



DICYT



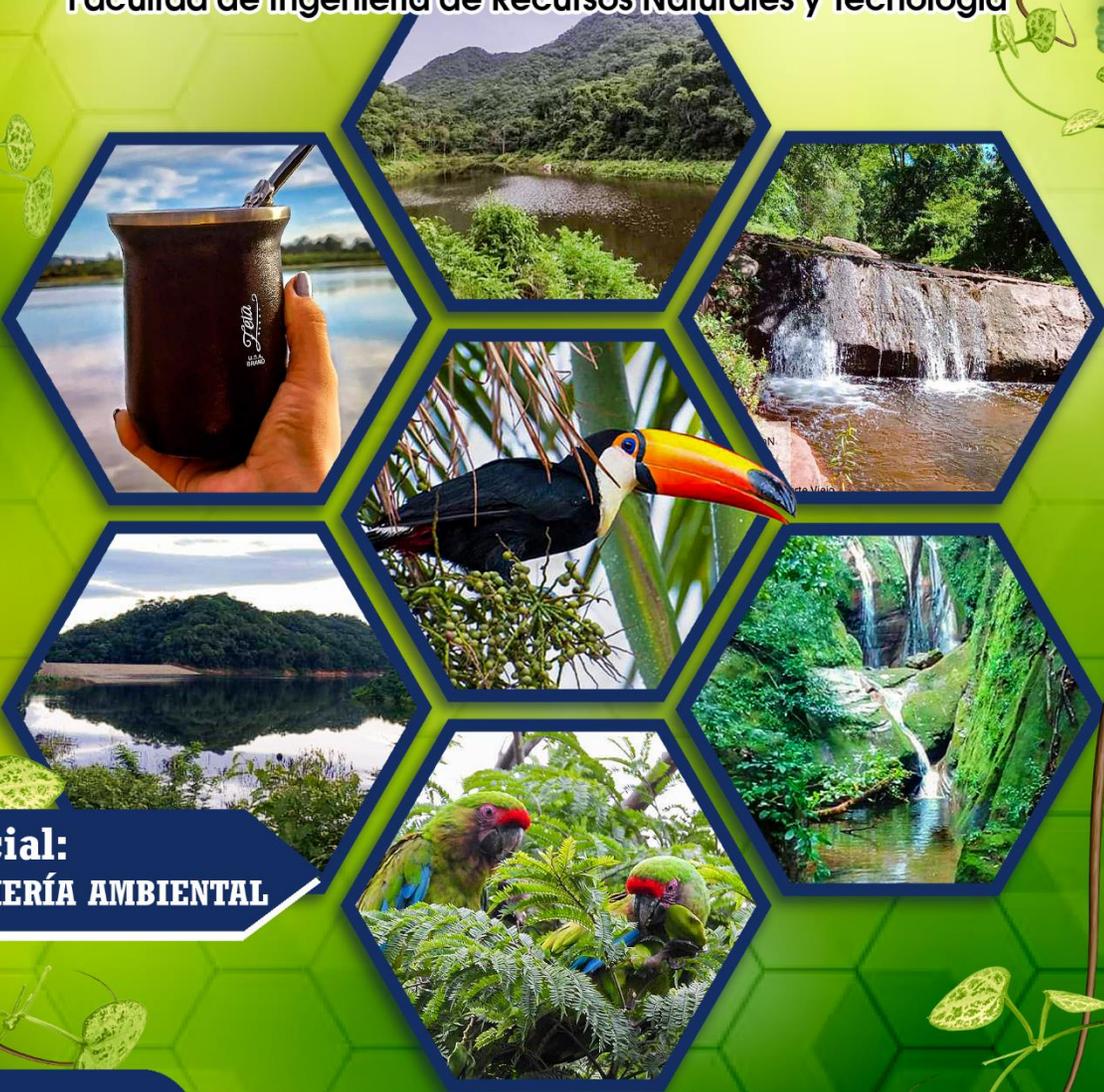
UAJMS

REVISTA

IYARAKUAA

DUEÑO DEL CONOCIMIENTO

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología



**Especial:
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Número

9

Vol. 04

ISSN: 2707-4064 (Impreso)

ISSN-L:2790-0797 (En línea)

REVISTA CIENTÍFICA

Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología

Junio 2023

IY





Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

Consejo Editorial

Omar Amilkar Choque Gonzales

Editor Revista Científica “IYARAKUAA – Dueño del conocimiento”

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

ocho@uajms.edu.bo

Eysin Neri Artunduaga

Director Revista Científica “IYARAKUAA – Dueño del conocimiento”

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

M. Sc. Sylvia Gomez Mamani

Revisión General

Facultad de Ciencias Empresariales

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Ing. Jhoselyn Sherry Sarzuri Oña

Ing. Karina Araceli Chavez Rivera

Dirección de Diseño y Diagramación

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

IYARAKUAA (Dueño del conocimiento)

Revista facultativa de divulgación científica

(Línea)

ISSN - L: 2790 - 0797

(Impreso)

ISSN: 2707-4064

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

RECTOR: M. Sc. Lic. Eduardo Cortéz Baldiviezo

VICERRECTOR: M. Sc. Lic. Jaime Condori Ávila

DIRECTOR DICYT: M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

AUTORIDADES FACULTATIVAS F.I.R.N.Y.T.

Decano de la Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

M. Sc. Ing. Naval Illescas Gonzales

Director de Departamento de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

M. Sc. Lic. José Luis Narvaez

EDITOR:

Omar Amilkar Choque Gonzales

DIRECCIÓN:

Eysin Neri Artunduaga

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Ing. Jhoselyn Sherry Sarzuri Oña

Sitio web:

dicyt.uajms.edu.bo

Correo Electrónico:

ocho@uajms.edu.bo

dicyt.uajms.edu@gmail.com

Publicación semestral financiada por el proyecto "Fortalecimiento de la difusión y publicación de revistas científicas en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho"

Del Consejo Editorial

La publicación académica "Iyarakuaa" (Dueño del Conocimiento) es el fruto del compromiso y la planificación sistemática para fomentar y promover la investigación científica, con el objetivo de mejorar la calidad y el alcance del conocimiento investigativo.

La publicación científica es el principal medio para difundir las novedades en tecnología y conocimientos científicos, adaptándose a la realidad del contexto donde se llevan a cabo las actividades académicas, descubrimientos e implementaciones.

La participación de los investigadores cuyos artículos fueron aprobados para esta edición, refleja la energía, habilidad y conocimiento con que abordaron este trabajo, así como sus ideas, la integridad de sus acciones y la firme voluntad de buscar constantemente la verdad, y contribuir a descubrir lo esencial para la vida.

Agradecemos profundamente al Rector y autoridades facultativas por su apoyo constante para lograr nuestro objetivo de publicar esta edición de la revista de nuestra facultad, gracias a la dedicación y esfuerzo se ha logrado publicar un nuevo número. Expresamos nuestro profundo agradecimiento a todos los colaboradores, por su valiosa participación en diferentes ediciones de nuestra revista científica. Este aporte ha sido fundamental para enriquecer nuestra publicación y contribuir al intercambio de conocimientos y experiencias.



Presentación



Del Decano de la Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

En esta oportunidad es una satisfacción especial presentar el noveno número de la revista “Iyarakuaa”, con una serie de artículos que abordan diferentes temáticas sobre el medio ambiente y el tema sanitario. Conscientes que todos los organismos incluido el hombre obtiene del medio ambiente todo lo que necesita para vivir se desarrollan investigaciones orientadas a fortalecer el cuidado del mismo.

La universidad y la Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología muestran su compromiso con la sociedad brindando aportes significativos plasmados en investigaciones que aporten a este fin, por esta razón agradecemos al equipo de editores y autores de Iyarakuaa por tan importante trabajo de investigación que invita a todos ustedes a conocer y participar en la generación de conocimiento con el propósito de preservar nuestro hábitat natural.

“La tierra, no la recibimos por herencia de nuestros padres, sino, prestada de nuestros hijos”

**M. Sc. Ing. Naval Illescas Gonzales
DECANO - FIRNYT**



Presentación

Director del Departamento de Informática y Ciencias Exactas



Como director del Departamento de Informática y Ciencias Exactas, me complace destacar la relevancia de los artículos científicos presentados en la revista "Iyarakuaa - Dueño del Conocimiento", Edición Especial Ingeniería Ambiental. Estas investigaciones abordan de manera integral aspectos cruciales para la sostenibilidad ambiental y el desarrollo responsable y participativo con propuestas ingeniosas que evidencian el compromiso con la calidad y el rigor científico. Felicito a los autores y editores por su destacado aporte a la creciente base de conocimientos en ingeniería ambiental y reafirmo el compromiso continuo con la excelencia investigativa.

La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, apoya la generación de nuevos conocimientos relevantes para la sociedad a través de la investigación científica y tecnológica, siendo responsable de impulsar y coordinar la actividad investigadora en la institución, logrando fortalecer la formación de sus estudiantes y contribuir al desarrollo de la sociedad.

M. Sc. Jose Luis Narvaez Flores
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y
CIENCIAS EXACTAS**



CONTENIDO

1. ARTÍCULO

Lineamientos para realizar monitores ambientales participativos en actividades, obras y proyectos de ejecución, operación y abandono aplicando la legislación ambiental vigente.

Ph.D. Eysin Neri Artunduaga

1

2. ARTÍCULO

Diseño de una planta de tratamiento para reducir los contaminantes generados por aguas residuales del matadero Molino Viejo en el municipio de Carapari.

Aramayo Gareca Milenka Guiselle

23

3. ARTÍCULO

Propuesta de un diseño de red hidráulica contra incendios en base a la norma NFPA para la construcción de la infraestructura del mercado municipal barrio Petrolero de la ciudad de Yacuiba

Castro Ordoñez José Carlos

45

4. ARTÍCULO

Diseño de baños ecológicos secos para economizar agua en la urbanización nuevo horizonte del municipio de Yacuiba.

Mamani Espinoza Deysi Arminda

55

5. ARTÍCULO

Estudio de irradiación solar en el Municipio de Yacuiba – Gran Chaco para el aprovechamiento de energías alternativas mediante sistemas fotovoltaicos.

Guerrero Jurado Juan Daniel

71

6. ARTÍCULO

Normas de publicación de la revista “Iyarakuaa - Dueño del conocimiento” edición especial: Ingeniería Ambiental

Ph.D. Choque Gonzales Omar Amilkar

85



Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

1

ARTÍCULO DE REVISIÓN

LINEAMIENTOS PARA REALIZAR MONITOREOS AMBIENTALES PARTICIPATIVOS EN ACTIVIDADES, OBRAS Y PROYECTOS DE EJECUCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO APLICANDO LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE

*Recibido:25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ **PH.D. ING. EYSIN NERI ARTUNDUAGA**

¹ Ingeniería Sanitaria y Ambiental
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología.
Yacuiba. UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

artunduagaeysin@gmail.com

(+591) 72974621

Resumen

La forma en que los recursos naturales contribuyen al bienestar humano es variada y de amplio alcance. Estos ecosistemas desempeñan una función fundamental en la lucha contra la pobreza rural, en el logro de la seguridad alimentaria y en el aseguramiento de medios de subsistencia decentes. En la investigación desarrollada se enfatiza el monitoreo participativo aplicado al monitoreo de carbono, de aguas, de ruidos y otros. Estos son solo algunos de los monitoreos de las múltiples posibilidades, que realizan las instituciones, empresas y organizaciones, en general. La misma se desarrolla para reconocer el territorio, monitorear la biodiversidad (flora, fauna), los servicios ecosistémicos como el agua para el control y vigilancia de los recursos naturales, para prevenir procesos sociales de deterioro ambiental, invasiones de tierras, como parte de sus prácticas culturales y ancestrales.

Palabras Clave

Monitoreo, contaminación, participación, ecosistema, áreas protegidas.

Abstract

The way in which natural resources contribute to human well-being is varied and wide-ranging. These ecosystems play a key role in combating rural poverty, achieving food security and ensuring decent livelihoods. The research emphasizes participatory monitoring applied to carbon, water, noise and other monitoring. These are just some of the monitoring of the multiple possibilities, carried out by institutions, companies and organizations in general. The research emphasizes participatory monitoring applied to carbon, water, noise and other monitoring. These are just some of the monitoring of the multiple possibilities, carried out by institutions, companies and organizations in general.

Keywords

Monitoring, pollution, participatory, ecosystem, protected areas.

Introducción

Los ecosistemas ofrecen, oportunidades para el crecimiento verde y proveen servicios ambientales de gran importancia (aire, agua, suelo, ecología y socioeconomía), contribuyen a la regulación del ciclo hidrológico, la conservación de la biodiversidad, la provisión de madera y de productos no maderables, la recreación, los valores culturales y espirituales, y la mitigación de los efectos del cambio climático (FAO 2015, Sabogal et al. 2013, Doughty et al. 2015, Levine et al. 2016).

En general, existe consenso sobre el importante complemento que el monitoreo participativo puede dar a los sistemas nacionales de monitoreo. También se ha enfatizado que los métodos y las tareas asociadas al monitoreo participativo, variarán de acuerdo a las circunstancias nacionales de cada país, de cada departamento y regiones con diferentes pisos ecológicos y en particular respecto al papel que éste desempeñe dentro de las políticas nacionales de control de la calidad ambiental fundamentalmente en las áreas protegidas y la ejecución de actividades, obras y proyectos, o planes de acción para reducir la contaminación, degradación de los ecosistemas. A nivel internacional, existen varias experiencias sobre monitoreo participativos, y todas ellas resaltan que un gran número de métodos y tecnologías están disponibles para ello.

El monitoreo de obra, tanto durante como después de la construcción, permite a las empresas:

- Mejorar la toma de decisiones.
- Gestionar riesgos.
- Incrementar la seguridad.
- Aumentar la productividad.
- Optimizar diseños.
- Reducir costos.

Los sistemas de monitoreo son un componente integral de los proyectos de construcción que tienen desafíos geotécnicos complejos, que presentan riesgo para el público o la infraestructura adyacente y también se utilizan para métodos de observación y confirmación del desempeño del diseño. El monitoreo de obra se puede utilizar en el activo en construcción y también en los activos adyacentes que

pueden verse afectados. Esto es especialmente aplicable en entornos urbanos densos, donde los activos superficiales y subterráneos están muy próximos entre sí. Los proyectos de infraestructura que generalmente involucran sistemas de monitoreo incluyen:

- Puentes.
- Túneles.
- Edificios.
- Excavaciones.
- Carreteras / autopistas / ferrocarriles.
- Muros de contención.
- Terraplenes.
- Oleoductos.
- Pruebas de carga de pilotes.
- Geopeligros (deslizamientos de tierra).

Al implementar programas de instrumentación, las partes interesadas, como el propietario del activo, el ingeniero registrado, los contratistas principales y subcontratistas pueden monitorear los parámetros geotécnicos durante la construcción. Si los parámetros del sitio cambian durante la construcción o son inesperados en comparación con el diseño del proyecto, se pueden implementar planes de acción para mitigar los riesgos para proteger la seguridad pública y la salud de todos los activos involucrados.

Los sistemas de monitoreo de obras permiten realizar un seguimiento a largo plazo para confirmar el desempeño de la estructura a lo largo del tiempo, brindando información sobre áreas clave de preocupación, tales como:

Desplazamiento del suelo (asentamiento o movimiento lateral), niveles de agua subterránea y carga, estrés e inclinación de estructuras, entre otros.

¿Cuáles son las actividades de monitoreo?

Paso 1. Observar y analizar

En este primer paso es importante tener claro cuáles son las problemáticas, preguntas y la dirección del monitoreo que se va a realizar, así como precisar si el monitoreo participativo es necesario para los actores involucrados y si está bien

fundamentado. Para esto se debe responder a la siguiente pregunta. ¿Cuáles son los objetivos y la pregunta problema del monitoreo?

Paso 2. Planificar

En esta fase es importante definir de dónde vienen y para dónde van los datos, así como escalar la información a los tomadores de decisiones y determinar quiénes deben participar y de qué forma. Para ello debemos identificar el nivel de participación, los actores, la línea base, así como la definición de los indicadores.

Paso 3. Gestión de datos e información del proyecto. ¿Cómo lo vamos a hacer?

Iniciada la recolección de datos se debe consultar con la comunidad la manera en que estos se compartirán y clasificarán de acuerdo con su grado de confidencialidad o interés colectivo (Pacha, 2015), cuando se utilizan plataformas web estos datos pueden estar disponibles a todo público o pueden ser restringidos, condiciones que siempre deben ser consultadas con la comunidad.

Una vez definido los indicadores y asegurando que estén estrechamente relacionados con el objetivo planteado y con las preguntas problemas a resolver, se debe seleccionar las herramientas de levantamiento de información tanto para la toma, como para el análisis y publicación de los resultados.

Paso 4. Actuar

Una vez se diseñan las actividades para generar o evidenciar un cambio en la problemática o situación identificada se inicia su implementación, siendo clave el seguimiento a los indicadores definidos en la planificación. Es importante definir los tiempos en los que se van a realizar los eventos de monitoreo haciendo un balance entre la información que se necesita coleccionar y la disponibilidad de tiempo de las personas involucradas en el proyecto, favoreciendo las actividades que se puedan adaptar al día a día de los participantes dado que se estima una participación colaborativa o co-creada.

Pasos 5. Documentar y compartir

Para lograr los objetivos del monitoreo es indispensable documentar los datos, la información, las experiencias y los aprendizajes. Es importante diseñar la documentación acorde con el público al cual está dirigida. Además de esto las

iniciativas de monitoreo participativo generan datos e información a nivel local que contribuyen a una mirada regional y global. Compartir la información en un contexto de apertura situada es clave para mantener la iniciativa y expandir su impacto positivo.

Paso 6. Evaluar y reflexionar

Una vez planificado el proceso y puesta en marcha la estrategia de monitoreo participativo, es importante evaluar el desarrollo del proceso, la calidad, relevancia y utilidad de los datos obtenidos, de esta manera se podrá implementar las acciones correctivas de ser necesario. Diseñar el seguimiento y evaluación de la iniciativa es indispensable para medir la efectividad del proceso. La evolución y adaptación del monitoreo según las condiciones del sistema socio ecológico se logra gracias a un proceso de reflexión constante entre los diferentes actores. Es necesario reflexionar en todas las etapas del ciclo de monitoreo con el fin de realizar modificaciones y adaptaciones cuando sea pertinente. Respecto a la evaluación es importante dividirla en dos partes: evaluación de los resultados del monitoreo y evaluación de los procesos de resultados o transferencia de capacidades.

Paso 7. Evaluación de transferencia de capacidades

Es importante definir los mecanismos que se van a usar para la evaluación de los procesos de capacitación realizados para llevar a cabo el monitoreo. Así también realizar una evaluación del estado de conocimiento de los participantes respecto a los temas que se van a tratar en las capacitaciones. Después de la capacitación es importante hacerles seguimiento a los participantes para saber si se asimiló y entendió la información compartida, además, conocer sobre la eficacia del taller en términos de organización, contenidos y facilitación.

Objetivos

Brindar lineamientos metodológicos para el monitoreo participativo en el país y su integración con un sistema nacional de monitoreo, reconociendo la visión y la importancia que tienen las comunidades locales para la generación de información y conocimiento de los recursos naturales, sus bienes y servicios ecosistémicos.

El Monitoreo también sirve para proporcionar una orientación práctica para el monitoreo participativo y dar ejemplos de nuestra experiencia en la utilización del mismo para recopilar sistemáticamente datos, documentar, reflexionar y analizar los resultados del monitoreo. Este trabajo ayuda a entender cómo el monitoreo permite descubrir nuevas cosas, e incluso, a generar nuevas preguntas o propuestas reflexionando para avanzar hacia una meta.

