto. Por consiguiente, cuanto más corto sea el periodo de recuperación, menos riesgoso será el proyecto. Es importante destacar que un proyecto de inversión es aceptado si el tiempo para recuperar la inversión es menor al periodo determinado por el proyecto.

Con base a la aplicación de la fórmula correspondiente, con los datos antes mencionados, este proyecto se recuperará en el 1er año de operaciones.

Relación Costo- Beneficio (B/C)

Este es indicador representa un comparativo de los ingresos y costos a valor actualizado, con la finalidad de obtener un resultado que determine cuánto cuesta la inversión y así tener mejores resultados durante este.



Su fórmula es

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Donde

VAI = Valor actual de la inversión
 VAC = Valor actual de los costos

Para esto proyecto los datos se presentan en la tabla 9.

Tabla 9.

Datos para el cálculo del indicador costo-beneficio

Concepto	Datos financieros
Ingresos acumulados	8,864,425.57
Costos totales acumulados	8,517,547.89

Nota: Elaboración propia

Aplicando la fórmula correspondiente, el resultado arroja una relación costo beneficio de 1.39. Por consiguiente y en atención a la regla de decisión que establece que un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad, por lo que el proyecto se acepta.

CONCLUSIONES

La implementación de paneles solares en el hotel ecoturístico no solo tiene beneficios ambientales, sino también sociales y económicos significativos. Por un lado, la reducción de los efectos contaminantes y la promoción de prácticas sostenibles pueden mejorar la calidad de vida de la comunidad local al reducir la contaminación del aire y del agua y servir como fuente de empleo, tanto en la fase de instalación como de mantenimiento de dichos paneles solares.

Desde una perspectiva económica, la adopción de energía solar puede reducir la dependencia de fuentes de energía costosas y no renovables, lo que a su vez puede proteger al hotel de fluctuaciones en los precios del petróleo y la electricidad., ya que, al generar su propia energía, el hotel puede aprovechar incentivos fiscales y programas de apoyo gubernamental destinados a promover el uso de energías renovables, lo que podría mejorar aún más su viabilidad económica a largo plazo.



Es crucial garantizar la calidad y sostenibilidad en la implementación de los paneles solares, así como planificar una fase de crecimiento y madurez para explorar nuevas oportunidades de expansión y optimización del sistema de energía solar.

Bajo este contexto, el objetivo del estudio consistió en analizar la viabilidad económica y financiera del uso de paneles solares en servicios de hospedaje para reducir efectos contaminantes, alcanzando el objetivo al demostrar financieramente su viabilidad.

Los indicadores financieros que se calcularon para el proyecto de inversión para la propuesta fueron los siguientes, en un horizonte de 5 años.

Punto de equilibrio

El proyecto debe generar \$ 6,613,200.00 ingresos para poder cubrir costos fijos y costos variables y esto se alcanza en 5 años al ocupar 6,012 habitaciones, al año serían 1,202 habitaciones, al mes se alcanza si se ocupan 100 habitaciones, a la semana con 25 habitaciones distribuidas en 3 o 4 días a la semana, con una ocupación de 8 habitaciones.

Costo Promedio Ponderado (WACC)

El porcentaje del Costo Promedio Ponderado que el proyecto debe pagar por la fuente de financiamiento es de 15.64% y con base en la regla de decisión, que debe ser igual o mayor al WACC para que se acepte, para este proyecto el WACC es de \$ 20,644.80, por consiguiente, el proyecto se acepta

Valor Presente Neto (VAN)

Aplicando el programa Excel, con la herramienta de fórmulas, se determinó la VAN, arrojando un resultado de \$1,168,476.32. Su resultado se interpreta de la siguiente manera: Si el VAN es mayor que 0, se estima que el proyecto o inversión generará utilidad o beneficios. VAN igual a 0 se interpreta como una inversión nula, es decir, no generará pérdidas, pero tampoco beneficios; si VAN es menor a 0, el proyecto se rechaza ya que genera pérdidas. Como el Van es mayor a cero, el proyecto se acepta.



Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Aplicando un simulador financiero, la TIR determinada para este proyecto es de 43.56%. Por consiguiente, una inversión tiene que ser tomada en cuenta si la TIR excede el rendimiento requerido. En caso contrario, tiene que ser rechazada, ya que la TIR es el rendimiento requerido para que el cálculo del Valor Presente Neto con esa tasa sea igual a cero. Para el proyecto la TIR, de 43.56 es mayor que r , que es de 15.64, por lo que el proyecto se acepta.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El Periodo de Recuperación de la Inversión hará referencia al tiempo que tarda una empresa en recuperar el importe original invertido en un proyecto. Por consiguiente, cuanto más corto sea el periodo de recuperación, menos riesgoso será el proyecto.

Es importante destacar que un proyecto de inversión es aceptado si el tiempo para recuperar la inversión es menor al periodo determinado por el proyecto. Con base en la aplicación de la formula correspondiente este proyecto se recuperará en el 1er año de operaciones.

Relación Costo Beneficio (B/C)

Aplicando la fórmula correspondiente, el resultado arroja una relación costo beneficio de 1.39. Por consiguiente y en atención a la regla de decisión, que establece que el costo-beneficio de un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad. Así que el proyecto se acepta porque la relación costo beneficio es mayor a la unidad.

Por consiguiente, se establece que el uso de paneles solares en el hotel ecoturístico es una alternativa viable desde el enfoque económico y financiero, y medioambiental, promoviendo la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética.