Objetivos específicos

- Fortalecer capacidades locales para el manejo sostenible del territorio, especialmente el manejo sostenible de los recursos naturales, los ecosistemas y la interacción de éstos con el ser humano y culturas asociadas en el entorno.
- Conocer las dinámicas de los recursos naturales en el tiempo.
- Evaluar la eficiencia de las prácticas de uso, aprovechamiento sostenible, y aportar información a los esquemas de gestión local (planes de vida, planes de etno-desarrollo implementados por la comunidad que promuevan el desarrollo, planes rurales sostenibles que aporten la reducción de emisiones por deforestación y degradación de acción local, etc.).
- Contribuir a la identificación oportuna de limitantes, riesgos, oportunidades y valor agregado de la articulación entre el monitoreo local y nacional, y viceversa.
- Proveer herramientas prácticas de colecta de información, que se adapten fácilmente a los contextos locales y puedan ser utilizadas autónomamente por las comunidades.
- Contribuir a mejorar el establecimiento de vínculos entre la escala nacional, regional y local en lo relacionado con el monitoreo de los recursos naturales, ecosistemas y la interacción, para incidir en la toma de decisiones.
- Fortalecer las capacidades de miembros de comunidades campesinas, indígenas y otras en temas de cartografía, teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) e inventarios forestales y de los recursos naturales, para la toma de decisiones en el territorio.

Este trabajo sirve como guía a autoridades de diferentes niveles, desde comunidades hasta organismos nacionales. Puede ser empleado por personas que trabajan con

comunidades, sean profesionales de organismos no gubernamentales, técnicos de campo, o asesores de proyectos. Se espera que también sea útil para equipos técnicos de instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el seguimiento de programas que se ejecutan en diferentes regiones del país, así como para aquellos técnicos comunitarios, promotoras o facilitadoras que trabajan con miembros de la comunidad y que quieren mejorar sus procesos de gobernanza local.

Servirá también para personas que no han tenido oportunidad de participar en un taller sobre monitoreo, conocen muy poco del tema o no han tenido experiencia en la elaboración de instrumentos de monitoreo para evaluar acciones, proyectos comunitarios, leyes, relaciones de género, planes de manejo, o planificaciones estratégicas del nivel comunal o institucional.

¿Para qué sirve este trabajo?

Este instrumento ayuda a identificar debilidades y retos relacionados a los procesos de la gobernanza comunitaria. También sirve para orientar la metodología a implementar en el análisis de la realidad en la cual interactúan hombres y mujeres en diferentes ámbitos: los recursos naturales, el medio ambiente, la cultura, la cosmovisión, las áreas de trabajo, en el hogar y en los diversos espacios de la comunidad.

Sirve para evaluar los avances, e identificar obstáculo, dificultades en la gestión y administración de los recursos naturales, también, como mecanismo para realizar una auditoría social durante la ejecución de proyectos o iniciativas comunitarias. Así como para mejorar la participación e inclusión de grupos que históricamente han sido excluidos de diversos espacios y niveles, como por ejemplo los jóvenes y mujeres que a menudo quedan excluidos de los espacios de representación y de toma de decisiones.

La metodología se basa en los procesos de aprendizaje y monitoreo que son fundamentos de la metodología de manejo adaptativo y colaborativo. Enmarcados en esta, se trabajaron en las limitaciones que enfrentan ciertos grupos, como las mujeres, y a partir de ahí se establecieron las prioridades de planes de acción para hacer frente a tales limitaciones. En este proceso se definen indicadores sobre los temas a monitorear y las comunidades monitorean la ejecución y valoran esa ejecución.

Las aplicaciones del monitoreo

Comprende:

<p>Aprender sobre una situación</p>	<p>Con el monitoreo se puede aprender sobre una determinada situación que no se conoce lo suficiente. En este sentido, el monitoreo intenta por diversas formas entender una problemática para ayudar a encontrar puntos de salida donde los actores tienen una participación significativa para lograr cambios.</p> <p>A partir de las observaciones de campo y de vivencias cotidianas, se identifica que, a pesar de tener un rol significativo en los procesos comunitarios y las actividades de uso del bosque, las mujeres son excluidas en espacios de toma de decisión. Por ello, para el estudio de esta situación se utilizó la metodología Manejo Adaptativo y Colaborativo (MAC) y el monitoreo participativo.</p>
<p>Aprendizaje para evitar repetir los mismos errores</p>	<p>Durante los procesos de monitoreo se genera aprendizaje que puede revelar situaciones positivas o negativas. Este aprendizaje debe servir para mejorar las acciones que se están implementando y tratar de no cometer nuevamente los mismos desaciertos. En la experiencia desarrollada, mujeres y varones coincidieron en que los foros mixtos para la discusión son importantes para que los varones también reflexionen sobre los problemas que enfrentan las mujeres al participar. Pero de igual forma se aprendió que este proceso de discusión colectiva es más lento en comparación a un espacio solo para mujeres. Se observó que los varones, en particular los líderes, tendían a controlar la participación y las mujeres en su mayoría solo escuchaban sin opinar libremente. Se pudo conocer que, si bien hay necesidad que los varones reflexionen sobre los obstáculos las mujeres también necesitan tener un espacio propio para conversar sin temor en foros menos formales que las reuniones o talleres, donde las mujeres y los varones pueden opinar más libremente sobre los temas que les interesan.</p>

Mejorar el acceso a información	Al considerar una actividad en proceso, el monitoreo permite identificar de manera amplia los resultados negativos y positivos de la acción.
Mejorar la participación	El proceso de monitoreo se inicia con una dinámica de trabajo entre los comunitarios y comunitarias. Para hacerlo participativo, es necesario realizarlo en los momentos en que se desarrollan actividades, de tal forma que el monitoreo acompaña de manera participativa alguna tarea para observarla. En este caso se observó el nivel de participación de mujeres, hombres y jóvenes de la comunidad para definir una propuesta de trabajo para mejorar.
Mejorar la gobernanza	La práctica llevó a entender que existe una amplia limitación de la participación por parte de los comunitarios, y no solo de las mujeres, pues también se observó limitaciones de participación con los hombres en las actividades de gobernanza comunitaria, es evidente que se requiere mayor involucramiento en las actividades de la toma de decisiones, es decir, en el desarrollo de la gobernanza comunitaria. Así, el monitoreo se convirtió en un proceso de acompañamiento a los líderes del gobierno comunal y a los comunitarios y comunitarias mujeres.
Realizar control social	En las zonas rurales del país, incluyendo los territorios donde se ubican los pueblos indígenas, existe poco ejercicio de los comunitarios para el control sobre las normativas sociales informales o formales. Esta situación es pocas veces regulada por los líderes de la comunidad o por la población misma donde la participación es clave para que los comunitarios participen abiertamente en todas las actividades, sean asambleas, talleres o charlas u otros.
Lograr transparencia	El ejercicio de monitoreo es una actividad que fomenta la transparencia en la comunidad y que permite involucrar a los actores locales (hombres y mujeres) para mejorar la situación de

	la comunidad. El monitoreo permite descubrir estas situaciones, ante las cuales, abre oportunidades para lograr mayor involucramiento de los comunitarios.
Evaluación de proyectos	En muchos casos los proyectos de desarrollo ejecutan obras en distintos campos, como por ejemplo en infraestructura productiva, sostenibilidad del bosque y proyectos avícolas, entre otros. Donde el monitoreo de las obras en ejecución siempre es bien recibido, dado que se busca mejorar los resultados del proyecto.

Cuadro 1: Las distintas aplicaciones del monitoreo

¿Cuándo se hace monitoreo participativo?

Un monitoreo participativo se hace cuando se identifica un problema y se plantea la necesidad de cambio, pero no se tiene suficiente información sobre las causas de dicho problema. Hacerlo en grupo, define su carácter participativo, permite la reflexión para la acción colectiva. Es mejor cuando un mayor número de personas se ven involucradas en la reflexión y la discusión para que genere sensibilización en los participantes y la determinación de tomar cartas en el asunto, es aquí donde radica la importancia de la participación pues anima a la acción. He aquí un ejemplo que se observó.

Cada tres meses se convocó a la comunidad para revisar lo que había pasado en ese período, cuántas mujeres opinaron en dichas reuniones. Los resultados demostraron que las mujeres no fueron convocadas, lo que generó nuevamente la necesidad de hacer algo para resolver el problema y verificar el por qué, a pesar de que se había acordado invitar a las mujeres estas no fueron invitadas.

Términos claves para el monitoreo

En esta sección se presentan los términos claves que se utilizan en el monitoreo para la conducción del proceso con sus respectivos indicadores.

Indicadores

Un indicador es como la vara con la cual mediremos el cambio (CIFOR 2007). Es posible que el indicador esté relacionado al asunto en observación, pero no es lo mismo. Por ejemplo, el humo es un indicador de fuego en zonas forestales. En los

bosques a veces se construyen torres para que las personas puedan ver (monitorear) eventos de incendios en el bosque (Evans et al. 2014). Un indicador en temas de salud puede ser el peso de un niño o niña. El peso no es un indicador absoluto del estado de salud, pero si se revisa periódicamente la información sobre su peso y esto dará una idea del crecimiento adecuado o inadecuado en niñas y niños. Así, revisar periódicamente el peso es clave en el monitoreo de la salud de las niñas, contrario a registrar el peso solo una vez. Con los registros periódicos se permite la identificación de la tendencia del peso en el tiempo. Ante la ganancia de peso mes a mes se puede inferir que su estado de salud es bueno, de lo contrario indica que el estado de salud se deteriora o está en riesgo (CIFOR 2007).

Participación

Participar significa estar en, o formar parte de algo. La participación puede lograrse preparando un plan, identificando problemas, discutiendo y reflexionando en una reunión o realizando algunas actividades en el campo. Hay diferentes maneras de interpretar o valorar la calidad de la participación.

Con base al estudio de Agarwal (2001) se entiende que la participación también es un proceso que avanza, que tiene diferentes etapas o fases y que hay varios tipos de participación; para entender estos tipos de participación se presenta el siguiente ejemplo.

Se convoca a una reunión comunitaria para discutir el problema de la deforestación o de la contaminación del río y se quiere que en dicha reunión se acuerden acciones para solucionar estos problemas.

Cómo se podría valorar la participación de las comunitarias y comunitarios según su comportamiento en dicha reunión. Algunos comunitarios y comunitarias asistirán a la reunión, es decir estarán presentes porque forman parte de la comunidad, pero no dicen nada; a esto se le llama una participación nominal, es decir que estuvieron en la reunión, pero no opinaron, solo escucharon, lo que también es una participación pasiva. En cambio, otros comunitarios no solo estarán presentes, también opinarán y harán propuestas, a esto se le llama una participación activa, pero si sus opiniones no fueron tomadas en cuenta, puede denominarse como participación consultiva. Finalmente, si hay comunitarios y comunitarias tomando decisiones o logrando que

los otros y otras les apoyen en sus propuestas, a esto se le denomina una participación de empoderamiento, es decir que desarrollan una participación en la que se evidencia el poder para hacer algo o lograr que los demás lo respalden y se comprometan.

Gobernanza

La gobernanza local se ha definido como un conjunto de instituciones y procesos donde individuos y grupos pueden expresar y negociar sus intereses, sus necesidades y ejercer sus derechos y responsabilidades. La participación democrática y la transparencia son elementos claves de una buena gobernanza local (Blair, 2000). En este caso, se trató la gobernanza en comunidades y actores que se relacionan con el bosque, es decir la gobernanza sobre los recursos naturales de la comunidad que se entiende como el proceso en que se acercan comunitarios y sus autoridades para discutir y tomar decisiones para el manejo de los recursos comunes.

Género

El concepto de género tiene que ver con la manera en que se piensa y se actúa siendo una mujer o un hombre en la familia, la comunidad y los bosques. Culturalmente, las sociedades establecen roles sociales y actitudes, y estimulan habilidades diferenciadas para hombres y mujeres tomando como referencia el sexo biológico.

El concepto de género relacionado con otros conceptos como la edad, la raza y la etnia también permite analizar las diferencias entre hombres, como también las diferencias entre mujeres. Por ello, identificar dichas diferencias es importante para saber si restringen derechos y ponen limitaciones al desarrollo de las mujeres o los varones.

Género y enfoque diferencial

Los principios para la propuesta de lineamientos para el monitoreo comunitario participativo y su articulación con el sistema nacional de monitoreo de bosques, fueron recogidos en los diferentes talleres de intercambio con representantes de comunidades que realizan este monitoreo en el país e incluyen también los aspectos de salvaguardas, género y enfoque diferencial. Estos principios son:

- Reconocer e incorporar el enfoque étnico y campesino desde sus visiones de lo que es el bosque y el monitoreo.
- Reconocer los criterios y mecanismos de protección de derechos de las comunidades y del ambiente conocidos como salvaguardas.
- Fortalecer procesos de gobernanza territorial, instituciones y estructuras de liderazgo tradicionales de autodeterminación y toma de decisiones.
- Concebir desde la comunidad local, y/o con el apoyo de otras instituciones un proceso ordenado, concertado y sostenible.
- Concebir como un ejercicio el conocimiento y perfeccionamiento por parte de la comunidad tanto adentro de su territorio, como afuera.
- Contribuir al fortalecimiento de los medios de vida de las comunidades, a partir de la relación estrecha de una comunidad con sus bosques y los ejercicios productivos y de subsistencia que tienen lugar en el territorio.
- Contribuir al proceso gradual de adopción de mejores prácticas de uso y manejo de los recursos naturales, y constitución de sistemas de trazabilidad locales articulados a los niveles regional y nacional.
- Manejar un lenguaje diferencial que permita la generación de confianza y entendimiento entre las partes cuando se realiza la articulación de las comunidades con otras organizaciones e instituciones del nivel regional y nacional.

Adicionalmente, y en el marco de las acciones que se vienen desarrollando en la Estrategia Bosques Territorios de Vida, las comunidades que han participado en los espacios de Información y diálogo, han resaltado aspectos como el cumplimiento de las salvaguardas sociales y ambientales, y la transversalidad del enfoque de género y diferencial (jóvenes, adultos, niños y niñas), son de vital importancia para el logro de los objetivos que plantea la Estrategia en los aspectos ambientales, sociales y, en consecuencia, para el monitoreo comunitario participativo.

Lineamientos metodológicos

FASE1 PREPARACIÓN	FASE 2 PILOTAJE	FASE 3 IMPLEMENTACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de iniciativas. • Propuesta monitoreo comunitario participativo. • Priorización de iniciativas en marcha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilotaje. • Pruebas de implementación. • Resultados, ajustes y socialización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comités de monitoreo. • Construcción participativa. • Fortalecimiento de capacidades. • Generación y captura de datos.

Fase 1

En general, las experiencias de monitoreo comunitario participativo en el contexto latinoamericano, se han enfocado en el monitoreo de variables como biodiversidad, agua, caza, pesca, procesos de gobernanza sociales, entre otros. En particular, se han monitoreado variables relacionadas con diversidad de fauna o flora, monitoreo territorial o predial donde se caracterizan e identifican las causas y agentes de la deforestación/degradación de los ecosistemas, y se realiza control social, monitoreo de agua, procesos sociales, entre otros (Evans & Guariguata 2008).

El monitoreo dependerá de los intereses particulares de las comunidades, del conocimiento que las mismas tengan de su territorio, y las prioridades y necesidades de información requeridas:

¿Qué está pasando en el territorio?, ¿hay algún problema que se pueda solucionar con el monitoreo?, ¿por qué se debe hacer monitoreo?, ¿de qué?, ¿qué se necesita aprender o fortalecer como comunidad?, ¿cómo se inicia?, son algunas de las preguntas orientadoras para iniciar este proceso.

Esta fase es el punto de partida para el desarrollo de un esquema de Monitoreo Comunitario Participativo (MCP), y toma relevancia para comunidades que actualmente no realizan monitoreo de bosques u otros recursos naturales, pero han identificado que es crucial para su proceso de gobernanza. Durante esta fase, la comunidad también define si desea comenzar un proceso autónomo, o debe buscar aliados estratégicos como instituciones del orden regional o nacional, ONGs, u otras,

para comenzar. En este caso, se debe realizar un trabajo en equipo, donde se llegue a consensos, y las decisiones que se tomen, favorezcan a todos los involucrados.

Para comunidades donde el monitoreo comunitario participativo ya se encuentra en curso, la fase de preparación constituye una oportunidad para revisar y perfeccionar las bases que dirigen dicho monitoreo, buscando desde el ejercicio de gobernanza propia, el involucramiento de la comunidad para validar los objetivos y metodologías ya planteados. Es de resaltar que, durante esta fase, es muy importante realizar espacios de diálogo y consulta con los miembros de la comunidad (tanto internos como con las organizaciones acompañantes si es del caso), con el fin de identificar el interés de trabajar en la temática, poseer un consentimiento libre, previo e informado (CLPI) de las acciones y compromisos adquiridos en una relación de corresponsabilidad, y definir el o los objetivos del monitoreo. A continuación, se explican cada uno de los pasos a seguir durante esta fase.

Diagnóstico

El diagnóstico entendido como el reconocimiento del estado del territorio, busca definir qué se tiene y qué se necesita para trazar el punto de arranque o línea base del proceso de monitoreo comunitario participativo.

Es muy importante que las comunidades, y en especial sus instancias de decisión (juntas de los consejos comunitarios, gobiernos indígenas y/o estructuras organizativas campesinas), tengan interés en el proceso y busquen la sostenibilidad planificada del mismo. La actividad de diagnóstico debe ser integral, y abordar la compilación de información sobre el territorio, tanto de aspectos sociales como ambientales.

Conocer los medios de vida de las comunidades, y el estado actual de cada uno de los capitales existentes (humano, natural, financiero, social, y biofísico) es muy importante. Para el desarrollo de esta actividad, se sugiere partir de los instrumentos de gestión y planificación existentes a nivel comunitario, regional, y nacional (acuerdos suscritos al interior de la comunidad o en articulación con instituciones u organizaciones, cartografía social, cartografía base e institucional, informes de gestión de proyectos pasados, entre otros).

Este diagnóstico arrojará de manera adicional, la identificación o mapeo institucional y/o actores a diferentes niveles, que permitirá a la comunidad evaluar a través de las siguientes fases del proceso, si es necesario o no generar acuerdos institucionales, académicos, de voluntades o “hermandad”, para el trabajo en equipo, ya que, de existir procesos paralelos o complementarios, el trabajo conjunto y de apoyo, favorece el proceso individual y colectivo.

Fase 2

Con esta prueba se podrán validar, adaptar, mejorar y perfeccionar algunos aspectos que sean cruciales para la puesta en marcha de la implementación definitiva del monitoreo comunitario participativo. Además, servirá para que las personas de la comunidad que participen en este proceso, se familiaricen con las actividades a desarrollar, se afiancen procesos de medición, colecta de datos, sistematización, entre otros.

Pruebas de implementación:

Teniendo como base la propuesta de monitoreo comunitario participativo que incluye el plan de acción formulado y aprobado por la comunidad en la fase de preparación, en esta fase se busca poner en marcha las pruebas de monitoreo y aplicar los protocolos y metodologías seleccionadas, usar los instrumentos, tomar datos en los formatos o instrumentos para la colecta seleccionados (dispositivos móviles, tableta), evaluar los rendimientos de los recorridos o demás actividades que hacen parte del trabajo de campo (establecimiento de parcelas), tomar fotografías, y demás pruebas requeridas. Al igual que en las anteriores fases, la participación activa de la comunidad, especialmente de sus representantes, es muy importante con el fin de promover la identificación de mecanismos de sostenibilidad del monitoreo.

Metodología

Con respecto a la metodología de medición o caracterización de las variables definidas, no siempre los equipos o los protocolos definidos son los idóneos. En tal sentido, durante la fase de implementación, si esto ocurre, se debe replantear o evaluar la metodología, el equipo, o la pertinencia de realización de las mediciones establecidas. También es posible que se deba plantear la inclusión de algunas

variables adicionales de manera complementaria, o se deban emplear otros equipos e instrumentos para obtener los resultados previstos.

Instrumentos y herramientas

De haber sido definido el uso de formularios en papel, se debe hacer una evaluación técnica continua, al interior del comité de monitoreo, acerca de la practicidad de los mismos ¿son sencillos o complejos de utilizar?, ¿son pertinentes al contribuir al entendimiento de la variable monitoreada?). De haber decidido el uso de dispositivos electrónicos para la colecta de la información, las pruebas que se realicen servirán para identificar si los monitores están familiarizados con las funcionalidades de los mismos y si se va a tener acceso a una plataforma a través de la cual los dispositivos permiten el diligenciamiento de la información, pero además se espera la transferencia de datos; también es importante ponerlo a prueba; lo anterior teniendo en cuenta que en algunos sitios, por las condiciones del clima (humedad), la cobertura del dosel, entre otras variables, es posible que estos no funcionen. Es posible que en una experiencia de pilotaje puedan ser probadas las dos formas de colecta de información (papel y formato digital) con el fin de poder decidir las mejores opciones.

Fortalecimiento de capacidades técnicas

Aunque es una actividad que debe ser transversal a todas las fases, el fortalecimiento de capacidades técnicas es crucial en la fase de pilotaje. Por lo tanto, se recomienda realizar talleres y prácticas de manera gradual a los avances esperados en el plan de acción, con el fin de fortalecer especialmente a los integrantes del comité, el equipo de monitoreo, y delegados comunitarios responsables del pilotaje. Estos talleres son útiles para solucionar oportunamente las dudas que se tengan, y reforzar los conocimientos. En el marco del pilotaje se podrán fortalecer temáticas como:

- Uso de equipos y técnicas de medición de variables definidas.
- Revisión y diligenciamiento de instrumentos de colecta de información (formularios en papel, dispositivos móviles),
- Revisión de guías metodológicas y protocolos seleccionados.
- Manejo y actualización participativa de cartografía.

- Validación y adopción de sistemas de control interno, acuerdos de conservación, convivencia o reglamentos internos, salvaguardas sociales y ambientales, entre otros.
- Aspectos administrativos y de logística.

Resultados y ajustes

Del ejercicio de pilotaje se genera una serie de resultados y lecciones aprendidas que permitirán realizar los ajustes necesarios a la propuesta de monitoreo formulada y al plan de acción. Es de aclarar que el ejercicio de monitoreo siempre implicará momentos de evaluación de la labor realizada, que permitirá ajustar el diseño del monitoreo.

Socialización

Los resultados y aprendizajes obtenidos en la fase de pilotaje deben ser socializados para promover espacios de retroalimentación con los demás miembros de la comunidad. La socialización en esta fase y en la de implementación, constituye una estrategia de inclusión social donde la comunidad puede conocer de manera sencilla y en el momento adecuado los avances y hallazgos de las actividades de monitoreo. En estos espacios también pueden expresar sus consideraciones, dudas, quejas, reclamos, y se brinda la posibilidad de visibilizar los aspectos positivos del proceso. Estos espacios deberán ser coordinados por el comité de monitoreo, con el apoyo de los dirigentes comunitarios.

Gestión del comité de monitoreo

Se recomienda que el jefe técnico comunitario, el asistente administrativo y el representante de la organización desarrollen informes de gestión quincenales, mensuales o trimestrales, según sea el caso, con el objetivo de dejar la trazabilidad del proceso y poder evaluar el avance no solo en el cumplimiento del plan de acción de la propuesta de monitoreo comunitario participativo, sino también de los compromisos o actividades que se deriven de los espacios de socialización. Además del informe, se recomienda generar soportes básicos como actas, listados de asistencia, registro fotográfico, entre otros.

Fase 3: implementación

Formalización e implementación del comité de monitoreo local

La formalización e implementación del comité de monitoreo juega un papel definitivo en la consolidación de las actividades de monitoreo propuestas. La formalización del comité se puede hacer a través de los mecanismos que la comunidad tenga para ello (acta de reunión, ajuste a los estatutos de la organización, acuerdo de palabra). En términos de implementación, el comité estará en funcionamiento una vez se dé inicio de las actividades de monitoreo. Se espera que en el seguimiento y evaluación de las actividades de monitoreo realizadas y la puesta en marcha del plan de acción y también se evalúe la evolución del comité a través del tiempo.

Construcción colectiva del monitoreo participativo

Por parte del comité de monitoreo y de manera periódica durante la implementación de las acciones, se recomienda realizar cada dos o tres meses, la evaluación de la efectividad de los ejercicios de medición, colecta de información y el proceso de involucramiento de la comunidad. De cada espacio de evaluación se recomienda generar un acta con los comentarios y compromisos realizados, con el fin de hacer seguimiento.

Fortalecimiento de capacidades técnicas y proceso de formación

Para la fase de implementación se desarrollarán las capacitaciones pertinentes según lo identificado en la fase de pilotaje. Es de resaltar que el comité de monitoreo es el responsable de replicar el conocimiento a los demás miembros de la comunidad interesados, y como un mecanismo de empoderamiento y fortalecimiento de la gobernanza. Se recomienda, además, realizar un plan de capacitaciones a través de alianzas con universidades, instituciones de educación técnica o superior, ONGs u otras instituciones del orden regional y nacional, para fortalecer las capacidades requeridas por la comunidad para mejorar su ejercicio de monitoreo comunitario.

Conclusión

Con el fin de hacer una evaluación antes, durante y después de cada una de las fases donde se vayan a implementar acciones de monitoreo, el comité requerirá contar con

una serie de indicadores básicos que arrojen la efectividad y cumplimiento de las actividades propuestas. Estos indicadores son diferentes a los indicadores que se definen en la fase de preparación para el monitoreo de las variables a medir. Por lo tanto, se plantea a continuación siete posibles indicadores de gestión y que permiten evaluar aspectos clave del plan de acción elaborado.

No obstante, es ideal definir los indicadores de manera participativa y en estrecha relación con los planes de vida, planes de etnodesarrollo, entre otros, que tienen las comunidades, y desde donde deben expresarse las necesidades de monitoreo. Dichos indicadores deberán además tener relación con el seguimiento de éxito de las iniciativas de gestión sostenible dentro de los territorios, el cumplimiento de las salvaguardas sociales y ambientales, la participación diferencial en términos de género y edades, y cuando aplique, sobre los resultados de articulación institucional que tengan lugar. Los indicadores deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y con tiempos definidos, de manera que permitan realizar el seguimiento de las acciones del monitoreo participativo de manera adecuada y oportuna.

Referencias

- Vargas, R. 2006. La Cultura del Agua. Lecciones de la América Indígena. UNESCO. Serie Agua y Cultura. Programa Hidrológico Internacional.192 p. Consultado el 8 de noviembre. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001921/192168s.pdf>.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2012. En: Informe del estado del Medio Ambiente 2011, Capítulo 8. Recursos Hídricos. Consultado el 31 de Mayo 2013. Disponible en: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_8.pdf
- Miranda-Chumacero, G.; Wallace, R.B.; Mendoza, M.; Álvarez, G.; Terrazas, A . 2012. Monitoreo Integral en los Ámbitos Sociales, Económicos y Ambientales en Iniciativas Productivas de la TCO Takana. *En: X Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica*, Salta, Argentina
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2005. Evaluaciones del desempeño ambiental, Chile. 246 p. Consultado el 28 de Mayo 2013. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/2/21252/lcl2305e.pdf>

- [CIFOR] Centro para la Investigación Forestal Internacional. (2007). Towards wellbeing in forest communities: A source book for local government. Bogor, Indonesia: CIFOR. Obtenido de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BAIborno0701
- Evans K y Guariguata M R. (2008). Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Bogor, Indonesia: CIFOR. Obtenido de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGuariguata0801S
- “Principios para la Participación con las Comunidades y las Partes de Interés” (Ministerio de Industria, Turismo y Recursos del Gobierno Australiano, 2005) <http://commdev.org/content/document/detail/1171/>
- *Herramientas de los Métodos Participativos: Un Manual para el Profesional* (Fundación del Rey Balduino y el Instituto Flamenco para la Evaluación en la Ciencia y la Tecnología en Colaboración con la Universidad de las Naciones Unidas, Diciembre 2003) <http://www.viwta.be/files/handboek.pdf>
- Monitoreo Independiente de Bosques: ¿Una Herramienta para la Justicia Social?” (Testigo Global e Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo [IIED], 2005). <http://www.policy-powertools.org/Tools/Ensuring/IFM.html>.
- Parra, O. 2009. El aporte científico a la gestión ambiental en Chile: caso de estudio, la Norma Secundaria de Calidad del Agua (NSCA) del Lago Llanquihue, Región de Los Lagos, Chile. Unidad de Sistemas Acuáticos. Centro de Ciencias Ambientales. Universidad de Concepción. 4 p. Consultado el 15 de Noviembre 2013. Disponible en: http://www.eula.cl/doc/resumen_ll.pdf
- “Realizando la Evaluación del Conflicto: Notas de Guía” (Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido [DfID], Enero 2002) <http://www.dfid.gov.uk/Pubs/files/conflictassessmentguidance.pdf>
- Páez, R.; Burgos, A.; Carmona, E.; Rivas, H. 2011. Monitoreo comunitario de la calidad del agua en cuencas rurales del bajo balsas. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado el 6 de Noviembre 2013. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/2011_cnch2_mon_rpaez.pdf.

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

2

ARTÍCULO DE REVISIÓN

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA REDUCIR LOS CONTAMINANTES GENERADOS POR AGUAS RESIDUALES DEL MATADERO MOLINO VIEJO EN EL MUNICIPIO DE CARAPARÍ.

*Recibido:25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ **ARAMAYO GARECA MILENKA GUISELLE**

¹ Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología.
Yacuiba. UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

milenskaaramayo@gmail.com

(+591) 69346120

Resumen

El presente artículo de investigación tuvo como objetivo el diseño de una planta de tratamiento, para reducir los contaminantes generados por el agua residual del matadero de molino viejo, del municipio de Caraparí, considerando la gran importancia ambiental de tratar las aguas residuales y como estas pueden repercutir de forma negativa sobre los distintos factores ambientales se abordó esta investigación, lográndose identificar los distintos problemas derivados de un mal manejo de los efluentes procedentes del matadero del Municipio de Caraparí, siendo algunos de los resultados: la generación de malos olores, la ausencia de un tratamiento propio para este tipo de aguas y posibles riesgos de contaminación. La investigación empleó una metodología descriptiva y experimental para el desarrollo del trabajo. Como técnicas de investigación principales se utilizaron la entrevista y la observación directa con trabajo de campo. De tal manera que se pudo corroborar la existencia de la problemática identificada y recolectar toda la información necesaria. Así pues, se identificaron y evaluaron mediante la matriz de Leopold los diferentes impactos ambientales relacionados a las actividades de sacrificio, predominando en magnitud e importancia la generación de malos olores y el agotamiento del recurso del agua. Asimismo, se realizó la toma de una muestra del agua residual del matadero, dichos resultados de laboratorio indicaron niveles elevados en los parámetros de DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) de 4654 mg/l, una DQO (demanda química de oxígeno) de 7652 mg/l, grasas y aceites de 56 mg/l, sólidos suspendidos totales de 1220 mg/l, y coliformes totales de 1100000 NMP/100 ml, estos resultados no solo demostraron la alta contaminación de estas aguas, sino que también permitió proponer una solución mediante la selección de un tratamiento para reducir los contaminantes presentes, como resultado de la misma se comprobó que es necesario que el matadero cuente con una planta de tratamiento propia, finalmente, cabe resaltar que dicha propuesta fue apoyada por las distintas personas involucradas en la temática, por la importancia de este tema.

Palabras clave

Aguas residuales, matadero, matriz de Leopold, impactos ambientales, DBO₅, DQO, SST Coliformes totales

Abstract

The objective of this research work is the design of a treatment plant, to reduce the pollutants generated by the residual water from the Molino Viejo slaughterhouse, in the municipality of Caraparí, considering the great environmental importance of residual waters and how they can have a negative impact on various environmental factors. In this investigation it was possible to identify the different problems derived from a mismanagement of effluents from the slaughterhouse of the Municipality of Caraparí, one of these consequences was the generation of bad odors, the absence of a proper treatment for this type of water and the possible risks of contamination. The research used a descriptive and experimental methodology to develop the different activities that make up the work. The research techniques were the interview and direct observation, it was possible to corroborate the identified problem and collect all the necessary information through several field visits. Thus, the different environmental impacts related to slaughter activities were identified and evaluated using the Leopold matrix, with the generation of bad odors and the depletion of water resources predominating as impacts of greater magnitude and importance. Likewise, a sample of the residual water from the slaughterhouse was taken, where the laboratory results indicated high levels of parameters such as BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) of 4654 mg/l, a COD (Chemical Oxygen Demand) of 7,652 mg/l, 56 mg/l fats and oils, 1,220 mg/l total suspended solids, and 1,100,000 NMP/100 ml total coliforms. These results not only demonstrated how highly polluting these waters are, but it also allowed proposing a solution through the selection of a treatment to reduce the contaminants present, as a result was found that it is necessary that the slaughterhouse has its own treatment plant. Finally, it should be noted that this proposal has been supported by the different people involved in the subject, due to the importance of this topic.

Keywords

Wastewater, slaughterhouse, Leopold matrix, environmental impacts, BOD₅, COD, TSS Total Coliforms.

Introducción

El agua es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas, resultando difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice este líquido elemento, de una u otra forma. Como resultado de su utilización se generan las aguas residuales de distintas procedencias. (Coarite, E, 2018).

Hablando de las aguas residuales de carácter industrial, se catalogan como la alteración física, química y biológica del líquido en las diferentes industrias del mundo, dichas aguas alteradas no reciben ningún tipo de tratamiento y son descargadas en su mayoría a los ríos, algunos lagos, mares y océanos. (Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2018).

La industria de alimentos utiliza grandes volúmenes de agua para sus distintos procesos, por ende, generan desechos, tal es el caso de los centros de sacrificio de animales para consumo humano, los cuales se constituyen en una fuente de contaminación en todo el mundo. Las descargas orgánicas provenientes de estas actividades generan efluentes, emisión de olores y residuos sólidos cuya disposición inadecuada influye negativamente en el ambiente y en la salud de las personas.

En la ciudad de Caraparí, se encuentra un matadero ubicado en la comunidad de Molino Viejo, de nombre matadero Municipal de Caraparí, este cumple con los requisitos de sanidad en lo referente a la comercialización de las carnes, además tiene el registro sanitario del SENASAG.

La capacidad máxima de faeneo de animales es de 20 cabezas por día, para lo cual deben destinar 500 litros de agua por cada animal para el aseo del mismo a su llegada y para la respectiva limpieza de la sangre generada por el sacrificio. Como se puede apreciar la generación de aguas residuales durante el faeneo es de gran volumen, las cuales son transportadas hasta un lugar de almacenamiento final que se encuentra en la parte posterior de la infraestructura (Ver figura 1).

Las aguas residuales del matadero no cuentan con su propio sistema de tratamiento, y son directamente llevadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Caraparí, lo cual no es correcto (Ver figura 2), debido a que esta fue diseñada para aguas residuales domésticas, y no se deben mezclar aguas de otras procedencias porque perjudica al tratamiento y funcionamiento de la misma. Además, que el matadero es una actividad a escala industrial y debe cumplir con el RASIM y realizar un pretratamiento antes de enviar a la PTAR, por lo tanto, estas aguas no están recibiendo tratamiento, solo se está trasladando la contaminación a otro lado, pero sin darle solución. Asimismo, otra de las situaciones que está ocurriendo en el matadero, son los reclamos por parte de los comunarios ya que se quejan por el tema de los malos olores que desprenden las aguas residuales, considerando que con anterioridad hubo un rebalse de las aguas residuales del lugar de almacenamiento, dirigiéndose hasta las casas de los vecinos colindantes, deteriorando la calidad de aire de las personas siendo estas afectadas.

Figura 1: Almacenamiento de las aguas residuales



Fuente: Fotografía Milenka Aramayo G.

Figura 2: Transporte de las aguas residuales por medio de una cisterna.



Fuente: Fotografía Milenka Aramayo G.

Características de las aguas residuales de mataderos

Según el Instituto Tecnológico Agroalimentario en su trabajo titulado “Mejores técnicas disponibles en la industria cárnica” (2003), define las siguientes características para aguas residuales de mataderos:

- **Presencia de sangre:** un exceso en el vertido de sangre puede acarrear graves problemas en la planta de tratamiento, debido fundamentalmente al aumento de materia nitrogenada y orgánica con el consiguiente incremento de la DQO y DBO₅.
- **Presencia de grasas:** al tratarse de residuos animales existe gran presencia de grasas, que deberían eliminarse para aumentar la tratabilidad del vertido.
- **Presencia de sólidos decantables:** existe una gran cantidad de sólidos que decantan fácilmente. Se trata de restos de piel y estiércol.
- **Presencia de pelos y restos de animales:** pelos y restos de vísceras en el vertido.
- Proteínas y grasas son el principal componente de la carga orgánica presente en las aguas de lavado, encontrándose otras sustancias como la heparina y sales biliares. Los principales parámetros que definen las características químicas de las aguas residuales de un matadero se muestran en la tabla N°1:

Tabla N°1: Características de las aguas residuales de matadero.

Parámetros	Principales fuentes
Materia orgánica (DQO, COT)	Sangre, aguas de escaldado, purín/estiércol, contenidos estomacales, etc.
Sólidos en suspensión	Purín/estiércol, contenidos estomacales, pelos, restos carne.
Aceites y grasas	Aguas de escaldado, lavado de canales.
Amonio y urea	Purín/estiércol, sangre.
Fosfatos, nitrógeno y sales	Purín/estiércol, contenidos estomacales, sangre, detergentes y desinfectantes.
Detergentes y desinfectantes	Productos de detergentes y desinfectantes

Fuente: Origen y composición de las aguas residuales en mataderos (Longroño, A, 2014).

Descripción del matadero municipal de Caraparí

Se encuentra ubicado en la comunidad de Molino Viejo del municipio de Caraparí (Ver figura 3). El matadero dentro de la categorización impuesta por el SENASAG funciona como cuarta categoría, es decir que solo abastece de carne al municipio de Caraparí. Se encuentra conformado por un área externa compuesto por los corrales para ganado bovino, cuarto de guardia, depósito de limpieza, vestidores y baños tanto para hombres y mujeres, un área interna que consta de una sala de atronamiento, sala de cueros, sala de cabezas y patas, sala de vísceras rojas y verdes, área de oreo, cámara frigorífica, cámara de oreo y despacho, área de carga y pesaje, área de control y registro, ambientes de administración y veterinaria.

Figura 3: Ubicación del matadero Municipal Caraparí.



Fuente: Google Earth Pro.

Materiales y métodos

Para evaluar que impactos ambientales son los más relevantes en el matadero Municipal Caraparí se empleó una matriz de Leopold, tomando en cuenta dos aspectos: la magnitud e importancia con referencia a las distintas etapas de faenado y a los factores ambientales afectados.

Por otra parte, se llevó a cabo la caracterización de los contaminantes presentes en el agua residual a través de un análisis en el laboratorio CIAGUA (Centro de

investigación del agua), tomando como punto de muestra el lugar de almacenamiento de las aguas residuales. Se tomó una sola muestra en función a una prueba de decantación en 5 frascos, realizada con anterioridad para determinar en qué momento la muestra tendría mayor concentración de contaminantes, y ser más representativa. En función de los resultados de laboratorio se procedió a seleccionar los dispositivos más idóneos para el tratamiento.

Figura 4: Toma de muestra del agua residual del matadero Municipal Caraparí.



Figura 5: Conservación y transporte de la muestra de agua residual.



Fuente: Fotografía, Milenka Aramayo G.

Resultados y discusión

- **Evaluación de impactos ambientales del matadero municipal Caraparí mediante la matriz de Leopold**

Mediante la matriz de Leopold se logró comprobar algunos de los problemas que ya eran evidentes, tal es el caso de la generación de malos olores por las aguas residuales conformada por materia orgánica, la cual al entrar en el proceso de putrefacción empieza a emitir olores fuertes, por otra parte, también se evidenció que se genera olores debido a la fosa a cielo abierto de los residuos de los animales sacrificados. Así como el problema del agotamiento del agua, para llevar a cabo las actividades de faeneo donde se necesita de grandes cantidades de agua.