REFERENCIAS

Arenas-Hernández, L.P. (2021). *Estudio de factibilidad en la implementación de un sistema de fotoceldas con calentadores solares integrados en el hotel Don Antonio*. Tecnológico Nacional de México.



- Barragán, R. A. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. Informe de Titulación, Universidad Nacional SEK, Quito.
- Carvajal, Á. V. (2017). Tecnologías para el desarrollo sostenible. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*.
- Griffith, J. (2019). There is more CO2 in the atmosphere today than at any other time since human evolution. Cable News Network.
- Gutiérrez-Leal, E. F., Del Castillo-Rey, C.F. Juárez-Rocha, D., Santillán Almanza, B.A. Y Rodríguez, O. (2018). *Optimización del uso de energía eléctrica mediante paneles solares*.
- Ordoñez, N., Mantilla, J., Cusme, L., Ordóñez, M., y Sánchez, J. (2019). Perspectivas ambientales y económicas del uso de energías renovables en el Ecuador. *Un análisis documental. Revista Científica Dominio de las Ciencias*. 5(4), 232.244
- Ortiz-Moreno, J. A., Masera-Cerutti, O., y Fuentes-Gutiérrez, A. F. (2014). *La eco tecnología en México*. Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.
- SENER (2021). Informe de Estadísticas del Sector Eléctrico 2020. Gobierno de México. de: <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/informe-de-estadisticas-del-sector-electrico-2020>

Reducción de errores médicos en pediatría con Apps

Reduction of medical errors in pediatrics with Apps

María Aline Hernández Pérez
Aline_hernandez96@hotmail.com
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Beatriz Sauza Avila
beatriz_sauza@uaeh.edu.mx
ORCID 0000 – 0002 – 7919 - 6792
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

La prescripción médica es un acto complejo y responsable que busca modificar funciones bioquímicas y biológicas del organismo para alcanzar resultados terapéuticos. En pediatría, el proceso es aún más complicado debido a la variabilidad en el desarrollo de los niños, haciendo que los cálculos de dosis basados en peso o superficie corporal sean a menudo inexactos, lo que incrementa el riesgo de errores de medicación, hospitalizaciones prolongadas y otros problemas graves.

Los errores de medicación en pediatría son frecuentes y peligrosos, con factores de riesgo como diferencias farmacocinéticas y falta de dosificación precisa. Diversos autores destacan la importancia de medidas precisas y la necesidad de información adecuada sobre dosis y seguridad. La adaptación de herramientas como la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST ha sido propuesta para mejorar la exactitud en la dosificación y reducir errores, por lo que este proyecto evalúa la viabilidad económica y financiera de dicha aplicación para calcular la dosificación de paracetamol en niños de 3 a 9 años en México, buscando optimizar los tiempos de consulta y mejorar la seguridad del paciente.

Palabras clave: Errores de medicación, dosificación pediátrica, proyecto de inversión.



ABSTRACT

Medical prescription is a complex and responsible act that seeks to modify biochemical and biological functions of the body to achieve therapeutic results. In pediatrics, the process is even more complicated due to variability in children's development, making dosage calculations based on weight or body surface area often inaccurate, increasing the risk of medication errors, prolonged hospitalizations, and other serious problems.

Medication errors in pediatrics are frequent and dangerous, with risk factors such as pharmacokinetic differences and lack of precise dosing. Various authors highlight the importance of precise measurements and the need for adequate information on dosage and safety. The adaptation of tools such as the GIDEP WEST Pediatric Emergency application has been proposed to improve dosage accuracy and reduce errors, so this project evaluates the economic and financial viability of said application to calculate the dosage of paracetamol in children from 3 to 3 years old. 9 years in Mexico, seeking to optimize consultation times and improve patient safety

Keywords: Medication errors, pediatric dosge, investment project.

INTRODUCCIÓN

La prescripción médica es un acto científico, ético y legal en el que un profesional médico utiliza un producto biológico, químico o natural que modifica las funciones bioquímicas y biológicas del organismo de una persona, con el objetivo de alcanzar un resultado terapéutico. La prescripción correcta de medicamentos es posible si el profesional identifica los problemas que sufre el paciente, lo que permite seleccionar un esquema y dosificación terapéutico adecuados a las necesidades del paciente (Muyulema, 2016).



En el caso de la prescripción de fármacos en pacientes pediátricos, el panorama es aún más complejo que en adultos. Los cálculos de dosis de los medicamentos no son útiles para todas las edades; el desarrollo del niño no se da de manera lineal, los métodos a partir del peso o de la superficie corporal, en ocasiones fallan y eso da por resultado no proporcionar la dosis óptima (Morales, 2007), por lo que los errores de medicación son muy comunes en pacientes pediátricos y servicios de emergencia de los mismos, y estos llevan a hospitalizaciones prolongadas, pruebas de diagnóstico y tratamientos innecesarios e incluso la muerte (Rivas y Bustos, 2010).

Sala y Ugarte (2001) mencionan algunos de los factores que aumentan el riesgo de padecer errores de medicación en pacientes pediátricos, los cuales son:

- Diferencias y cambios farmacocinéticos dependiendo de la edad y el estadio madurativo del paciente (función hepática y renal)
- Cálculo de dosis individualizadas basadas en la edad, peso, superficie corporal y condición clínica del paciente. El proceso matemático que conlleva el cálculo de dosis en niños puede inducir una fuente de error.
- Falta de disponibilidad de formas de dosificación. Esto requiere cálculos adicionales y la manipulación de los productos comerciales disponibles.
- Necesidad de medidas de dosificación precisas y sistemas apropiados de administración de fármacos.
- Falta de información o falta de aprobación por parte de las autoridades correspondientes lo que concierne a dosis, farmacocinética, seguridad, eficacia y utilización en la práctica diaria de fármacos en la población pediátrica.
- Elevado número de prescripciones de medicamentos

De acuerdo a los diferentes tipos de error en la medicación del paciente pediátrico, los errores más comunes son los de prescripción y dentro de éstos, los de dosificación y frecuencia de administración (Sala y Ugarte, 2001).