Hay actividades en el proceso de faeneo dentro del matadero que contribuyen a ocasionar impactos negativos sobre el medio ambiente, como el eviscerado que tuvo la calificación más alta, otro punto considerado es el desangrado, calificado como un impacto bajo, pero esta etapa de faenado contribuye a aportar una alta carga orgánica a las aguas residuales generadas por el matadero. Sin embargo, a pesar de que no hubo impactos considerados como severos, es muy importante controlar los impactos presentados, ya que estos pueden escalar hasta convertirse en impactos que sean difíciles de mitigar, por lo tanto, es más accesible poner en marcha la prevención. (Ver tabla 2).

Tabla 2: Resultado de evaluación de impacto ambiental mediante la matriz de Leopold.

F.A. / ACTIVIDAD			ACTIVIDADES							
			Recepción del Ganado	Aturdimiento y Desangrado	Eviscerado	Separación de partes y Desollado	División y lavado de las canales	Limpieza y desinfección del matadero	TOTAL	
FACTORES FISICO	Aire	Generación de olores	-3/2	-6/2	-7/4	-4/1	-2/1	-3/2	25	
		Ruido	-2/4	-2/1	-2/1	0	-1/1	0	7	
		Calidad de aire	-4/4	-2/3	-5/6	0	0	-1/3	12	
	Agua	Agotamiento del recurso	0	-6/1	-8/2	-6/2	-4/1	-8/3	32	
		Calidad del agua	0	-1/6	-6/6	-3/6	0	-5/4	15	
		Ríos	0	-4/4	-5/4	-2/4	0	-5/4	16	
	Suelo	Calidad del suelo	-1/2	0	-3/2	0	0	-2/1	6	
	AMBIENTALES BIOLOGICO	Fauna	Aves	0	0	-3/2	0	0	-1/1	4
			Especies terrestres	0	-4/1	-1/1	-2/1	-1/1	-2/1	10
Especies acuáticas			0	-3/4	-2/4	-4/4	-1/4	-2/4	12	
Especies en peligro			0	0	0	0	0	0	0	
Flora		Árboles	0	0	0	0	0	0	0	
		Estrato herbáceo	0	0	0	0	0	0	0	
Paisaje		Vista paisajística	0	0	-4/2	0	0	0	4	
SOCIOECONOMICO		Territorio	Valor de la tierra	0	0	-5/2	0	0	0	5
		Económico	Empleo	0	0	0	0	0	0	0
	Población	Participación pública	0	0	0	0	0	0	0	
		Vectores de enfermedades	-1/4	-1/1	-5/4	-2/2	0	0	9	
TOTAL			16	23	40	20	8	23		

Fuente: Elaboración propia.

- **Características de contaminantes presentes en aguas residuales del matadero**

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio se muestran en la tabla 3, donde los parámetros analizados indican, que las aguas residuales generadas por el matadero Municipal de Caraparí se encuentran con demasiados contaminantes.

Además, la DQO es mucho mayor a la DBO₅, el cual es un parámetro importante para la medición del grado de contaminación, y cuanto más alta es esta, quiere decir que mayor es la contaminación, en este caso la DQO se encuentra con un mayor valor que la DBO₅.

Tabla 3: Parámetros resultantes del análisis de laboratorio.

Parámetros	Unidades	Métodos	Resultados
pH		Potenciometría	7.27
DBO ₅	mg/l	Manometría	4654
DQO	mg/l	Fotometría	7652
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Gravimetría	1220
Aceites y Grasas	mg/l	Gravimetría	56.00
Fósforo Total	mg/l	Espectrometría	67.50
Nitrógeno orgánico Total	mg/l	Fotometría	575.30
Coliformes Totales	NMP/100ml	Tubos Múltiples	1.1E+0.6

Fuente: Informe de laboratorio de aguas residuales del matadero (CIAGUA, 2022).

Para interpretar los resultados se ocupó los valores de los límites máximos permisibles de los siguientes reglamentos: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la ley 1333 (RMCH), Reglamento sobre Lanzamiento de Desechos Industriales en los Cuerpos de Agua (RLDICA).

Como se observa en la tabla 4, todos los parámetros resaltados de color amarillo tales como la DBO₅, DQO, SST, aceites, grasas y coliformes totales son los más importantes a controlar en las aguas residuales generadas por el matadero Municipal de Caraparí. Queda demostrado que, a través del análisis de laboratorio, las aguas residuales del matadero son altamente contaminantes, ya que sus parámetros exceden los límites.

Tabla 4: Comparación con límites máximos permisibles.

Parámetros	Laboratorio	RMCH	RLDICA	Observación
pH	7.27	6.9	4.5 a 10.0	Cumple
DBO ₅	4654	80	300	Fuera de límite
DQO	7652	250	500	Fuera de límite
Sólidos suspendidos totales	1220	60	-	Fuera de límite
Aceites y grasas	56	10	20	Fuera de límite
Fósforo total	67.5	-	-	
Nitrógeno orgánico total	575.30	-	-	
Coliformes totales	1.1E+0.6	1000	-	Fuera de límite

Fuente: Elaboración Propia.

- **Diseño de los dispositivos de tratamiento idóneos, en función de los resultados de caracterización de contaminantes**

Las aguas residuales del matadero se caracterizan por tener una alta carga orgánica, por tanto, es necesario aplicar un tratamiento secundario con el objetivo de reducir dicha carga, no obstante las aguas residuales precisan pasar por tratamientos previos al secundario, ya que no solo contienen materia orgánica, sino también grasas, sólidos en suspensión, coliformes, siendo indispensable aplicar primero un pretratamiento, tratamiento primario, seguido del tratamiento secundario y un tratamiento terciario. En la tabla 5. se muestran los procesos de tratamiento seleccionados para el diseño de la PTAR. El objetivo de cada tratamiento es reducir la carga contaminante presente en las aguas residuales, por lo tanto, se tomó en cuenta los valores de los parámetros que se encuentran sobrepasando los límites máximos permisibles.

Tabla 5: Procesos de tratamiento de la PTAR

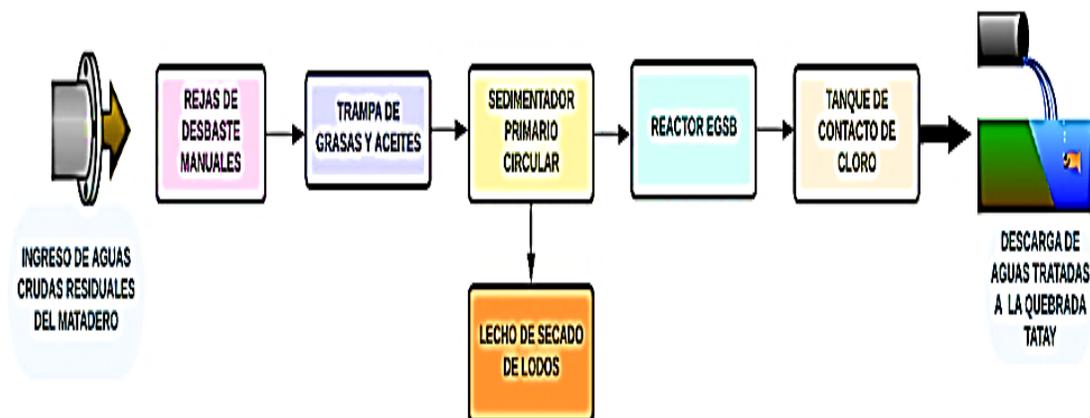
Pretratamiento	Rejas de desbaste manuales
Tratamiento primario	Trampa de grasas, sedimentador primario
Tratamiento secundario	Reactor EGSB
Tratamiento terciario	Desinfección con cloración

Fuente: Elaboración propia.

- **Dimensiones del tren de tratamiento**

La planta de tratamiento de aguas residuales del matadero Municipal de Caraparí contará con el siguiente tren de tratamiento:

Figura 6: Esquema de tratamiento para aguas residuales del matadero



Fuente: Elaboración propia.

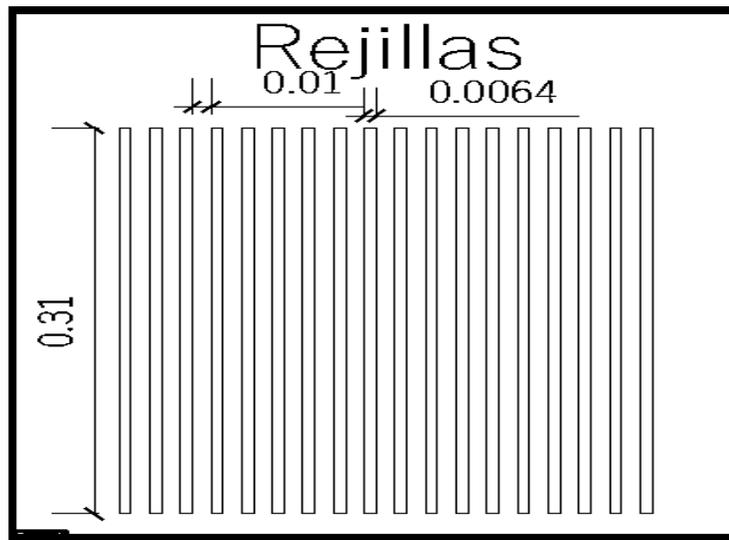
- **Rejas de desbaste manuales**

Las rejas de desbaste son de tipo manual y se colocan con la finalidad de retener la mayor cantidad posible de residuos generados durante el proceso de sacrificio de ganado bovino. Su función es sumamente importante y produce la eliminación de condiciones perjudiciales para los posteriores tratamientos. Este método tiene escaso efecto en la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, las grasas y los aceites o los sólidos suspendidos totales.

Para el dimensionamiento, se calculó primero el área transversal del canal siendo de 0.006 m², para obtener la velocidad del flujo en el canal, el cual debe estar entre los 0,30 a 0,60 m/s, tomándose una velocidad media de 0,40 m/s, se obtuvo un tirante de 0.02 m y una base de 0.3 m. Se utilizaron 18 barras con un espesor de 0,64 cm y un espaciamiento entre barras de 1 cm.

El ángulo inclinación de barras está en un rango de 30° a 60°, se tomó 45°, dato que sirvió para calcular una longitud de barras de 0,31 m. la longitud del depósito para los residuos es de 1.05m.

Figura 7: Dimensiones de las rejillas.



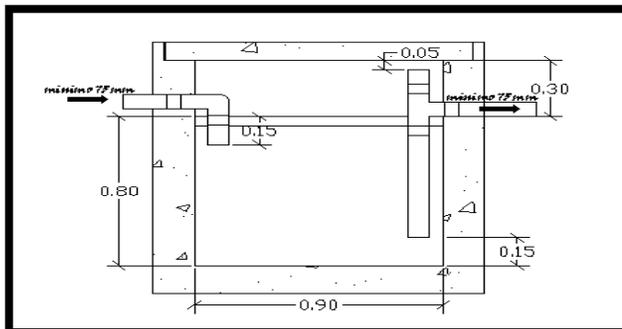
Fuente: AutoCAD (2022).

- **Trampa de grasas y aceites**

Uno de los problemas que traen la presencia de grasas y aceites en cantidades excesivas es la interferencia en los procesos biológicos anaeróbicos, que disminuye la eficiencia del tratamiento. Por tanto, se dimensiona la trampa de grasas para que cumpla con la función de separar las grasas del agua residual, en este proceso al ser el aceite menos denso que el agua, va tender a flotar sobre la superficie, y retenerse, mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. Se coloca después de las rejillas y antes del sedimentador primario. Para su dimensionamiento se utiliza el caudal máximo horario de $0,0024 \text{ m}^3/\text{seg}$, se procede a calcular el volumen del sistema utilizando un tiempo de retención de 3 min, obteniendo un volumen de 430 litros, para el área superficial se obtiene un valor de $0,54 \text{ m}^2$, realizando una relación largo ancho, se tiene un ancho de 0,6 m, largo de 0,9 m y una altura de 0,8 m.

Se tuvo un buen porcentaje de remoción del 90% de las grasas y aceites, encontrándose a la salida dentro del límite permisible con un valor de $5,6 \text{ mg/l}$, en cambio la DBO_5 y DQO solo redujeron en un 20%, obteniendo valores de salida de $3723,2 \text{ mg/l}$ y $6121,6 \text{ mg/l}$ respectivamente, todavía siendo necesario que pasen por los siguientes procesos de tratamiento.

Figura 8: Dimensiones de la trampa de grasas.



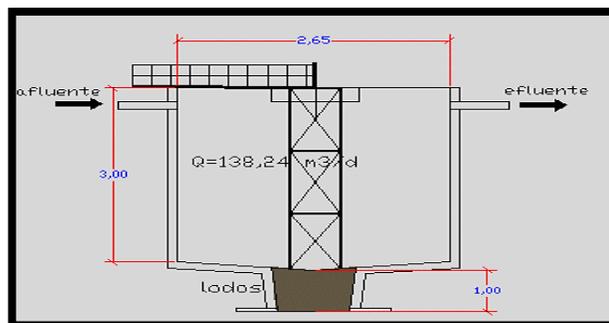
Fuente: AutoCAD (2022).

- **Sedimentador primario circular**

El sedimentador primario fue diseñado con la finalidad de obtener una reducción de los sólidos en suspensión y en cierto porcentaje de la DBO_5 y DQO. Para su diseño se utilizó el caudal máximo diario de $138,24 \text{ m}^3/\text{d}$, se procedió a calcular el área del tanque, con una carga superficial de $32 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$, obteniendo un valor de $4,32 \text{ m}^2$, el diámetro del tanque es de $2,65 \text{ m}$. Se necesitaba el volumen del tanque, que se dividió en dos, en el cilindro y la tolva o cono, obteniendo un volumen del cilindro de $16,56 \text{ m}^3$ y la tolva con un volumen de $3,47 \text{ m}^3$, sumando ambos se obtuvo el volumen total del tanque, siendo $20,03 \text{ m}^3$. Para el tiempo de retención hidráulico se obtuvo un valor de $3,6$ horas.

El porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos totales es del 59% , obteniendo un valor que aún se encuentran fuera de límite de $510,2 \text{ mg/l}$, por lo tanto, se debe seguir aplicando otro tratamiento, en cuanto a la DBO_5 y DQO solo se redujo en un 37% y 40% , siendo los valores de salida de $2345,62 \text{ mg/l}$ y $3672,96 \text{ mg/l}$ respectivamente, todavía se encuentran con valores altos.

Figura 9: Dimensiones del sedimentador primario circular.



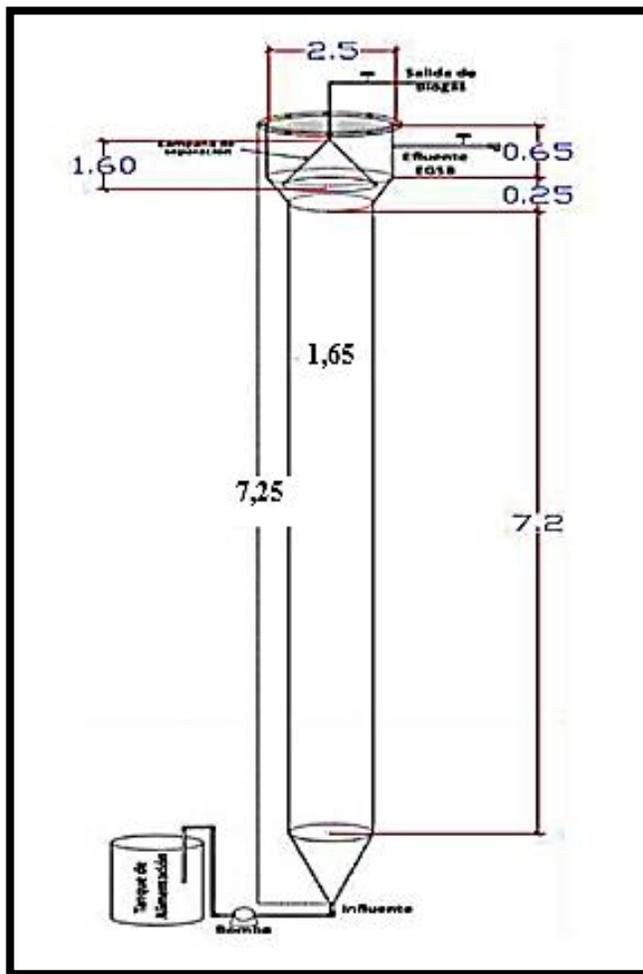
Fuente: AutoCAD (2022).

- **Reactor anaerobio EGSB (Reactor De Lecho Granular Expandido)**

El reactor EGSB representa una sofisticación del diseño de un reactor anaerobio UASB, de modo que promoviendo una mejor transferencia de masa se pueda tratar la misma cantidad de materia contaminante en un volumen muy reducido. El reactor es capaz de operar con cargas orgánicas volumétricas superiores a 20 kg DQO/m³/d. Se caracteriza porque en el reactor se genera lodo exclusivamente granular de muy alta sedimentabilidad, lo cual permite retener la biomasa, aunque la velocidad del agua y el flujo ascendente de biogás sean considerables.

La función del reactor EGSB, es reducir la DBO₅ y DQO presentes en el agua residual generada por el matadero Municipal de Caraparí. Se procedió a realizar el dimensionamiento, primero se tuvo que comprobar el índice de biodegradabilidad de las aguas residuales, el cual fue de 0,6, siendo considerada biodegradable al estar por encima de los 0,3. El reactor EGSB está compuesto por el cuerpo del reactor, la cabeza, conector cuerpo-cabeza y la campana. Para calcular el volumen de reactor, se utilizó el caudal máximo diario de 138, 24 m³/d y un tiempo de retención de 0,12 días, obteniendo un volumen de 16,6 m³, pero se debía trabajar el diseño con el volumen útil de operación siendo este 14,94 m³. Asimismo, se precisaba el caudal de alimentación para el reactor, calculado mediante el volumen útil y el tiempo de retención, obteniendo un valor de 5,34 m³/h. El reactor tiene un área de 2,13 m² y un diámetro de 1,65 m. Para el dimensionamiento del cuerpo del reactor, se obtuvo un volumen de 11,95 m³, con una altura de 5,6 m, se procedió a calcular la cabeza, con un diámetro de 2,5 m, volumen de 3 m³ y altura de 0,65 m. El conector que une el cuerpo con la cabeza tiene un volumen de 1 m³ y una altura de 0,30 m. Una vez obtenidas las alturas de cada componente, se realizó la sumatoria para determinar la altura total del reactor, siendo 7,25 m. La campana del reactor tiene un radio de 0,90 m y una altura de 1,6 m. La carga orgánica es de 1712,8 kg/d, obteniendo una producción de lodos de 61,66 kg Ls/d y una producción de gas metano de 524,12 m³ CH₄/d. Los porcentajes de remoción respecto a la DBO₅ es del 88%, obteniendo un valor de 281,47 mg/l, la DQO de 88% reduciendo a 440, 75 mg/l y los sólidos suspendidos totales de 60% con un valor de 204,08 mg/l, a la salida del reactor ya se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

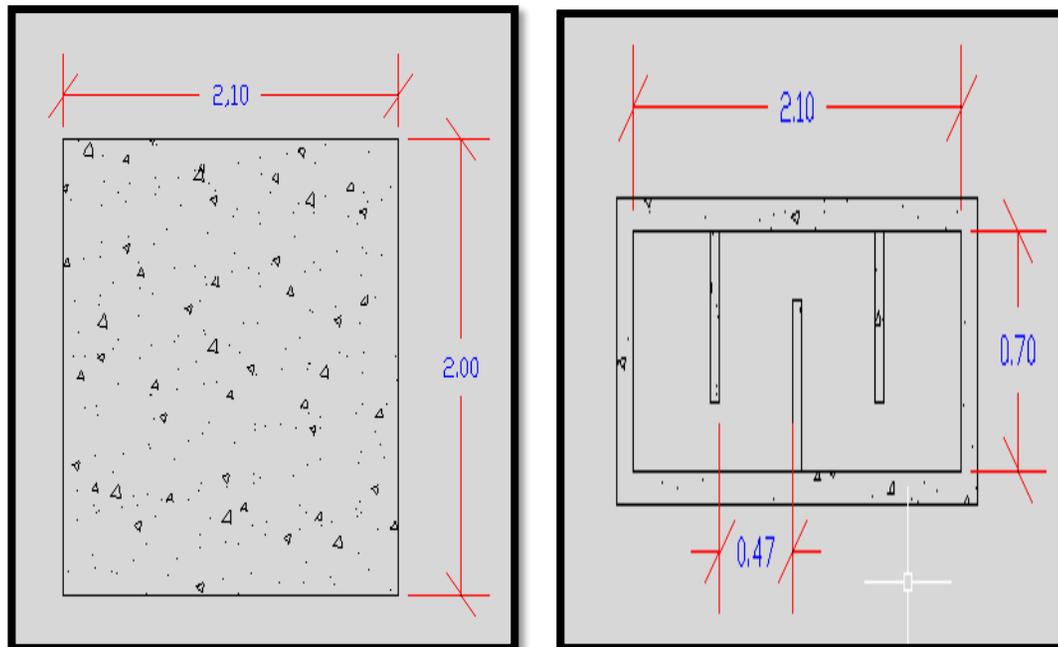
Figura 10: Dimensiones del reactor anaerobio EGSB.



Fuente: AutoCAD (2022).

- **Tanque de contacto de cloro**

En el tanque de cloración el agua se pone en contacto con algún agente desinfectante, que en este caso es el cloro (hipoclorito de sodio), para inactivar cualquier patógeno. Para el dimensionamiento del tanque, primeramente, se calculó el volumen utilizando el caudal máximo horario de $0,0024 \text{ m}^3/\text{s}$ y el tiempo de retención de 1200 segundos, obteniendo un valor de $2,88 \text{ m}^3$. Para el área del tanque se empleó una altura asumida de 2 m y el volumen anterior, teniendo un área de $1,44 \text{ m}^2$, mediante una relación largo ancho, se determinó un largo de 2,1 m y ancho de 0,70 m. Por último, se calculó la cantidad de hipoclorito a añadir, siendo un valor de 0,41 kg/día.

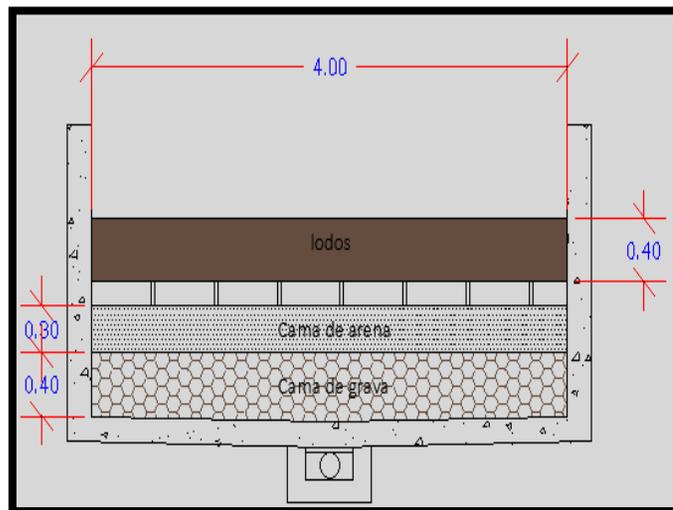
Figura 11: Dimensiones del tanque de contacto de cloro.

Fuente: Elaboración propia AutoCAD (2022).

- **Lecho de secado**

El lecho de secado es un método simple para llevar a cabo la deshidratación de los lodos del sedimentador primario, para luego manejarlos como material sólido. Para su diseño se calculó primeramente la carga de sólidos que ingresa al sedimentador con el caudal máximo horario y los sólidos suspendidos totales (dato de laboratorio), obteniendo un valor de 252,98 kg/d, posteriormente se calculó la masa de sólidos que conforman los lodos de 82,22 kg/d. El volumen diario de lodos digeridos es de 665,21 l/d, para lo cual el volumen de lodos a extraerse es de 26,61 m³. El área del lecho de secado se calculó mediante el volumen a extraerse y la profundidad que debía estar entre un rango de 0,20 m a 0,40m, se seleccionó una de 0,40 m, con ello se obtuvo un valor de 66,53 m² para el área, se colocarán dos lechos de secado, cada uno con un área de 33,26 m², base de 4 m y una longitud de 8,35 m.

Al final del tratamiento terciario, el efluente de la salida de la PTAR, cumplirá con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento sobre Lanzamiento de Desechos Industriales en los Cuerpos de Agua.

Figura 12: Dimensiones del lecho de secado de lodos

Fuente: Elaboración propia, AutoCAD (2022).

Conclusiones

Se logró describir el área de estudio, lo cual es de gran importancia para poder conocer mejor la zona, asimismo, se pudo identificar el punto de muestreo, siendo este en lugar de almacenamiento final del matadero, ya que de esta forma se pudo obtener una muestra más representativa. Entre los residuos generados por las actividades de faenados están: la sangre, que es directamente desechada al agua residual; el estiércol, rumen, hierbas del contenido de la pansa del animal y de los corrales son depositados en la parte trasera del matadero, los cuales pueden ser utilizados como abono para los comunarios y como alimento de animales que ingresan al establecimiento; los cueros son destinados para la venta; en cuanto a los cuernos, patas, y parte de las cabezas son depositados en una fosa a cielo abierto ubicada igualmente en la parte trasera. Las aguas residuales son almacenadas en un tanque, las cuales llegan de la cámara de vísceras rojas y verdes para combinarse en esta última, no reciben ningún tratamiento en el establecimiento, y son trasladadas a la PTAR de Caraparí.

Mediante la matriz de Leopold se pudo identificar y valorar los impactos ambientales que se originan por las distintas etapas llevadas dentro del matadero Municipal, donde se destaca que los impactos ambientales valorados como los más altos fueron la

emisión de malos olores y el agotamiento del recurso agua afectando al factor aire y agua, por ende, también al factor socioeconómico ya que degradan la calidad de vida, siendo también otra actividad de impacto el eviscerado y desangrado.

Es evidente entonces, que el tema de las aguas residuales, contribuye a aportar una alta carga orgánica, lo que aumenta los riesgos de contaminación, y más aún, por las elevadas cantidades de agua para la limpieza de las vísceras y de la sangre.

Tal como se ha visto, se caracterizaron los contaminantes mediante análisis de laboratorio, los cuales ayudaron a corroborar que por sus altas concentraciones efectivamente presentan un alto grado de contaminantes: $DBO_5=4654$ mg/l, $DQO=7652$ mg/l, Sólidos suspendidos totales= 1220 mg/l, Aceites y Grasas= 56 mg/l, Coliformes Totales= 1100000 NMP/100ml, seguidamente se procedió a realizar una comparación con los límites máximos permisibles establecidos en dos reglamentos, teniendo como resultado que efectivamente los parámetros del agua residual del matadero Municipal de Caraparí no cumplen con estos.

Finalmente, se diseñó la propuesta de solución, siendo la misma el diseño de una planta de tratamiento para lograr un buen manejo y disposición de los efluentes del matadero, de esta forma se afirma que “La propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual permitiría mitigar significativamente los contaminantes que genera el matadero Municipal de Caraparí del “Molino Viejo”; así pues, se realizaron los cálculos para el tren de tratamiento aplicado para las aguas residuales, de manera que se lograron bajar los parámetros iniciales y lograr que cumplieran con los límites establecidos en el Reglamento sobre Lanzamiento de Desechos Industriales en los Cuerpos de Agua.

Referencias bibliográficas

- AINIA (1996). “Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Cárnica”. Instituto tecnológico Agroalimentario. Consejo de la Unión Europea, Directiva IPPC 96/61/CE, España. Disponible en: <https://prtr-es.es/Data/images//La%20industria%20c%C3%A1rnica1954CFF26917CEF8.pdf>. Visitado por última vez: 05/01/23.
- AYALA, Rodrigo y GONZALES, Greby (2008). “Apoyo didáctico en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de plantas de tratamiento de aguas

residuales". Universidad Mayor de San Simón. Facultad De Ciencias y Tecnología Carrera de Ingeniería Civil. Cochabamba, Bolivia. Disponible en: https://www.academia.edu/8042546/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIM%C3%93N_APOYO_DIDACTICO_EN_LA_ENSE%91ANZA_APRENDIZAJE_Presentado_por. Visitado por última vez: 03/11/22.

- BLOG TELWE.S.A. (2021). "Tratamiento terciario de aguas residuales". Especialistas en tratamientos de lixiviados, agua industrial y reutilización. Operación de depuradoras y plantas compactas móviles de osmosis inversa y ultrafiltración. Girona, España. Disponible en: <https://telwesa.com/tratamiento-terciario-de-aguas-residuales/>. Visitado por última vez: 11/01/23.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE DIVISIÓN DE SALUD OPS/CEPIS 03.81 (2003). "Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa". Auspiciado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xv.pdf>. Visitado por última vez: 20/10/22.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE DIVISIÓN DE SALUD OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR (2021). "Guía de diseño de lechos de secados". Universidad de Córdoba, Colombia. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cordoba-colombia/introduccion-a-la-ingenieria-ambiental/2guia-de-diseno-de-lecho-de-secados/37313777>. Visitado por última vez: 03/11/22.
- COARITE MAMANI, Efraín. (2018). "Uso de la totora en planta de tratamiento de aguas residuales". Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología Carrera de Construcciones Civiles, La Paz, Bolivia.
- COCA SUBELZA, María Fernanda (2019). "Diseño de la ingeniería de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para el matadero municipal de la ciudad de Tarija mediante el reactor de lecho de lodo granular expandido (EGSB)". Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Departamento de Hidráulica y Obras Sanitarias.

- CONAGUA (2007). "Desinfección Para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento". Desinfección Para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento. Comisión Nacional del Agua Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F. Disponible en: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro23.pdf>. Visitado por última vez: 25/11/22.
- CRUZ SALOMÓN, Abumalé (2018). "Diseño y evaluación de biorreactores EGSB para el tratamiento de aguas residuales agroindustriales del estado de Chiapas". Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/421?locale-attribute=es>. Visitado por última vez: 27/11/22.
- EL MINISTERIO DE URBANISMO Y VIVIENDA. RLDICA (1985). "Reglamento sobre Lanzamiento de Desechos Industriales en los Cuerpos de Agua". RM 010/85 de 24/01/1985. La Paz, Bolivia. Disponible en: <https://bolivia.infoleyes.com/norma/2963/reglamento-sobre-lanzamiento-de-desechosindustriales-en-los-cuerpos-de-agua-rl dica>. Visitado por última vez: 08/01/23.
- LONGROÑO (2014). "Origen y composición de las aguas residuales en mataderos". Blog Aguas Industriales. España. Disponible en: <http://aguasindustriales.es/origen-y-composicion-de-las-aguas-residuales-en-mataderos/>. Visitado por última vez: 20/11/22.
- LOPEZ NAVAJAS, Rafael (2015). "Diseño de un sistema de tratamiento de aguas en una industria cárnica". Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química.
- METCALF Y EDDIE (1995). "Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización Volumen II". Editor: Antonio García Brage. McGRAW-HILL/INTERNAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. Madrid, España. Disponible en: https://www.academia.edu/45529169/INGENIERIA_DE_AGUAS_RESIDUAL_ES_TRATAMIENTO_VERTIDO_Y_REUTILIZACION_Volumen_II_Metcalf_y_Eddie. Visitado por última vez: 18/10/22.

- MUÑOZ MUÑOZ, Deyanira (2005). "Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Matadero: Para una Población Menor 2000 Habitantes". Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
- RESTREPO FUENTES, Aydee María (2014). "Tratamiento de aguas residuales en mataderos para aves mediante bioaumentación in vitro utilizando una planta piloto". Editorial: Especialización en Gestión Ambiental Empresarial. Universidad de la Costa Cuc. Departamento de Postgrados. Barranquilla, Colombia.
- ZURITA MALLIQUINGA, Emma Verónica. (2015). "Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Pedro Vicente Maldonado Ecuador". Universidad técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

3

ARTÍCULO DE REVISIÓN

PROPUESTA DE UN DISEÑO DE RED HIDRÁULICA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMA NFPA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MERCADO MUNICIPAL BARRIO PETROLERO DE LA CIUDAD DE YACUIBA.

*Recibido:25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ JOSÉ CARLOS CASTRO ORDOÑEZ

¹ Ingeniería Sanitaria y Ambiental
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología.
Yacuiba. UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

josecarloscastroordonezz@gmail.com

(+591) 77196035

Resumen

Los sistemas de protección contra incendios en base al uso del agua como agente extinguidor del fuego en descontrol son esenciales en todo tipo de infraestructuras en el tema de la prevención y protección tanto de las infraestructuras como de la salud y economía de sus ocupantes, ya sean de uso privado como público logrando mitigar los riesgos de afectación por incendios. Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo diseñar una red hidráulica de protección contra incendios para implementar en el diseño de la construcción de la nueva infraestructura del Mercado Municipal del Barrio Petrolero de Yacuiba en base a las normas NFPA, más aun, considerando que esta se vio afectada por un siniestro en el año 2016. La investigación es de enfoque mixto ya que utiliza la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos como criterio técnico para el diseño de la red de protección contra incendios, asimismo, el tipo de muestreo fue probabilístico para realizar la recolección de datos mediante encuestas, es importante mencionar que un 100% de los locatarios del mercado consideran importante la implementación de un sistema de protección contra incendios debido a que se vieron afectados en un 76%. El no contar con un sistema de protección contra incendio en estas infraestructuras de uso comercial como lo son los mercados (centros de abastecimiento de primera necesidad) pueden representar un riesgo social, económico y ambiental.

Palabras clave

Sistema de protección contra incendios, incendios, conato de incendio, fuego, red hidráulica contra incendio.

Abstract

Fire protection systems based on the use of water as an extinguishing agent for uncontrolled fires are essential in all types of infrastructure in terms of prevention and protection for infrastructure, health and economy of its occupants, whether of private and public uses, to mitigate risks of affectation by fires. That is why the objective of this research is to design a hydraulic fire protection network to implement in the Municipal Market in the new infrastructure construction design in Petrolero neighborhood in Yacuiba based on NFPA standards, even more when it was affected by an incident in 2016. The research approach is mixed it uses the collection and

analysis of qualitative and quantitative data as technical criteria for the design of the fire protection network, likewise the type of sampling was a probabilistic method, to carry out the data collection through surveys, also is important to mention that 100% of market tenants consider the implementation of a fire protection system important because 76% were affected with the last incident because they didn't have a fire protection system in these infrastructures for commercial use such as markets (basic supply centers) and it can represent a social, economic and environmental risk.

Keywords

Fire protection system, fires, outbreak of fire, fire, hydraulic network against fire.

Introducción

Los centros de abastecimientos de primera necesidad (mercados populares o municipales), son parte del desarrollo económico local de cada población y/o ciudad en el mundo, debido a que dentro de estos se realizan actividades tales como la comercialización de diversos productos y servicios, generando así fuentes de trabajos para los locatarios y fuentes de abastecimiento para las personas en general.

Bolivia se caracteriza por tener una población en donde una de sus principales fuentes de ingresos económicos es el comercio local en sus mercados, los mismos necesitan de condiciones adecuadas y de buenas infraestructuras, sin embargo, dichas condiciones no se ven reflejadas en la realidad.

Una de las principales condiciones que deben tener las infraestructuras de carácter comercial para garantizar la vida útil de la misma y garantizar la economía y seguridad de las personas es la implementación de redes contra incendio. El no contar con una red hidráulica de prevención de incendios, deriva en una alta probabilidad de incendios de gran magnitud.

Los incendios son sucesos o fenómenos que han afectado muchas infraestructuras del tipo comercial, y aún hoy en día representan una gran inseguridad para las infraestructuras exponiendo a grandes pérdidas económicas y en el peor de los casos pérdida de la vida humana, es por ello, que el uso de redes hidráulicas contra incendios en edificaciones es de gran necesidad para poder controlar los mismos sin exponer a las personas a los riesgos que estos puedan ocasionar.

El uso de redes contra incendios a base de agua permite controlar un incendio desde su etapa inicial con el objetivo de que no pase a ser de gran magnitud mediante el uso de aspersores automáticos y poder extinguir totalmente el fuego mediante el uso de hidrantes o boca de incendios con lo que se busca evitar las pérdidas económicas, de vidas humanas y el daño a la infraestructura.

En Bolivia los daños por incendios en Mercados han sido una problemática que ha afectado económicamente a muchas personas debido a que estas infraestructuras no cuentan con diseños de redes contra incendio que garanticen tanto su salud como sus productos con los que generan sus ingresos económicos.

Métodos y materiales

El enfoque aplicado en la presente investigación fue mixto, realizándose la recolección y análisis de datos cuantitativos como cualitativos para el diseño de la red contra incendio. Asimismo, el tipo de investigación aplicada fue de tipo descriptiva, ya que se identificaron los factores que forman parte del problema, mismos que sirvieron para tomar en cuenta como criterios y parámetros técnicos para el diseño hidráulico de redes contra incendio del Mercado Municipal en el Barrio Petrolero y así garantizar la protección de los mismos.

Para realizar el diseño de la red hidráulica contra incendios se inició por recolectar documentación técnica esencial como ser los planos arquitectónicos de la infraestructura y el registro de los locatarios pertenecientes al mercado para analizar las áreas y los tipos de actividades que se contemplaran en el mercado.

Ya definidos las áreas y las actividades que contemplara el mercado en su infraestructura se determinaron en base a la norma NFPA el criterio y el método de diseño para el mercado de acuerdo a los parámetros de cumplimientos de redes contra incendio establecidas en dicha norma.

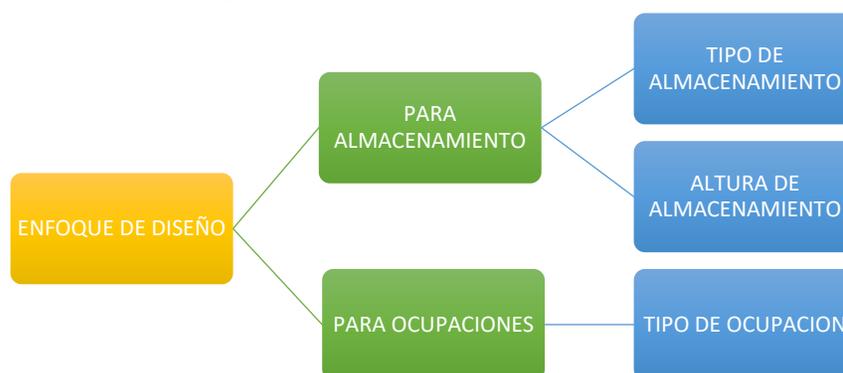
Los criterios para el diseño establecidos en la normativa NFPA determinan el caudal que demanda el sistema, así como la presión que requiere y las pérdidas por fricción, para garantizar que todos estos resultados sean aceptables para determinar el adecuado sistema de bombeo del sistema contra incendio. NFPA 13;14 establece los

parámetros mínimos que se deben de cumplir en cuanto a presiones necesarias en un sistema de combate contra incendios.

Para sistemas de rociadores indica que la presión mínima de un rociador debe de ser 7psi y una máxima de 175 psi en el rociador más remoto (más alejado del cuarto de bombeo).

Para un sistema de hidrantes la presión mínima debe de ser 65 psi para el punto más remoto del cuarto de bombeo y según las características del área a proteger la normativa indica dos tipos de enfoque de diseño las cuales son:

Figura 1: Tipos de enfoque de diseño



Fuente: Elaboración propia.

La presente investigación determinó aplicar un enfoque de diseño según las ocupaciones debido a las características del área a proteger (Mercado Municipal Barrio Petrolero) donde la norma NFPA clasifica los riesgos según la tabla 1.

Al ser una infraestructura que contara con diversas actividades, el mercado se clasificara en 3 tipos de riesgos:

- Riesgo leve.
- Riesgo ordinario de grupo 1.
- Riesgo ordinario de grupo 2.

Determinado el enfoque de diseño, en este caso para riesgos por ocupaciones se procede a determinar el tipo de sistema de protección contra incendio para el edificio.