Según Rivas y Bustos (2010) existe un 35.2% de error de prescripción, siendo los más frecuentes los de dosificación, por lo que propone la detección y análisis de causas en los errores de medicación y



con esto ayudar a la prevención sistemática, mejorando de esta manera la calidad del proceso asistencial de los pacientes pediátricos.

Los errores de dosificación se producen en la generalidad por errores en el cálculo, ya que gran parte de los fármacos que se administran en el área pediátrica se calculan según el peso o la superficie corporal del individuo y por lo tanto conlleva a un proceso matemático, que puede ser fuente de error (Sala y Ugarte, 2001).

En algunos centros, antes de comenzar a prescribir medicaciones, los profesionales se someten a una prueba y a los que se detecta tienen dificultad para el cálculo de dosis, se les proporcionan programas basados en cursos que los ayuden a solucionarlo, ya que se ha observado que los errores tienden a disminuir cuando aumenta la experiencia y la capacitación del médico (Sala y Ugarte, 2001).

Por otro lado, en el ámbito extra hospitalario con profesionales menos acostumbrados, se tiene mayor probabilidad de errores en el cálculo de dosis del paciente y más aún en el manejo de fármacos con estrecho margen entre dosis terapéutica y tóxica, que ha motivado la investigación y desarrollo de herramientas informáticas para mejorar la asistencia y la seguridad del paciente, todo esto con el objetivo de aumentar la seguridad del paciente pediátrico (Aparicio, et al. 2021).

También se habla de uno de los principales motivos de consulta en la edad pediátrica, la fiebre; ya que como condición clínica representa enfermedad en el niño y esta puede conducir a convulsiones febriles, estupor, incremento de la deshidratación y del trabajo respiratorio, malestar y taquicardia. Entre los niños, el grupo más afectado son los menores de cinco años, ya que es el más expuesto a agentes infecciosos, por lo que las complicaciones asociadas a la fiebre tienen mayor impacto en este grupo de edad. Aunque la presentación de convulsiones febriles puede llegar a ser de 8% en menores de siete años y aumenta el riesgo de epilepsia, es considerado un evento benigno al cual no se ha atribuido alteraciones neurológicas, cognoscitivas, o fatales a corto y largo plazo (Carlos y Casanova, 2018).

Bajo este contexto, el planteamiento del problema del proyecto es ¿la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica de paracetamol en



niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa es viable económica y financieramente para disminuir los riesgos de error en el cálculo, además de optimizar los tiempos de consulta?

Los medicamentos son una de las herramientas esenciales en la terapéutica médica actual, los que al utilizarse después de la aplicación de un método diagnóstico puntual permiten la prevención, curación, atenuación y tratamiento de diferentes enfermedades y sus síntomas; por lo contrario, si éstos son utilizados de manera inapropiada se convierten en una amenaza para la salud, derivado de su falta de efecto, toxicidad o efectos adversos no previstos y que van más allá de un riesgo/beneficio oportuno (Vera, 2020).

Así mismo, los errores relacionados con la prescripción en los servicios de atención de la salud han captado la atención de los profesionales, instituciones y autoridades de la salud de todo el mundo, ya que estos errores contribuyen a aumentar las tasas de enfermedad, estancias hospitalarias y costos de la atención de la salud y afectan a la calidad de atención que se ofrece a los pacientes. El daño de los medicamentos puede surgir de consecuencias no deseadas, así como de errores de medicación, en los que se encuentran: medicamento equivocado, momento equivocado, dosis equivocada, etc. (Sánchez y Palacios, 2020).

Es importante tener en cuenta que los errores de medicación y sus consecuencias negativas siguen constituyendo un grave problema de salud pública, no solo por las repercusiones ya conocidas, sino también por la desconfianza de los pacientes en el sistema perjudica a los profesionales e instituciones prestadoras de salud, especialmente cuando la atención y el seguimiento a los pacientes no es óptima (Sánchez y Palacios, 2020).

Según la National Coordinating Council for Medication Error Reporting and prevention (NCCMERP), los errores de medicación se definen como “cualquier incidente prevenible que puede causar daño al paciente o dar lugar a una utilización inapropiada de los medicamentos, cuando éstos están bajo el control de los profesionales”, situación que causa alrededor de 7,000 muertes anuales, según las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y un costo cercano a los \$42,000 millones de dólares tan solo en Estados Unidos (Sánchez y Palacios, 2020).

Para darle sentido a esto y siendo más específicos en la justificación del proyecto, se hace referencia a la farmacología pediátrica, ciencia que estudia los fármacos usados en este grupo de población, donde se visualizan diferencias importantes con los adultos en cuanto a la farmacocinética y la farmacodinamia, por lo que es importante conocer el comportamiento de los medicamentos en un organismo en constante desarrollo y maduración para lograr una terapéutica efectiva, segura y racional (González, 2016).