- El tipo de sistema propuesto en el presente proyecto será de tipo de tubería seca.

- El tipo de protección definido es un sistema mixto de protección automática y mecánica (rociadores automáticos y gabinetes contra incendios).

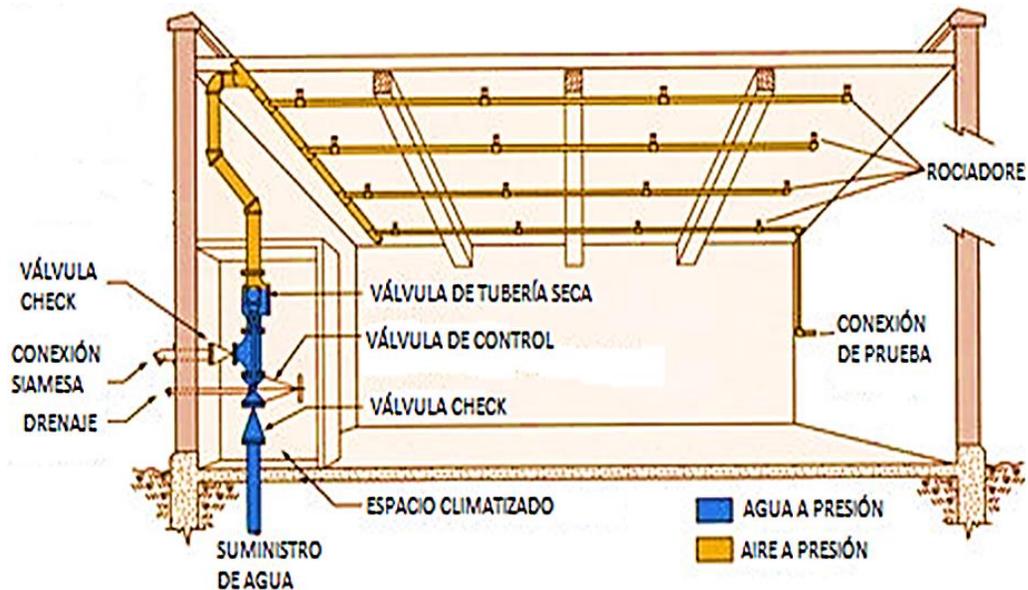
Para un sistema de tubería tipo seca, la distribución de los rociadores la NFPA deben ser en árbol y un aumento de área de diseño de 30% (Figura 2).

Tabla 1: Clasificación de riesgos según la norma NFPA.

Riesgo leve		Iglesias; Clubes; Salones de clase, Hospitales (Incluyendo clínicas veterinarias); Centros penitenciarios y de atención psiquiátrica; Librerías (excepto salones con estanterías); Museos; Asilos y hogares de convalencia; Oficinas (Incluyendo procesamiento de datos); Residencias; Áreas de sillas en restaurantes; Teatros y auditorios (excluyendo escenarios y prosencios); Áticos no usados
Riesgo Ordinario	Grupo 1	Salas de exhibición y estacionamiento de automóviles; Panaderías; Fábricas de bebidas; Fábricas de conservas; Manufactura y procesamiento de productos lácteos; Plantas de electrónica; Manufactura de vidrio y productos de vidrio, Lavanderías; Áreas de servicio de restaurantes; Cuartos de mecánica
	Grupo 2	Instalaciones agrícolas; Graneros y establos; Molinos de cereales; Plantas químicas (ordinarias); Productos de confitería; Destilerías; Tintorerías al seco; Molinos de alimentos; Establos de caballos; Manufacturas de bienes de piel; Librerías (salones de grandes estanterías); Tiendas de maquinaria; Trabajos en metales; Centros mercantiles; Molinos de pulpa y papel; Plantas de proceso de papel; Muelles y embarcaderos; Fabricación de plásticos (incluyendo moldeo por soplado, extrusión y mecanizado; excluyendo las operaciones con fluidos hidráulicos combustibles); Oficinas postales; Imprentas y artes gráficas; Garajes de reparación de autos; Áreas de aplicación de resina; Escenarios; Manufacturas textiles; Fábricas de cauchos; Manufacturas de productos de tabaco; Maquinado de madera; Ensamblaje de productos de madera
Riesgo Extra	Grupo 1	Hangares de avión (excepto los regidos por la NFPA 409); Áreas de uso de fluido hidráulico combustible; Fundiciones; Extrusión de metales; Manufactura de tablas de aglomerado y contrachapado; Imprentas (que usan tintas con punto de inflamación menor a 38°C); Recuperación, composición, secado, molido y vulcanizado de cauchos; Aserraderos; Selección, apertura, mezclado, peinado o cardado de textiles, combinación de algodón, fibras sintéticas, lana o estopa; Tapizado con goma espuma
	Grupo 2	Saturación de asfalto; Pulverización de líquidos inflamables; Revestimiento con líquido; Templado con aceite en tina abierta; Procesamiento de plásticos; Limpieza con solventes; Barnizado y pintado por inmersión; Sistemas de elevación y estacionamiento de vehículos con dos vehículos apilados verticalmente.

Fuente: David Cifuentes Medina.

Figura 2: Sistema tipo seco



Fuente: <https://www.contraincendio.com.ve/tipos-sistemas-rociadores/componentes-basicos-de-un-sistema-de-rociadores-de-tuberia-seca/>

El método de cálculo definido para el presente proyecto es el de área por densidad aplicando un método de cálculo hidráulico lo más recomendable y común en NFPA 13 donde se determina:

- Área crítica más demandante del sistema.
- Caudal necesario del sistema.
- Presión necesaria del sistema.

Análisis

Las infraestructuras de los Mercados Municipales de la ciudad de Yacuiba y en Bolivia no contemplan sistemas contra incendios adecuados, situación que se evidenció en los últimos años mediante los efectos negativos ocasionados por los siniestros de incendios (ver figuras 3 y 4).



Fuente: Diario Correo del Sur

Fuente: La Razón

Resultado y discusión

- El cálculo hidráulico para el diseño de la red contra incendio se obtuvo mediante el uso de planilla Excel en base a una hoja de cálculo con los parámetros establecidos por NFPA.
- Mediante el uso de las hojas de cálculos se determinaron los valores requeridos por el sistema contra incendio en las siguientes imágenes:

Figura 3: Demanda de la red en rociadores y gabinetes contra incendios

DEMANDA DE SISTEMA CON ROC Y GBI GPM-PSI	
CAUDAL	PRESIÓN
1186,563	231,130

DEMANDA DE SISTEMA CON ROC Y GBI M3- BAR	
CAUDAL	PRESIÓN
404	15,940

DEMANDA DE SISTEMA CON ROC Y GBI M3- M.C.A	
CAUDAL	PRESIÓN
404	162,716

DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

TANQUE CISTERNA PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO			TANQUE CISTERNA DE DOTACION PARA AGUA POTABLE		
ALTO	ANCHO	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO
2,5	12,5	13	1,5	9,3	9
VOLUMEN		406,25	VOLUMEN		125,55

el volumen requerido contra incendios es mayor al de agua potable en tonces se tomara el dimensionamiento del volumen demandado por la red contra incendio

Al ser un solo tanque cisterna tanto para sistema contra incendio y de agua potable para consumo, el tanque debera las siguientes características

características del tanque de almacenamiento

lejos de instalaciones sanitarias

estanco sin perdida ni corrosión

impermeabilizado y no permitir algas

sector para aire

Fuente: Elaboración propia

- La demanda requerida y obtenida en los cálculos anteriores y la distribución de la red de rociadores y gabinetes contra incendio están dentro los parámetros indicados por la normativa NFPA.

Las redes de protección contra incendio adecuadas reducen en gran parte los efectos que pueden ocasionar los incendio, lo cual hace esencial su implementación en todo tipo de infraestructura para la protección de la misma y de sus ocupantes.

Conclusiones

- Se identificó las actividades, sectores y ambientes que se contemplaran en el diseño de la nueva infraestructura del Mercado Municipal del Barrio Petrolero mediante un análisis de los planos facilitados por la empresa a cargo de la construcción del mercado.
- Se determinó los tipos de riesgo de incendio de los sectores y ambientes del diseño de infraestructura del Mercado Municipal Barrio Petrolero mediante el enfoque de diseño basado en ocupaciones que establece la norma NFPA.
- Se diseñó la red hidráulica contra incendios para la infraestructura del Mercado Municipal Barrio Petrolero en base a las normas NFPA mediante el cálculo de la demanda hidráulica más exigente para las características del diseño infraestructural del mercado.

Referencias bibliográficas

- Buitrago, D. B. (2021). Diseño detallado de sistema de protección contra incendios a base de agua para la Universidad Católica de Colombia sede Carrera 13. Bogotá.
- Domínguez, M. D. (2021). Diseño de un sistema hidráulico contra incendios en base a la normativa *NFPA para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil.*
- Jhonny. (31 de 10 de 2014). *Satirnet Safety*. Obtenido de Satirnet Safety: <https://www.satirnet.com/satirnet/2014/10/31/formas-de-extincion-del-fuego/>
- Medina, D. C. (2020). Diseño de una red contra incendios para las instalaciones de la empresa textil *RITCHI S.A.S.* Bogotá.

- Muñoz, M. A. (2019). Desarrollo de una guía para el diseño de un sistema hidráulico de protección contra incendios, Santiago de Cali.
- Navarro, F. (2 de octubre de 2013). *INESEM Business School*. Obtenido de INESEM Business School: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/las-formas-de-extincion-de-un-incendio/>
- Ortiz, J. A. (2017). *Sistema de Control y Protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago*. Ambato.
- Pirachican, M. R. (2021). Manual para el diseño de sistemas de extinción de incendios a basa de agua. *Tunja*.
- Ramírez, J. M. (2014). Sistema de seguridad contra incendio México.

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

4

ARTÍCULO DE REVISIÓN

DISEÑO DE BAÑOS ECOLÓGICOS SECOS PARA ECONOMIZAR AGUA EN LA URBANIZACIÓN NUEVO HORIZONTE DEL MUNICIPIO DE YACUIBA

*Recibido: 25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ MAMANI ESPINOZA DEYSI ARMINDA

¹ Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología.
Yacuiba. UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

deysihyuna7@gmail.com

(+591) 67695519

RESUMEN

El proyecto de estudio tiene como objetivo general diseñar baños ecológicos secos que ahorren el consumo de agua y no contaminen el medio ambiente en la Urbanización Nuevo Horizonte del municipio de Yacuiba - Región Autónoma del Gran Chaco – Bolivia, el trabajo se elaboró bajo los principios del saneamiento ecológico que plantea el manejo de un ciclo cerrado que devuelva al suelo los nutrientes provenientes de los excrementos humanos y que no contaminen el agua. Se propone un sistema alternativo al saneamiento de flujo y descarga que se usa actualmente, mismo que está ocasionando graves problemas de contaminación a nivel mundial por la cantidad de agua que requiere durante su uso, haciéndolo ecológicamente insostenible, para esto se realizó un estudio de tipo experimental en base a un proyecto piloto donde se construyó el baño ecológico seco en un domicilio, la población de estudio estuvo compuesta por los habitantes de la urbanización Nuevo Horizonte que son 88 habitantes distribuidos en 18 familias, los instrumentos usados son la entrevista y la observación directa, se realizó dos entrevistas, la primera se realizó antes de que conocieran el tema de los baños ecológicos y la segunda se realizó después de explicarles sobre los baños ecológicos con el apoyo de una maqueta. Por medio de la observación directa se pudo determinar la eficiencia del baño ecológico seco, demostrando que el beneficio más grande del funcionamiento del baño ecológico en la vivienda es la eliminación higiénica de las excretas.

Aplicando todos los conocimientos adquiridos de base académica y revisión bibliográfica se planteó el diseño del baño ecológico seco, donde se realizaron los planos, el cronograma de ejecución de la construcción del baño ecológico seco, que es de 9 días y se determinó el presupuesto para la construcción que es de 1885 bolivianos.

Esta investigación permitió una serie de conclusiones y recomendaciones sobre la implementación del baño ecológico en los hogares de los habitantes de la urbanización Nuevo Horizonte, de esta manera se pretende aportar con una solución a las llamadas necesidades reales como las atenciones sanitarias adecuadas en la urbanización.

Palabras claves

Baño ecológico seco, saneamiento ecológico, agua, medio ambiente, diseño.

Abstract

The general objective of the study project was to design dry ecological toilets that save water consumption and it doesn't pollute the environment in the Nuevo Horizonte Urbanization of the municipality of Yacuiba, Gran Chaco Autonomous Region in Bolivia the work was developed under the principles of ecological sanitation that raises the management of a closed cycle that returns to the soil the nutrients from human excrement and it doesn't contaminate the water. An alternative system is currently proposed to the flow and discharge sanitation, which is causing serious pollution problems worldwide due to the amount of water it requires during its use, making it ecologically unsustainable, for this an experimental study was carried out. because it was done based on a pilot project where the construction of the ecological dry toilet was carried out in a house, the study population was made up of the inhabitants of Nuevo Horizonte urbanization, which are 88 inhabitants distributed in 18 families, the instruments used are the interview and direct observation, two interviews were carried out, the first was carried out before where the people knew about the ecological toilets and the second was carried out after explaining about the ecological toilets with the support of a model. Through direct observation it was possible to determine the efficiency of the dry ecological toilet, demonstrating the greatest benefit of the operation in a house where they saw the hygienic elimination of excreta.

Applying all the knowledge acquired from an academic base and bibliographic review, the design of the ecological dry toilet was proposed, where the plans were made, the execution schedule of the construction of the ecological dry toilet, which took 9 days and the budget for the construction was 1885 Bs. (One Thousand Eight Hundred Eighty-Five Bolivianos).

This research allowed made conclusions and recommendations on the implementation of the ecological bathroom in the houses of the inhabitants in Nuevo Horizonte urbanization, in this way is intended to provide a solution to the real needs such as adequate health care in the urbanization.

Keywords

Ecological dry toilet, ecological sanitation, water, environment, design.

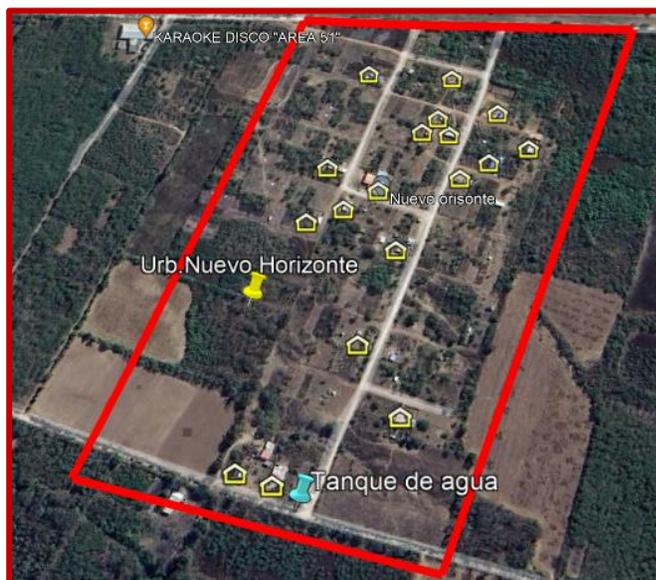
Introducción

La escasez del agua y la contaminación hídrica son algunas de las razones que han impulsado al uso de los baños ecológicos secos alrededor del mundo. Gracias a esto las condiciones de saneamiento básico han mejorado en las últimas décadas, ya que 125 millones de personas, es decir el 14% de la población urbana y el 51% de la población rural tienen acceso a algún sistema mejorado de saneamiento. Entre los años 1990 y 2004 la cobertura de agua se expandió del 83% al 91%, de igual forma el acceso a saneamiento aumentó del 68% al 77%, pese a esta situación el panorama en América Latina se considera como crítico puesto que al menos el 90% de las aguas residuales no tienen el tratamiento adecuado, el 50% de los acuíferos dulces están contaminados, los bosques marinos están siendo afectados en un 30% y el mal uso de los fertilizantes químicos se ha convertido también en uno de los problemas fundamentales de dichas condiciones. Las enfermedades en la población mundial se hallan principalmente asociadas a la falta o deficiencia de saneamiento, pues es la segunda causa mundial que reduce la expectativa de vida en las personas (Caicedo & Cruz, 2012).

Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente, se ha podido observar que en la urbanización Nuevo Horizonte ubicada al sudoeste del municipio de Yacuiba, de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, no disponen de servicios de saneamiento y sufren escasez de agua lo que les trae consecuencias peligrosas para la salud de sus habitantes. Por tal motivo el desarrollo de este proyecto obedece a la necesidad de proponer un sistema de saneamiento básico seco que sea capaz de competir con los sistemas de saneamiento: flujo y descarga, letrinas, pozos sépticos; además que esté en sintonía con los principios básicos de la sustentabilidad ambiental, lo que ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Urbanización Nuevo Horizonte.

La Urbanización Nuevo Horizonte cuenta con 88 habitantes distribuidos en 18 familias que no disponen de servicios sanitarios gestionados de forma segura. El abastecimiento de agua actualmente se realiza mediante un sistema de bombeo y en la actualidad disponen sus excretas en los campos cercanos o construyen letrinas de fosa simple.

Figura 1: Ubicación de la urbanización Nuevo Horizonte



Fuente: Elaboración propia en Google Earth, 2023

Figura 2: Algunas de las letrinas de fosa simple que hay actualmente en la urbanización



Fuente: Registro fotográfico propio

Debido a las condiciones de insalubridad en la urbanización, estas familias están propensas a contraer enfermedades diarreicas provocadas por patógenos y el riesgo mayor se presenta en la población infantil. Por esta razón, los baños ecológicos secos

se convierten en una buena alternativa para reducir la falta de infraestructura, además compromete a cada usuario a velar por el cuidado del ambiente y la preservación del suelo y agua subterránea.

Saneamiento ecológico o ecosan

Los sistemas ecosan son un proceso de saneamiento de aguas negras que permiten la recuperación de nutrientes de las heces y la orina humana en beneficio de la agricultura, contribuyendo así a conservar la fertilidad del suelo, asegurar la seguridad alimentaria para las generaciones futuras, reducir al mínimo la contaminación del agua y recuperar la bioenergía. Aseguran que el agua se utiliza económicamente y se recicla de manera segura en la mayor medida de lo posible para diferentes fines como el riego o la recarga de acuíferos, (Equipos y Laboratorios de Colombia, s.f.).

Según Esrey et. Saneamiento ecológico puede definirse como un sistema que:

- Previene enfermedades y promueve la salud
- Protege el medio ambiente y conserva el agua
- Recupera y recicla los nutrientes y materia orgánica

Baños ecológicos secos

Son baños que no requieren el uso de agua para su descargue, mientras que un baño convencional consume entre 3 y 20 litros de agua en cada uso, su objetivo es transformar excretas humanas potencialmente dañinas en una materia estable, inofensiva a la salud y rica en nutrientes. Sin embargo, el uso indiscriminado de sanitarios convencionales (que usan agua como medio de transporte), representa serias desventajas para su aplicación. Son especialmente recomendados para zonas aisladas que carecen de infraestructuras, ya que no requieren de conexión a la red de saneamiento y no contaminan ni utilizan el agua necesaria para consumo humano, esto los convierte en altamente ecológicos. Se debe tener en cuenta que ésta es una tecnología apropiada que requiere de un proceso de aprendizaje y adaptación familiar. Exige más trabajo de mantención y vigilancia que el inodoro convencional.

Del uso del baño ecológico seco se obtiene la orina que es un fertilizante bien balanceado rico en nitrógeno que proporciona los mismos rendimientos de los fertilizantes químicos en la producción agrícola que mejora la calidad de la tierra y facilita el crecimiento de las plantas. El uso de orina humana como fertilizante para cultivos es usual en muchas regiones del planeta, en Suecia, por ejemplo, donde la

desviación de orina ya se practica, los agricultores recolectan la orina almacenada en tanques subterráneos por una cuota, y la aplican a sus cultivos con maquinaria, (Ebert, pág. 14).