Uno de los puntos esenciales en este proyecto y a lo que se pretende enfocar, es en el cálculo de dosis pediátricas por lo que la farmacoterapia en los pacientes pediátricos logra sus resultados a través de la selección de la dosis idónea para el paciente. Un método habitual para la selección de esta dosis en la normalización de la dosis del adulto a peso corporal (mg/kg/peso), asumiendo una relación lineal entre el peso y dosis. Otra forma de dosificar es por edad, dividiendo a la población pediátrica en subcategorías como lo son: preescolares, escolares, adolescentes, etc. y usando una dosis determinada de acuerdo al rango de edad. Ambos métodos tienen sus problemas ya que privan de asumir las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de un medicamento (González, 2016).

El proceso correcto de medicación en los pacientes pediátricos disminuye el riesgo de daño, tiempo prolongado de recuperación y así también el de hospitalización (Bonilla, et al, 2022). La limitación en la dosificación de medicamentos en pediátricos incrementa la necesidad de medidas de dosificación precisa y sistemas apropiados para el cálculo basados en el peso, edad o superficie corporal (Bonilla, et al, 2022). Las intoxicaciones agudas en la infancia suponen el 0.3-0.5% de las consultas de urgencias; de estos el 0.5-1.5% precisan ingreso a UCIP (Fernández y Benito, 2021). Bajo este contexto, el medicamento que será utilizado en el proyecto es paracetamol.

Paracetamol

Para comenzar a describir este medicamento, se tendrá que definir la ficha técnica (FT), la cual se encuentra como una descripción definitiva del fármaco en sus propiedades químicas, farmacéuticas, farmacológicas y de uso clínico; el cual es un documento específico requerido por las autoridades sanitarias antes de que cualquier tipo de medicamento sea autorizado para su distribución y comercialización (Blanco, Vega, Ocaña, Márquez y Bellido, 2014).

El paracetamol es probablemente el analgésico-antipirético de uso más extendido en la población y más concretamente, el antitérmico más ocupado en la edad pediátrica (Carlos y Casanova, 2018).

Este fármaco es el causante de la mayoría de intoxicaciones medicamentosas, causando el 20% del total de intoxicaciones en menores de 5 años, en estos la ingesta suele ser accidental y en lactantes se debe a un error en la dosificación (Fernández y Benito, 2021).

Las dosis tóxicas de paracetamol son mayores a 150 mg/kg, algunos autores indican dosis >200 mg/kg en menores de 8-12 años, dosis que puede desencadenar un cuadro clínico grave de afectación hepática (Fernández y Benito, 2021). Que, según Castro, et al (2023) puede presentarse de manera aguda o derivar en cronicidad:

- Intoxicación aguda, que es la presentación más frecuente y fácil de diagnosticar si se realiza una adecuada anamnesis.
- Intoxicación crónica, en menor proporción de casos, pero la más grave, se presenta en aquellos pacientes que ha ingerido >150mg/kg/peso al día en un periodo de 2-4 días.

En cuanto a su farmacocinética se puede encontrar que el paracetamol se metaboliza en el hígado por tres vías: la sulfatación, la glucoronización y la oxidación microsomal en el citocromo p450. El 95% del fármaco se conjuga con glucurónido o sulfato mediante las dos primeras vías, produciendo metabolitos inofensivos que se eliminan por orina. El 5% restante se metaboliza vía citocromo P450 el cual libera un metabolito extremadamente tóxico para el hígado, NAPQI (Fernández y Benito, 2021).

Haciendo énfasis en su toxicidad, el mecanismo es mediante el N-acetil-p-benzoquinona imina (NAPQI), que es un metabolito hepatotóxico del paracetamol que se desintoxica rápidamente por resultado de las reservas de glutatión. Cuando se da una sobredosis, las vías principales metabólicas no tóxicas se saturan y se desvía el metabolismo hacia la producción de NAPQI mediada por P450. NAPQI se une a proteínas celulares e inicia una cascada de daño celular que termina en daño hepático. En situaciones normales, el glutatión se conjuga con NAPQI para desintoxicarlo. Cuando las reservas de glutatión se agotan debido a la producción excesiva de NAPQI, las reservas de metabolitos de



NAPQI restantes lesionan las células hepáticas, generando necrosis centrolobulillar (Castro, et al, 2023).

Es un metabolito activo de la acetanilida y facetina, compuesto de origen sintético derivado del p—aminofenol. El efecto antipirético parece deberse a su capacidad para disminuir la síntesis cerebral de prostaglandinas, con un menor efecto inhibitorio nivel periférico, por lo que no posee propiedades antiinflamatorias. La absorción es rápida y casi total en el tracto gastrointestinal y en cuanto a su distribución es uniforme en todos los líquidos corporales. Este se une a las proteínas plasmáticas entre en 20-50%; su vida media es de 1-4 horas. El inicio de su acción es de 30-60 minutos posterior a la administración y alcanza nivel máximo en plasma a los 30 minutos (Carlos y Casanova, 2018).

La sobredosis de paracetamol produce disminución de los depósitos de glutatión hepático, favoreciendo el daño hepático. Los niños menores de 6 años parecen menos expuestos a la toxicidad por paracetamol debido a una sulfatación más eficiente y una mayor regeneración de glutatión reducido, produciendo así menos metabolitos tóxicos (Fernández y Benito, 2021).