Con el objetivo de hacer la deshidratación se puede generar un proceso de compostaje con las heces que se acumulan durante un periodo de 4 a 6 meses, el cual consiste en una descomposición realizada por microorganismos bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación, como producto final del proceso de compostaje se obtiene abono, es decir una sustancia que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, (Castro, 2011).

Este sistema de baños secos, también se ha implementado en Chile, un caso particular es la Ecoaldea El Romero ubicada en La Serena y creada en el 2004, (Flores, 2015, pág. 6).

Algunas de las ventajas y desventajas de los baños ecológicos secos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ventajas y desventajas de los Baños ecológicos secos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ahorra de agua	Rechazo público
No requiere conexión a la red de drenaje	
Es económico	
Produce abono	

Fuente: Elaboración propia

Componentes del baño ecológico seco

Según la literatura, el manual de construcción de baños ecológicos secos de la OPS, el baño ecológico seco tiene las siguientes partes:

- Cámaras: Estructuras fabricadas de mampostería, ladrillo o piedras revistiendo las juntas con mortero de cemento o barro y arena.
- Losa: Estructura de concreto armado que se construye sobre el brocal y sirve para soportar al usuario, también se puede hacer la losa de maderas.
- Aparato Sanitario: Dispositivo diseñado para que brinde comodidad a la persona al momento de defecar, considerando que tiene dispositivo separador de orina.

- Caseta: Ambiente construido con materiales de la zona. Sirve para dar privacidad al usuario.
- Urinario: Aparato donde es destinado la orina de los habitantes de la población

Metodología

El método empleado del presente trabajo es experimental; para poder determinar la eficiencia del baño ecológico seco se realizó este en un domicilio ubicado en la comunidad Lapachal Alto perteneciente al municipio de Yacuiba, y para conocer las percepciones de los habitantes de la urbanización Nuevo Horizonte se realizaron entrevistas.

Materiales y herramientas para la construcción

Los materiales que se usaron en la construcción del baño ecológico seco son materiales accesibles y fáciles de conseguir.

Tabla 2: Materiales usados en la obra

Materiales	
250 ladrillos	1 tacho de plástico
3 carretillas de tierra cernida	Tubos de 4" y de 2"
3 venestas de 2 x1,20 m	1 bolsa de cemento
3 tablas de madera de 3 x 0,3 m	clavos
1 calamina	1 bidón de 20 l
2 tambos de plástico	agua y 2 carretillas de arena

Fuente: Elaboración propia, 2022

Las herramientas que se usaron son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Herramientas que se usaron

Herramientas	
2 baldes de albañil	1 circular
2 cucharas de albañil	1 pala
1 regla de albañil	1 flotacho
1 metro	2 tachos para agua
1 taladro	1 nivel de mano
1 cierra de cortar madera	1 machete

Fuente: Elaboración propia, 2022

Resultados y discusión

Diseño del baño ecológico seco

Para el diseño del baño ecológico seco fue importante tener algunas percepciones de los habitantes de la urbanización Nuevo Horizonte. Para esto se realizó dos entrevistas a los habitantes de la urbanización, en la primera entrevista se les preguntó acerca de los pozos sépticos. Después, se preguntó si tenían baños en sus viviendas o si habían escuchado del baño ecológico seco.

Se les explicó en qué consiste el baño ecológico seco con la utilización de una maqueta, posteriormente se procedió a realizar la segunda entrevista donde se preguntó sobre sus preferencias respecto a utilizar o no el baño ecológico.

También, se les preguntó si ellos estarían dispuestos a reutilizar el abono obtenido de las excretas y la orina, a lo que ellos respondieron afirmativamente.

Una vez conocidas sus sugerencias con respecto a los baños ecológicos secos es que se procedió a realizar el diseño que responda a las necesidades de los habitantes de la urbanización Nuevo Horizonte.

Descripción de la infraestructura

Tabla 4: Características técnicas

<p>UBICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> •Paso 1: Con la ayuda de la familia se designó el espacio más adecuado para la construcción, preferentemente un lugar cercano a la vivienda. •Paso 2: Luego se realizó una limpieza del espacio designado para empezar con la construcción de la cámara. 	
<p>CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE HECES</p> <ul style="list-style-type: none"> •Paso 1: Se realizó la preparación del mortero de barro, para esto mezclar 2 carretillas de tierra, agua, medio tacho de arena (el tacho es de 10 litros). 	

•Paso 2: La cámara se levantó por encima del nivel del suelo, se construyó dos cuerpos separados por un muro de ladrillo, a una altura interior no más de 0.75 m.

•Paso 3: En estas cámaras se colocó dos tambos, donde se almacenará las heces fecales, ahí podrán descomponerse por un periodo de 6 meses, una vez tratada las heces se utilizará en la mejora de las tierras agrícolas.



LOSA DE LAS CUBIERTAS DE LAS CÁMARAS

•Paso 1: Sobre la construcción de la cámara se colocó maderas de 0,85 m de largo, de modo que cubra toda la estructura

•Paso 2: Una vez colocadas las tablas se realizó dos orificios con las medidas del inodoro y otro orificio más pequeño para conectar el urinario al bidón de 20 litros.

•Paso 3: Sobre estas tablas de madera se realizó un vaciado de concreto.



CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA

•Paso 1: La pared se hizo sobre la losa, para esto se colocó 4 palos de madera en las 4 esquinas de la cámara, donde se clavó las venestas.

•Paso 2: Para la construcción de la caseta se recortaron las venestas con un circular, con medidas de 1,50 x 1,70 m. se recortaron 2 piezas que se colocaron al lado izquierdo y para la parte de atrás, para la parte de adelante se cortó la venesta con las medidas de 1.1 x 1.85 m. dejando una distancia de 0,60 x 1,60 para la puerta.



TECHADO DE LA CUBIERTA

Es la colocación de vigas, listones y la fijación de las calaminas con clavo las que cubren la caseta donde se siguieron los siguientes pasos para el techado.

- Paso 1: Se ocupó 2 calaminas onduladas N° 33 de 1, 80 x 0,80m
- Paso 2: Sobre la caseta se colocó 2 listones de madera donde se procedió a clavar las calaminas ya recortadas.
- Paso 3: una vez ya fijadas las calaminas se colocó 3 palos de madera sobre la calamina, para que estén mejor sujetas a la caseta.



CONSTRUCCIÓN DE LAS GRADAS

Para la construcción de las gradas se utilizó madera, ladrillo, y mortero de cemento, los pasos son los siguientes:

- Paso 1: Se construyó los costados de la grada con ladrillo y mortero de cemento, el primer escalón tiene una altura de 0,20 m. el segundo de 0,40 m. y el tercero de 0,60 m. El largo de las gradas es de 0,60 m. y el ancho de 0,20 m.
- Paso 2: Para la superficie de las gradas donde se pisará para subir al baño, se colocó 3 tablas de madera de 0,20x0,60 m.



COMPUERTAS PARA LAS CAMARAS

El baño ecológico tiene dos compuertas de venesta que son para tapar la parte de atrás de las dos cámaras, cada compuerta tiene una medida de 0,85 x 0,75 m.

Estas compuertas sirven para que no se vea el tambo que contiene las heces y el bidón que contiene la orina.



INSTALACIÓN SANITARIA

- Paso 1: Al orificio por donde se transportará la orina se conecta un tubo PVC de 2" que transportará la orina hasta el bidón de almacenamiento.
- Paso 2: Para evitar la contaminación con la orina, para los varones se instaló un urinario que se elaboró con tubos de PVC, el mismo conectara al tubo de 2" que descargará la orina directamente al bidón de 20 litros que está ubicado en la cámara.
- Paso 3: Se colocó los dos tambos de plástico en la parte inferior de las cámaras, que conectan directamente al inodoro.
- Paso 4: El inodoro se construyó con madera, un tacho de plástico y un bidón de 5 litros que servirá como urinario para las mujeres.



TUBERÍA DE VENTILACIÓN

El tubo de ventilación que está ubicado en la parte exterior y alta de la caseta es de 4" de diámetro tiene el objetivo de introducir aire a la cámara para facilitar el secado de las heces y al mismo tiempo evacuar los malos olores hacia afuera.



ACABADO DE LA CASETA DEL BAÑO

El acabado consistió en el colocado de puerta, que es de venesta de medidas de 0,60 x 1,50 metros. También se colocó el material secante, el bote para poner el papel higiénico y algunas plantitas para dar una buena imagen a la persona que use el baño ecológico seco.



<p>USO DEL INODORO ECOLÓGICO</p> <ul style="list-style-type: none"> •Usar la taza, separando la orina y heces fecales por las vías o conductos del inodoro. •Depositar el material de limpieza anal dentro de la cámara. •Cubrir totalmente las heces frescas con material secante. •Después de defecar, lavarse las manos con agua y jabón. 	
<p>USO DEL MATERIAL SECANTE</p> <p>Se debe cubrir el fondo del tambo con material secante antes del uso, el material secante puede ser ceniza, estuco, aserrín, hojas y cascaras secas, tierra cernida, arena o mezcla de ceniza con tierra o cal con tierra en proporción de 1:5. El material secante se usa para reducir los olores y absorber la humedad excesiva. Estos materiales deben usarse inmediatamente después de cada defecación para cubrir las heces frescas.</p>	
<p>MANTENIMIENTO.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Se debe mezclar con el palo de 1,5 m de largo las partes secas y húmedas del contenido de la cámara, dos veces por semana. •El hueco de la losa debe estar cerrado después de usar el inodoro. •Cuando el tambo de la cámara 1 este llena, cambiar el inodoro a la cámara que tiene el tambo vacío. •Se debe limpiar semanalmente el inodoro. 	

<p>PARTICIPACIÓN DE LA FAMILIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todos los miembros de la familia deben comprometerse a limpiar el inodoro y los alrededores. • Las mujeres y los hombres tienen que compartir la responsabilidad de las tareas domésticas. • Tienen que tener conocimiento sobre el manejo del baño ecológico seco. 	<p>PRECAUCIONES EN EL USO DEL INODORO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe evitar la entrada de cualquier animal o cosa dentro de las cámaras. • Tampoco debemos botar objetos dentro del tambo que contiene las heces porque perjudicarían la deshidratación de las heces fecales.
---	--

Fuente: Elaboración propia, 2023

Presupuesto general de la construcción

Tabla 5: Costos del baño ecológico seco

Categoría	Detalles	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total (Bs)
Materiales y accesorios	Ladrillo	unidad	250	0,5	125
	Venesta	hoja	3	50	150
	Madera	pie	3	50	150
	Arena	bolsa	1	8	8
	Barro	m3	0,168	0	0
	Tuvo de desagüe de 4"	pza	1	50	50
	Clavos de 2"	Kg	0,25	14	3.5
	Calamina	pza	2	28	56
	Urinario	pza	1	0	0
	Inodoro con separador de orina	pza	1	0	0
	Tambo de plástico	pza	2	60	120
	Bidón de 20 l	pza	1	15	15
	Tuvo de desagüe de 2"	1 metro	1	11,5	11,5
	Cemento	bolsa	1	45	45
Costo de transporte	Transporte y compra de materiales	Global	1	20	20
1. Total, de materiales y accesorios + costo de transporte					754
2. Mano de obra					754
3. Utilidades				15% (1+2)	226,2
4. Imprevistos				10% (1+2)	150,8
TOTAL				1+2+3+4	1885

Fuente: Elaboración propia, 2022

Para calcular los costos se ha tomado en cuenta el tamaño del diseño propuesto con las características de acabados, el presupuesto tomando en cuenta, los materiales ascienden a la suma de 734 Bs. el costo de transporte 20 Bs. y mano de obra 754 Bs.

Conclusiones

Se identificó la ubicación y características de la urbanización Nuevo Horizonte, para esto se realizó una entrevista a los habitantes y por medio de la observación directa se pudo ver que muchas familias no tienen acceso a servicios básicos, saneamiento y una buena vivienda.

Se realizó la construcción del baño ecológico seco en un hogar, donde se pudo comprobar que el diseño es óptimo y es adaptable para la urbanización Nuevo Horizonte, se pudo evidenciar que su construcción es más sencilla y ventajosa en comparación con los baños convencionales, la construcción se la realizó en menos de 10 días y los materiales para la construcción son accesibles y de menor costo ya que no necesitan de una conexión a la red de drenaje, entre las ventajas más relevantes que se pudo constatar que es fácil su instalación, ya que se pueden implantar tanto en nuevas construcciones como en viviendas ya establecidas.

En cuanto a las condiciones ambientales y de salubridad, el 100% de las personas entrevistadas consideraron que si se realiza la implementación del baño ecológico seco, las condiciones ambientales mejorarían, razón por la cual el 80% de las personas consideran que con la implementación del baño ecológico seco se eliminarán los malos olores generados por los pozos sépticos en la urbanización, así como también, el 50% de las personas consideran que con la implementación de baño ecológico seco se eliminarán las bacterias que se generan por la contaminación de moscas.

Para proponer el uso de los baños ecológicos secos se realizaron los planos y cálculos donde se determinó que el costo del proyecto fue de 1885 Bs. (Mil Ochocientos Ochenta y Cinco bolivianos) y el tiempo de construcción fue de aproximadamente 9 días.

Referencias bibliográficas

- Caicedo, N., & Cruz, M. (2012). Implementación del programa de sanitarios ecológicos. Pereira. Obtenido de:

<http://132.248.9.195/ptd2013/agosto/0699181/0699181.pdf> Última visita: 28/11/22.

- Castro, M. (2011). Propuesta de implementación de baños ecológicos secos en la asociación de viviendas 27 de junio. Lorigancho Chosica. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/Diplomado_I/monografias/pdf/Malena_Castro_Manrique.pdf. Última visita: 1/12/22
- Ebert, F. F. (s.f.). Saneamiento Ecológico. México.
- Equipos y Laboratorios de Colombia. (s.f.). Obtenido de Equipos y Laboratorios de Colombia. Disponible en: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/saneamiento-ecologico> Ultima visita: 7/12/22
- Calderón, G. (2017). Investigación y Procedimientos administrativos. Obtenido de Investigación y Procedimientos administrativos: Flores, M. (2015). Propuesta metodológica para modelar el ahorro de agua logrado a partir de la implementación de una tecnología que disminuya un gasto. Bogotá. Disponible en: <https://prezi.com/e4seywwkw6p-/propuesta-metodologica-para-modelar-el-ahorro-de-agua-lograd/>. Ultima visita: 24/11/22
- Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). Obtenido de Instituto Nacional del Cáncer. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/defecacion>. Ultima visita: 18/10/22
- ONU. (2002). cumbre de Johannesburgo. Obtenido de: [https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm#:~:text=%22El%20desarrollo%20sostenible%20es%20el,\(Informe%20Brundtland\)%2C%201987](https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm#:~:text=%22El%20desarrollo%20sostenible%20es%20el,(Informe%20Brundtland)%2C%201987). Ultima visita: 9/10/22

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

5

ARTÍCULO DE REVISIÓN

ESTUDIO DE IRRADIACIÓN SOLAR EN EL
MUNICIPIO DE YACUIBA – GRAN CHACO
PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS
ALTERNATIVAS MEDIANTE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS

*Recibido:25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ **GUERRERO JURADO JUAN DANIEL**

¹ Ingeniería Sanitaria y Ambiental
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología.
Yacuiba. UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

juanda9255p@gmail.com

(+591) 75181885

Resumen

El Municipio de Yacuiba, perteneciente a la Provincia Gran Chaco, es caracterizado por su clima árido, teniendo alta incidencia en irradiación solar la mayor parte del año. Para la investigación se analizó los niveles de irradiación solar presentados en el país y principalmente en esta región, teniendo como punto de comparación al país de Alemania, el cual se encuentra entre los mayores productores de energía eléctrica en base a la energía fotovoltaica.

El punto de la investigación es demostrar que el Municipio de Yacuiba cuenta con las características necesarias para poder iniciar una serie de proyectos que impulsaran la región, al tiempo de reducir los precios por costo de energía, disminuir las emisiones de carbono por la generación de energía convencional e impulsar el cumplimiento del Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas 2025 elaborado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas del Ministerio de Hidrocarburos y Energía.

Palabras clave

Energía renovable, sistemas fotovoltaicos, irradiación solar

Abstract

The Yacuiba Municipality, from Gran Chaco Province, is characterized by its arid climate, having a high incidence of solar irradiation most of the year. For the investigation the levels of solar irradiation presented in the country and mainly in this region were analyzed, taking as a point of comparison the country of Germany, which is among the largest producers of electrical energy based on photovoltaic energy.

The aim of the investigation is to show that Yacuiba Municipality has the necessary characteristics to be able to start a series of projects that will boost the region, while reducing prices for energy costs, reduce carbon emissions from conventional power generation and promote compliance with the Plan for the Development of Alternative Energies 2025 doing by Ministry of Electricity and Alternative Energies of the Ministry of Hydrocarbons and Energy.

Keywords

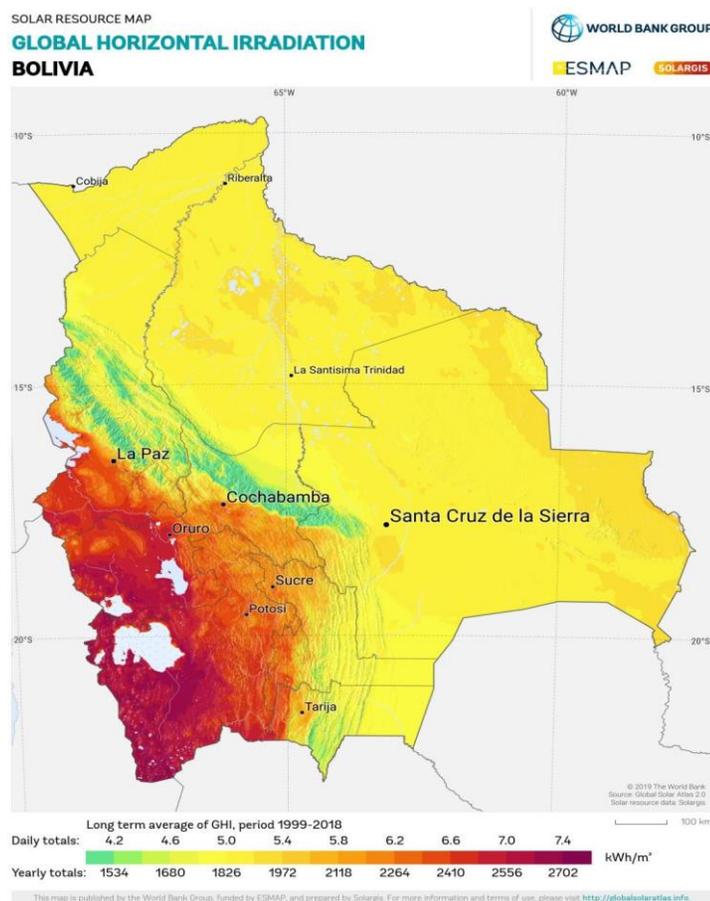
Renewable energy, photovoltaic systems, solar irradiation

Introducción

Aunque pareciera no tener sentido impulsar proyectos de generación por la gran capacidad excedentaria disponible, la generación de energía renovable es totalmente necesaria, no solo para mejorar la protección al medio ambiente y a la lucha contra el cambio climático que está encarando el mundo entero, sino para ahorrar gas natural para alargar la vida de nuestras reservas y, con ello, también la vida útil de las centrales térmicas a gas. (Morales, 2022)