Según Castro, et al (2023) se explican las etapas y las manifestaciones clínicas de la intoxicación por paracetamol:

- Fase I (0-24 horas). En esta se absorbe el paracetamol y se acaban las reservas de glutatión y empieza la toxicidad hepática, pero por lo general no presenta sintomatología grave. Puede cursar de forma asintomática o se puede presentar vómito, náuseas, sudoración, malestar general, anorexia, palidez.
- Fase II (24-48 horas). El paciente presenta hipersensibilidad a la palpación en hipocondrio derecho y desaparecen los síntomas antes mencionados producto del daño hepático, ligera hepatomegalia. Comienza el aumento leve de enzimas hepáticas, bilirrubina y el tiempo de protrombina.
- Fase III (48-96 horas). En esta etapa se presentan náuseas, anorexia, vómito y malestar general, se presentan síntomas de insuficiencia hepática y renal como ictericia, encefalopatías, coagulopatías, oliguria, pancreatitis, hipoglucemia, necrosis miocárdica, etc.



- Fase IV (4-14 días). El paciente progresa a coma hepático y exitus, algunos pueden cursar con necrosis hepática fulminante

El paracetamol es uno de los medicamentos más utilizados en pediatría por la seguridad que existe entre la dosis terapéutica y la dosis tóxica, la cual tiene un gran rango. Aunado a su perfil de seguridad se debe tener en cuenta su hepatotoxicidad y el potencial que tiene de producir insuficiencia renal aguda cuando se alterna con otros medicamentos como el ibuprofeno (Cerón, et al, 2010).

La herramienta tecnológica que se utilizará para el cálculo de paracetamol será una adaptación de la App Urgencias pediátricas GIDAP WEST.

Urgencias Pediatría GIDEP WEST.

Urgencias Pediatría GIDEP WEST es una App para asistir a profesionales sanitarios con protocolos de actuación y calculadoras de dosis de medicamentos en un ámbito de urgencias, usando medicamentos calculados por peso/edad en presentaciones intravenosas, con compatibilidad de con iPhone iPad, iPod touch y Mac de origen española. (figura 1).

Figura 1.

App Urgencias Pediatría GIDEP WEST.



Nota: App Store (2024).

Bajo todo este panorama, el objetivo general del proyecto es analizar la viabilidad económica y financiera del uso de una adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica del paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en la consulta externa en México que permita disminuir los riesgos de error en el cálculo, así como optimizar los tiempos de consulta.

En cuanto a la delimitación y alcance, se determina solo la evaluación de la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST, a la consulta externa, para ser una herramienta de uso portátil, que puede ser usada a través de un teléfono celular inteligente.

La evaluación de su uso se llevó a cabo a través de la dosificación pediátrica de un solo medicamento, el paracetamol, en niños de 3 a 9 años, en consultas médicas privadas, de medicina general, en menores atendidos en Ciudad Sahagún y Tepeapulco en el estado de Hidalgo, México.

METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología, se realizó de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de proyectos de inversión, a través de la evaluación económica y financiera de la adaptación de la aplicación al contexto mexicano.

La evaluación económica y financiera se llevó a cabo en un horizonte de 5 años, con el cálculo de los siguientes indicadores financieros: Punto de equilibrio (PE), Costo Promedio Ponderado (WACC), Valor Presente Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), Relación Costo Beneficio (B/C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la realización de los estudios de mercado, técnico, administrativo y económico, se realiza el estudio financiero, que comprende la elaboración de la información financiera del funcionamiento del proyecto de inversión y el análisis y evaluación financiera.

Presupuesto inicial de la inversión

Para ello se necesitará la identificación de la inversión, que representa los requerimientos necesarios para el proyecto en cuestión (tablas 1 y 2).

Tabla 1.

Inversión del proyecto para la adquisición de materiales o equipamiento

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Smartphone (iphone 11, 64 GB)	9,999.00	9,999.00
1	Materiales médicos	4,062.00	4,062.00
Total de materiales			14,061.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 2.

Inversión del proyecto para la adquisición de insumos

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Servicio internet contrato	1,645.00	1,645.00
1	Registro diseñador Google play	459.00	459.00
1	Registro diseñador iOS	1,805.00	1,805.00
1	Servicio de programador	60,000.00	60,000.00
1	Papelería	1,250.00	1,250.00
Total de insumos			65,159.00

Nota: Elaboración propia

Fuente de financiamiento

Por el importe de inversión, se realiza la tabla de amortización del crédito a un plazo de 24 meses, por un monto total de \$ 79,220.00, quedando 2 anualidades, por un monto de \$ 39,610.00, y un costo total de financiamiento por \$ 18,980.00.

Estados financieros

Con base en los datos obtenidos en los diversos estudios del proyecto, se obtuvieron los gastos de operación, los ingresos por servicios, las depreciaciones, los costos por servicio, con lo que se elaboran los estados financieros proyectados: Estado de Resultados (tabla 3) y el Estado de Flujo de Efectivo (tabla 4), a un periodo de 5 años.

Tabla 3.

Estado de Resultados Proyectado

Concepto / años	1	2	3	4	5
Ingresos					
Ingresos por servicios	240,000.00	249,600.00	259,584.00	269,967.36	280,766.05
Costo por servicio	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Utilidad bruta	124,800.00	128,640.00	138,624.00	149,007.36	159,806.05
Gastos de operación	20,381.00	20,380.92	21,399.97	22,469.96	23,593.46
Depreciación	-	-	-	-	-
Amortización activos diferidos	210.40	210.40	210.40	210.40	210.40
Utilidad de operación	104,208.60	108,048.68	117,013.63	126,327.00	136,002.19
Costo integral de financiamiento	14,045.05	4,934.75	-	-	-
Utilidad antes de impuestos	90,163.55	103,113.93	117,013.63	126,327.00	136,002.19
Impuestos	28,852.34	32,996.46	37,444.36	40,424.64	43,520.70
Utilidad neta	61,311.22	70,117.48	79,569.27	85,902.36	92,481.49

Nota: Elaboración propia

Tabla 4.

Estado de Flujo de Efectivo Proyectado

Concepto/Año	1	2	3	4	5
<i>Fuentes</i>					
Saldo inicial en caja		101,131.62	131,849.49	211,629.16	297,741.92
Ingreso por servicio	240,000.00	249,600.00	259,584.00	269,967.36	280,766.05
Crédito	79,220.00	-	-	-	-
Total fuentes	319,220.00	350,731.62	391,433.49	481,596.52	578,507.97
<i>Usos</i>					
Costos	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Operación	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Reinversión	-	-	-	-	-
Gastos de operación	20,381.00	20,380.92	21,399.97	22,469.96	23,593.46
Costo integral de financiamiento	14,045.05	4,934.75	-	-	-
Impuestos	28,852.34	32,996.46	37,444.36	40,424.64	43,520.70
Pago amortización crédito	39,610.00	39,610.00	-	-	-
Total usos	218,088.38	218,882.12	179,804.33	183,854.60	188,074.16
Saldo final en caja	101,131.62	131,849.49	211,629.16	297,741.92	390,433.81

Nota: Elaboración propia

Al ser la evaluación financiera un ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos de capital y beneficios asociados con respecto a la inversión neta de alternativas de proyecto de inversión futuras, con la finalidad de decidir su conveniencia, la identificación de costos y beneficios resultan de contrastar los efectos generados por un proyecto con los objetivos que se pretenden alcanzar con su ejecución y puesta en marcha, se evaluó el presente proyecto a través de indicadores financieros.

Los indicadores financieros son considerados las herramientas con las que se pueden realizar análisis financieros de un proyecto de inversión en un determinado periodo (que para esta propuesta tecnológica será de 5 años), y ayudan a realizar comparativas y a tomar decisiones estratégicas en el ámbito económico y financiero, es decir, serán aquellos indicadores que establecerán si el proyecto se acepta o no y bajo qué condiciones.

Para este proyecto se utilizaron indicadores financieros:

- Punto de equilibrio: indicador que establece la igualdad entre ingresos con respecto a los costos y gastos.
- Costo Promedio Ponderado (WACC): Indicador que mide la capacidad de pago de un proyecto.
- VAN, TIR, PRI y Costo Beneficio: indicadores que miden la rentabilidad del proyecto.

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se calcula para definir el momento en que los ingresos de un proyecto cubren sus gastos fijos y variables. La fórmula es:

$$P.E (Ventas) = \frac{CF}{1 - \left(\frac{CVT}{VT}\right)}$$

Donde
 CF = Costos fijos
 VT = Ventas
 CVT = Costo de venta

Para este proyecto los datos que se requieren se muestran en la tabla 5:

Tabla 5

Datos para el cálculo del punto de equilibrio

Conceptos	Datos financieros
Costo fijo total	141,096.66
Costo variable unitario	98.00
Precio de venta unitario	200.00

Nota: Elaboración propia



El resultado representa cuánto se debe lograr vender y será lo mismo que se gaste, entonces se dice que no se gana, ni se pierde, es decir, que se ha alcanzado el punto de equilibrio. A través del uso de un simulador financiero se calculó el punto de equilibrio con los datos antes presentados. El resultado es que el proyecto debe generar \$276,600.00 ingresos para poder cubrir el total de costos fijos y costos variables, que ascienden a la cantidad de \$276,600.00, si no se alcanza el nivel de ingresos el proyecto no es viable.

Esto es, a 5 años se alcanzan a realizar 1383 consultas, al año serían 277 consultas, al mes se alcanza si se realizan 23 consultas, a la semana 6 consultas distribuidas en 5 días a la semana.

Costo promedio ponderado (WACC)

Este indicador representa la tasa de descuento que determina el costo financiero del capital de una entidad, la cual se obtiene por ponderar la proporción de los puntos que cuestan los recursos que posee la entidad con los recursos externos, es decir, es la tasa que representa el costo medio de los activos, aquellos que provienen de fuentes de financiamiento, tanto de la propia entidad como externas, y que tienen un costo financiero. Su fórmula es:

$$CPPC = (Wd * Tdi) + (Wd*Kp)+(Wd*Kac)+(Wd*Kr)$$

Donde

Wd	=	Participación de la deuda en la Estructura
Tdi	=	Tasa de interés de la deuda después de impuestos
Wp	=	Participación de las acciones preferentes.
Kp	=	Costo de las acciones preferentes
Wac	=	Participación de las acciones comunes
Kac	=	Costo del capital o de las acciones comunes
Wr	=	Participación de las utilidades retenidas
Kr	=	Costo de las utilidades retenidas

En la tabla 6 se presentan los datos que generó el proyecto.

Tabla 6

Datos para la determinación del costo promedio ponderado

Conceptos	Datos financieros
Deuda del banco	79,220.00
Tasa de financiamiento	23%
Tasa de impuestos	32%

Nota: Elaboración propia

Aplicando la fórmula se determina que el porcentaje de costo promedio que el proyecto debe de pagar por la fuente de financiamiento es de: 15.64%. Y aplicando este porcentaje de 15.64% al monto de la inversión de \$ 79,220.00, el WACC en términos monetarios asciende a la cantidad de \$ 12,390.00.

Con base a la regla de decisión para determinar la aceptación o no del proyecto. que establece que la tasa de rendimiento esperado (15.64%) debe ser igual o mayor al WAAC para que se acepte el proyecto. Para este proyecto su WACC es de \$ 12,390,00, por consiguiente con la regla se establece que el proyecto se acepta.

Tasa de Rendimiento Esperado (TR)

TR se define como el cociente entre los intereses recibidos y el capital invertido. Su fórmula es:

$$Tr = \frac{CPPP}{TF}$$

Donde

Tr = Tasa de rendimiento esperado
 CPPP = Costo promedio ponderado de capital
 TF = Total Financiamiento

Los datos para su cálculo se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.

Datos para el cálculo de la tasa de rendimiento esperado

Concepto	Datos financieros
CPPP	12,390.00
Financiamiento	79,220.00

Nota: Elaboración propia

La tasa de rendimiento esperado es de 15.64%, y aplicando la regla de decisión, que establece que cuando la tasa de rendimiento esperado es igual a cero, no hay ni pérdidas ni ganancias, pero el negocio no ofrece ninguna rentabilidad, así mismo representa lo mínimo que debe de generar el negocio para poder cubrir sus compromisos financieros.



Por consiguiente, al comparar la tasa de rendimiento esperado con el WACC tenemos que la tasa de rendimiento esperado es de 15.64%, el WACC es de 15.64%. Aplicando la regla de decisión, el proyecto se acepta.

Valor Presente Neto (VAN)

Este indicador de rentabilidad mide cuánto valor es creado por realizar cierta inversión. Su fórmula es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde

- t = Período de tiempo
- I_0 = Desembolso original
- F_t = Flujos de efectivo
- k = Tasa de descuento

Para este proyecto la tasa de descuento será del 9.25% (considerada por el Banco de México, para el año fiscal 2024). Para la determinación de este indicador los datos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.

Datos para el cálculo del VAN

Concepto	Datos
Período de tiempo	5 años
Desembolso original	79,220.00
Tasa de descuento	9.25%

Nota: Elaboración propia

Tabla 9.

Flujos de efectivo para el cálculo del VAN

Año del proyecto	Flujos de efectivo
Año 1	101,131.62
Año 2	131,849.49
Año 3	211,629.16
Año 4	297,741.92
Año 5	390,433.81

Nota: Elaboración propia

Aplicando Excel, con la herramienta de fórmulas, se determinó una VAN de \$746,014.85. Su resultado se interpreta de la siguiente manera: Si el VAN es mayor que 0, se estima que el proyecto o inversión generará utilidad o beneficios. Si VAN igual a 0, puede interpretarse como una inversión nula, no generará pérdidas, pero tampoco beneficios. Y si la VAN es menor a 0, el proyecto se rechaza ya que genera pérdidas. Regla de decisión: \$746,014.85 > 0, por lo tanto, el proyecto se acepta.

Tasa Interna de Rendimiento o de Retorno (TIR)

La TIR o Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. su fórmula es :

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Donde
 Ft = son los flujos de dinero de cada periodo
 I₀ = es la inversión que se realiza en el momento inicial
 N = son el número de periodos

Los datos para el cálculo de la TIR están en la tabla 10, con un desembolso original de \$79,220.00.

Tabla 10.

Datos para el cálculo de la TIR

Concepto	Año	Monto de los flujos de efectivo
Desembolso original	Año 0	79,220.00
Cobros	Año 1	240,000.00
	Año 2	249,600.00
	Año 3	259,584.00
	Año 4	269,967.36
	Año 5	280,766.00
Pagos	Año 1	218,088.38
	Año 2	218,882.12
	Año 3	179,804.33
	Año 4	183,854.60
	Año 5	188,074.16

Nota: Elaboración propia



La TIR determinada para este proyecto es de 51.20%. Por consiguiente, una inversión tiene que ser tomada en cuenta si la TIR excede el rendimiento requerido. En caso contrario, tiene que ser rechazada, ya que la TIR es el rendimiento requerido para que el cálculo del Valor Presente Neto con esa tasa sea igual a cero.

$$51.20\% > 15.64\%$$

Con estos resultados, el proyecto se acepta.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El periodo de recuperación establece el tiempo que toma que la inversión inicial retorne. Su fórmula es:

$$\text{Periodo de Payback} = \text{Periodo último con flujo acumulado negativo} + \left[\frac{\text{Valor absoluto del último flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del flujo de efectivo en el siguiente periodo}} \right]$$

Los datos para su cálculo se presentan en la tabla 11.

Tabla 11.

Datos para el cálculo del periodo de recuperación

Concepto	Año	Datos financieros
Desembolso	Año 0	79,220.00
Flujos de efectivo o de caja	Año 1	101,131.62
	Año 2	131,849.49
	Año 3	211,629.16
	Año 4	297,741.92
	Año 5	390,434.00

Nota: Elaboración propia

El periodo de recuperación de la inversión hará referencia al tiempo que tarda una empresa en recuperar el importe original invertido en un proyecto. Por consiguiente, cuanto más corto sea el periodo de recuperación, menos riesgoso será el proyecto. Es importante destacar que un proyecto de inversión es aceptado si el tiempo para recuperar la inversión es menor al periodo determinado por el proyecto.

Con base a la aplicación de la fórmula correspondiente, este proyecto se recuperará en el 1er año de operaciones, por lo tanto se acepta.



Razón costo- beneficio (B/C).

Representa un comparativo de los ingresos y costos a valor actualizado, con la finalidad de obtener un resultado que determine cuánto cuesta la inversión y así tener mejores resultados durante esta.

Su fórmula es:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Donde
 VAI = Valor actual de la inversión
 VAC = Valor actual de los costos

Los datos para su cálculo se presentan en la tabla 11.

Tabla 11.

Datos para el cálculo del indicador costo-beneficio

Concepto	Datos financieros
Ingresos acumulados	1,379,137.41
Costos totales acumulados	988,703.60

Nota: Elaboración propia

El resultado muestra una relación costo beneficio de 1.9, por consiguiente y en atención a la regla de decisión establece que costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad, así se tiene que:

$$1.90 > 1$$

El proyecto se acepta.

CONCLUSIONES

Con base en la evaluación para determinar la viabilidad económica y financiera de la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP/WEST para el cálculo de dosificación pediátrica de

paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa, se concluye que es viable.

Es viable adaptar una aplicación a contextos mexicanos para hacer más eficiente el cálculo matemático de dosis de paracetamol, evitar iatrogenia con una dosis errónea, conseguir el efecto deseado como lo es la analgesia y antipirético, además de conseguir reducir el tiempo de consulta y con esto poder impartir más consultas por semana, mes y año.

En el estudio financiero se consideraron presupuestos de materiales, insumos para obtener el capital necesario para la implementación, así como la necesidad de una fuente de financiamiento para poner en marcha el proyecto; en este apartado se analizaron varios indicadores financieros que validan en todos ellos la viabilidad del proyecto de inversión que se presenta.

El punto de equilibrio se alcanza al tener 6 consultas en 5 días de la semana, por lo que es viable 1 consulta por día para llegar al punto de equilibrio. En cuanto a la Tasa de Rendimiento Esperado (TR) se obtuvo el 15.64%, que es mayor a cero, lo cual determina que el proyecto es rentable financieramente y es capaz de cubrir con los compromisos financieros que implica. De acuerdo al estudio financiero y a todos los indicadores presentados en el proyecto, se determina que el proyecto de inversión podrá cubrir su inversión, el financiamiento y se obtendrán beneficios tangibles.

Respondiendo a la pregunta de investigación ¿La adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica de paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa es viable económica y financieramente para disminuir los riesgos de errores en el cálculo, además de optimizar los tiempos de consulta? Se concluye que sí, es factible la utilización de la aplicación como herramienta de un médico general y/o pediatra, en función de la necesidad de asegurar el beneficio del paciente pediátrico en la administración de paracetamol como analgésico y antipirético, la condición del mercado actual y potencial, los recursos financieros con los que se contara y la mano de obra requerida para este proyecto en Ciudad Sahagún y Tepeapulco en el estado de Hidalgo.

REFERENCIAS

- Aparicio, et al. (2021) *La tecnología dirigida a la seguridad del paciente: App para dispositivos móviles en la atención de urgencias pediátricas extrahospitalarias*. Boletín de la Sociedad Vasco-Navarra de pediatría. 53(1), 18-24.
- Blanco, E., Vega, M., Ocaña, R., Márquez, E. y Bellido, I. (2014). Estudio de las prescripciones farmacológicas en niños a nivel de atención primaria: evaluación de los usos off-label o fuera de ficha técnica. Elsevier. 47(6), 344-350. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.07.010>
- Bonilla, L., Chacón, A., Hernández, Y., Pacheco, M., Muñoz, M., Salvador, G., Santiago, N., Dávila, E. y Melo, M. (2022). Competencia en dosificación de medicamentos pediátrico, en estudiantes de la Licenciatura en Enfermería. *Revista Espacio Universitario*. 17(45).
- Castro, B., Chasiluisa, K., Coloma, A., Cortes, C., Dominguez, G., Flores, S. y Yauli, E. (2023). Actualización sobre intoxicación por paracetamol en niños. Polo del conocimiento, *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria*. 8(2), 377-397
- Carlos, J. y Casanova, B. (2018). Eficacia antipirética del uso combinado frente al uso individual de paracetamol e ibuprofeno en pacientes pediátricos febriles. Universidad Norbert Wiener. Perú.
- Cerón, M., Ruíz, L., García, F., Valle, G., Elizondo, J. y Urbina, H. (2010). Fiebre en pediatría. *Revista Mexicana de Pediatría*. 77(1), 53-58.
- App Store (2023). Urgencias pediátricas GIDEP WEST. Recuperado el 12 de enero de 2024 de <https://apps.apple.com/es/app/urgencias-pediatr%C3%ADa-gidep-west/id1550091200>
- Fernández, C y Benito, M. (2021). *Intoxicación por paracetamol*. Sociedad y fundación española de cuidados intensivos pediátricos. España.
- González, C. (2016). Farmacología del paciente pediátrico. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 25(5), 652-659.
- Morales, C., Lurbe, E. y Morales, O. (2007). Estudio de utilización de medicamentos en población pediátrica extrahospitalaria. Servei de Publicacions. Universidad de Valencia.
- Muyulema, M. (2016). Desarrollo de una metodología para disminuir los errores de prescripción en pacientes pediátricos del centro de salud tipo C Saquisilí. Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Rivas, E., Rivas, A. y Bustos, L. (2010). Errores en preescrición y transcripción de medicamentos endovenosos en Servicios Pediátricos. Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena. Temuco, 2008-2009. *Revista médica de Chile*, 138(12), 2-4.
- Sala, P. y Ugarte, S. (2001) Errores de medicación en pediatría. *Errores de medicación. Prevención, diagnóstico y tratamiento*. España.

Sánchez, V. y Palacios, D. (2020). *Impacto de uso de los medicamentos unidos en la seguridad y calidad de atención a los pacientes*. Universidad de Antioquia Colombia.

Vera, O. (2020). Uso racional de medicamentos y normas para las buenas prácticas de prescripción. *Revista Médica La Paz*, 26(2), 78-92.