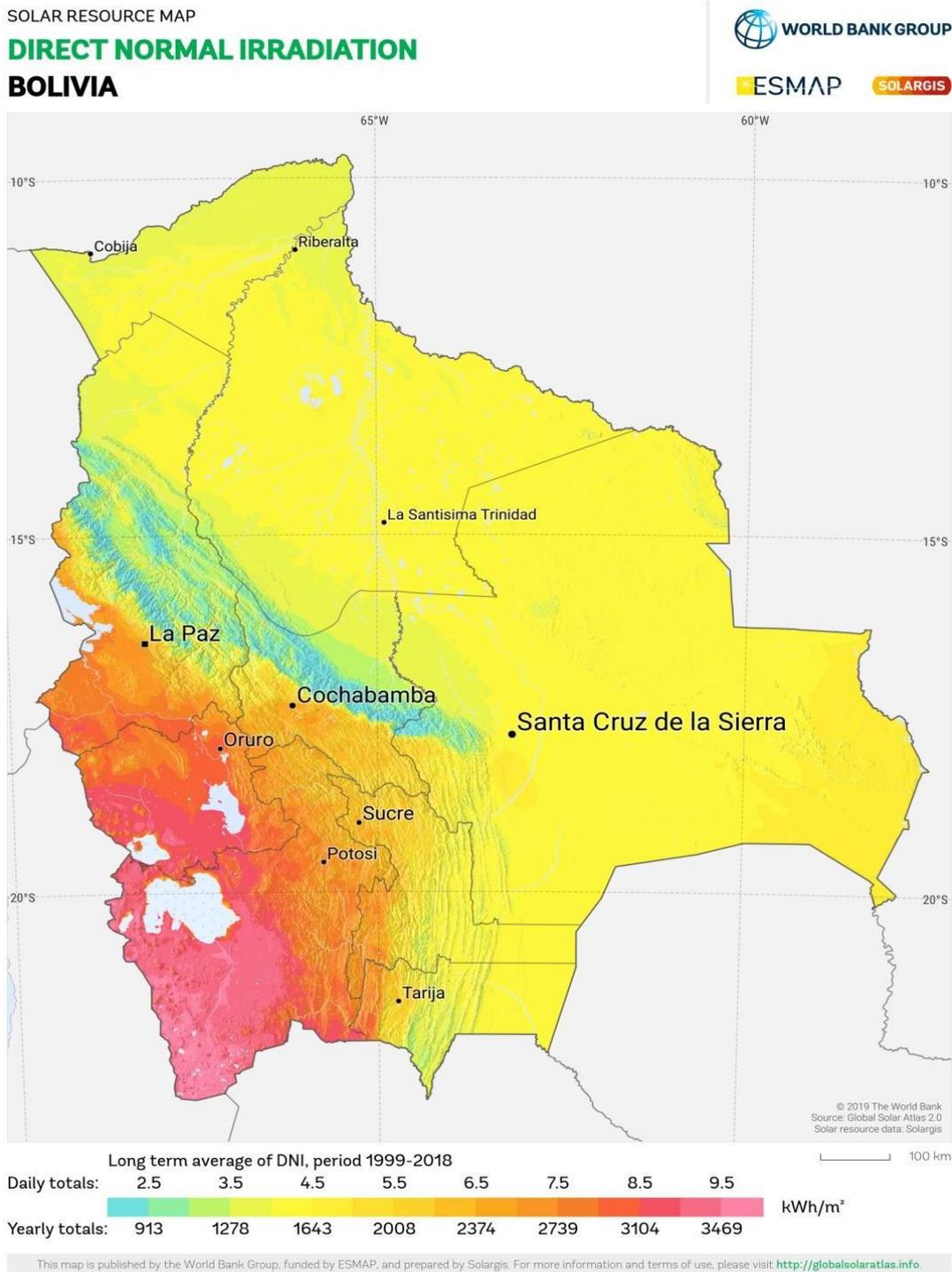
Bolivia es uno de los países que mayor radiación solar recibe en el mundo. Una tercera parte de Bolivia cuentan con uno de los mayores niveles de intensidad solar del planeta (Ver figura 1 y figura 2). La mayor radiación solar diaria media anual se presenta en el altiplano, seguido por los valles y, con menor potencial, en el trópico.

Figura 1: Irradiación Global Horizontal en Bolivia



Fuente: Adoptado de Mapas de recursos solares de Bolivia, de SolarGIS, 2022, (<https://solargis.com/maps-and-qis-data/download/bolivia>)

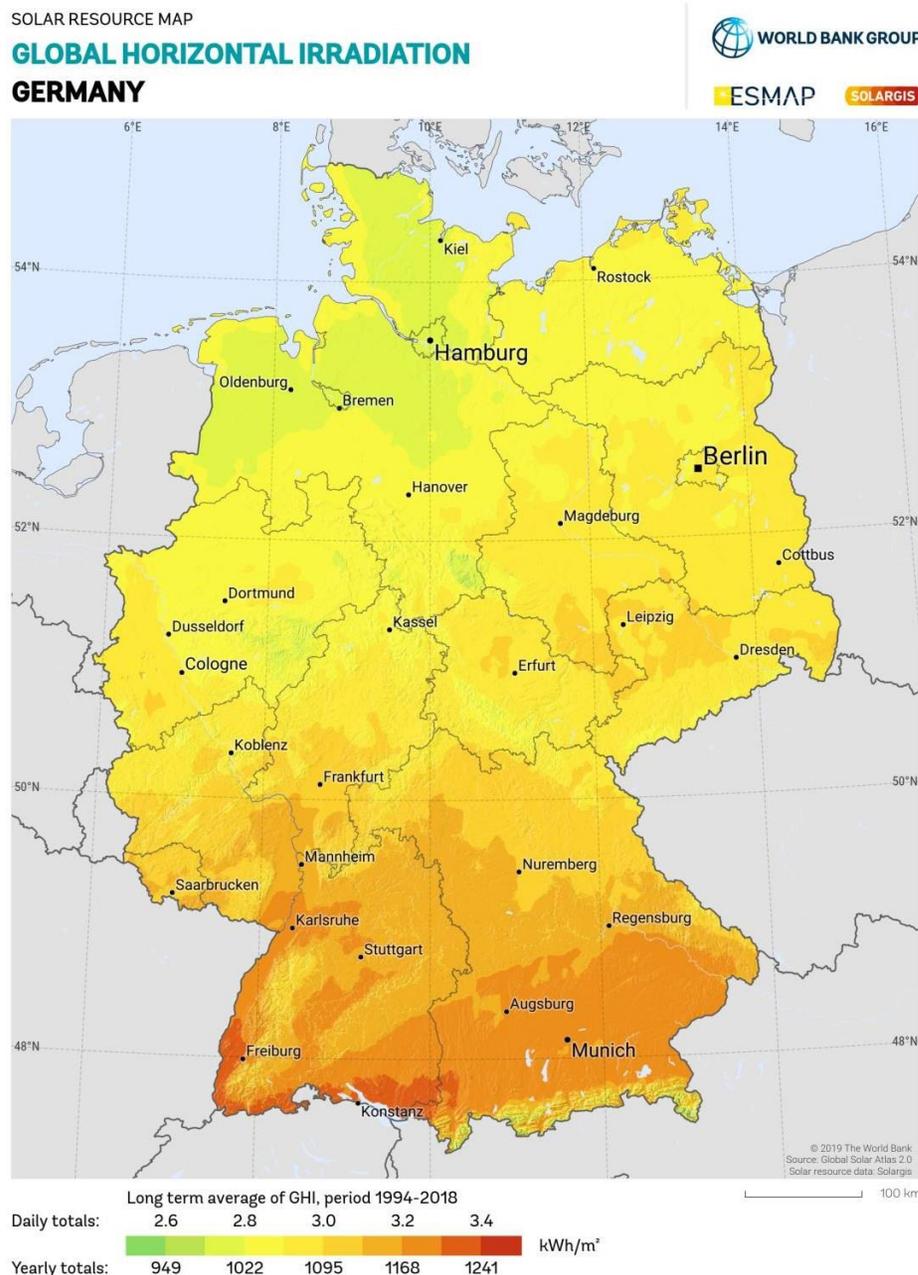
Figura 2: Irradiación Normal Directa en Bolivia



Fuente: Adoptado de Mapas de recursos solares de Bolivia, de SolarGIS, 2022, (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/bolivia>)

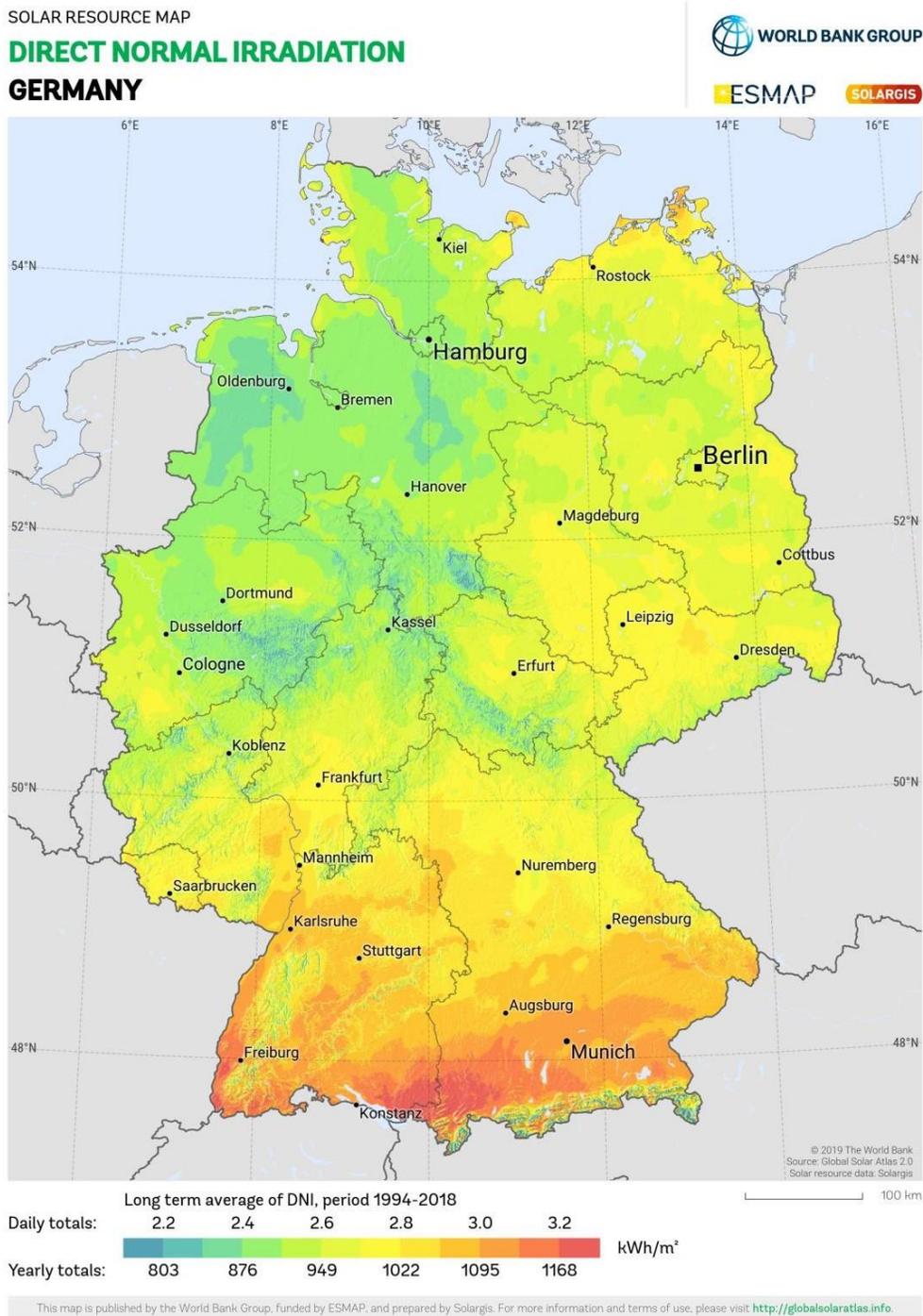
La radiación solar que recibe Bolivia es dos a tres veces más alta que la de Alemania, que es uno de los países que más energía solar produce en el mundo y que tiene una radiación global horizontal de 1.000 a 1200 Kwh/m² - año (Ver figura 3 y figura 4).

Figura 3: Irradiación Global Horizontal en Alemania



Fuente: Adoptado de Mapas de recursos solares de Alemania, de SolarGIS, 2022,
 (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/germany>)

Figura 4: Irradiación Normal Directa en Alemania



Fuente: Adoptado de Mapas de recursos solares de Alemania, de SolarGIS, 2022,
 (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/germany>)

Específicamente en nuestra región estamos constantemente envueltos en un clima y ambiente árido con las condiciones climáticas propicias para la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar.

Los continuos cortes de luz que ocurren frecuentemente ocasionan diversos problemas en diferentes tipos de recinto, desde hogares hasta instituciones, no solo tomando en cuenta la interrupción de labores y actividades domésticas, académicas y laborales sino también ocasionando en algunos casos la avería de aparatos eléctricos. De la misma manera se pueden evidenciar problemas económicos al afectar también al sector comercial en diversas ocasiones además de poner en riesgo los equipos utilizados en sus respectivos rubros.

Aunque pareciera no tener sentido impulsar más proyectos de generación por la gran capacidad excedentaria disponible, la generación de más energía renovable es totalmente necesaria, no solo para mejorar nuestra protección al medio ambiente y a la lucha contra el cambio climático que está encarando el mundo entero, sino para ahorrar gas natural para proteger nuestras reservas para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de conocer que existía, existe y existirá el gas natural en este territorio y, con ello, también hacer el mantenimiento oportuno de las centrales térmicas a gas.

El presente trabajo plantea demostrar la eficiencia que tiene la utilización de energías renovables como remplazo de las energías convencionales en el campus universitario, aprovechando las características climáticas del Gran Chaco.

El sector eléctrico boliviano está conformado por dos sistemas: el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que suministra energía a las principales ciudades de los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Potosí, Beni y Tarija; y los Sistemas Aislados (SA), que abastecen de energía al departamento de Pando y a las ciudades menores y distantes del SIN.

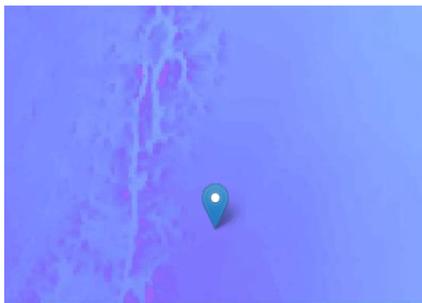
Para fechas actuales según información elaborada por AWS Treupower y proporcionada por la Cooperación Alemana de Desarrollo y su Programa de Energías Renovables para el Ministerio de Hidrocarburos y Energías del Estado Plurinacional de Bolivia se tiene en promedio un índice de irradiación global horizontal e irradiación normal directa en nuestro municipio como se ve a continuación (Ver figura 5 y figura 6):

Esta información refleja directamente aplicados al municipio y no de forma general al país, demostrando las características propias actuales de esta región en la capacidad de generar energía fotovoltaica según la irradiación solar.

Figura 5: Irradiación Global Horizontal en el Municipio de Yacuiba – Gran Chaco

Características del lugar

Latitud: -22.0042218
 Longitud: -63.6700974



Promedio del Mes de Enero a largo plazo de Irradiación Horizontal Difusa (DHI) de Bolivia

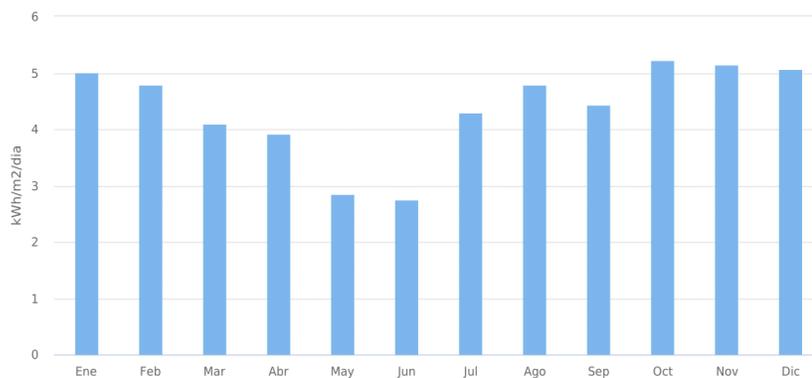


Localización geográfica

Leyenda del recurso solar

GHI: Global Horizontal Irradiation [kWh/m2/dia]

Datos anuales



Promedio a largo plazo de Irradiación Horizontal Global por mes

Mes	GHI	Mes	GHI	Mes	GHI
Ene	5.01	May	2.85	Sep	4.44
Feb	4.79	Jun	2.75	Oct	5.22
Mar	4.1	Jul	4.3	Nov	5.15
Abr	3.92	Ago	4.8	Dic	5.07

Promedio a largo plazo de Irradiación Horizontal Global anual

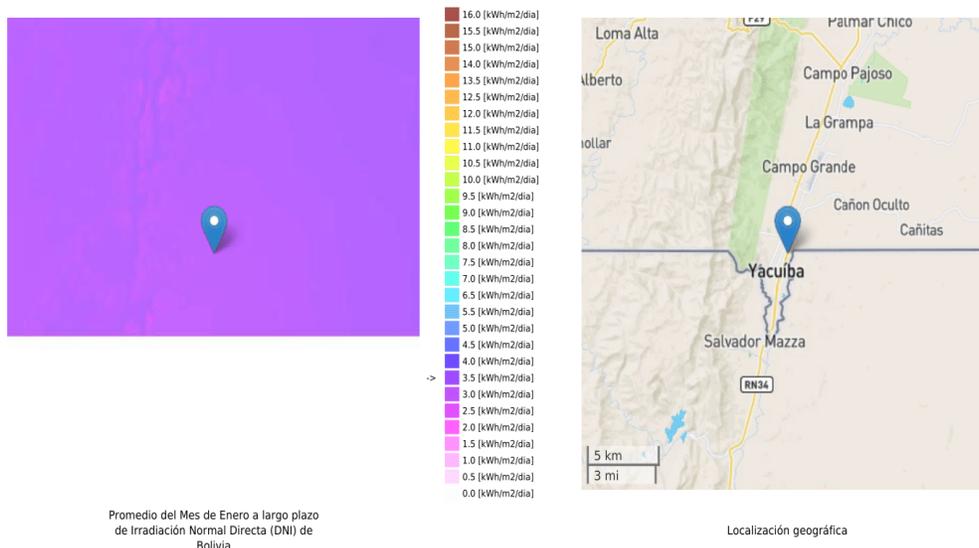
Anual	0
--------------	---

Promedio a largo plazo de Irradiación Horizontal Global por mes

Fuente: Adoptado Reporte INTiVITU 2022-10-30T19_49_51.837Z, de Software INTiVITU, 2022.

Figura 6. Irradiación Normal Directa en el Municipio de Yacuiba – Gran Chaco

Latitud: -22.0042218
 Longitud: -63.6700974



Legenda del recurso solar

DNI: Direct Normal Irradiation [kWh/m2/dia]

Datos anuales



Fuente: Adoptado de Reporte INTiVITU 2022-10-30T20_34_16.698Z, de Software INTiVITU, 2022.

Cabe recalcar que para los meses de noviembre y diciembre se realiza una aproximación estándar en base a datos anteriores por el mismo sistema INTiVITU

Objetivos

Objetivo General

Determinar si el Municipio de Yacuiba – Gran Chaco posee las características óptimas para la generación de energías alternativas mediante sistemas fotovoltaicos.

Objetivos Específicos

- Recopilar información acerca de la realidad mundial en tema de Radiación Solar Global.
- Caracterizar el área de estudio para determinar el aprovechamiento de la energía solar.
- Plantear proyectos de aprovechamiento solar para la utilización de energía renovable en el Municipio de Yacuiba - Gran Chaco en base a los datos recabados de la investigación.

Materiales y métodos

Para la elaboración del estudio se realizó una extensa revisión bibliográfica que demuestra la realidad del país en el ámbito de aprovechamiento de energías respecto a su potencial con los países que están a la vanguardia en generación de energías alternativas, más propiamente comparado con Alemania, que se encuentra a la vanguardia en generación de electricidad mediante energía solar.

Se adoptó un enfoque cuantitativo que reflejara la realidad mediante los datos obtenidos en la investigación para mostrar potencial de la región en la generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos.

Se obtuvieron imágenes satelitales que reflejan los índices de irradiación solar en los países de Alemania y Bolivia a través de la página oficial de SolarGIS (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/overview>).

Para la información de índices de irradiación solar regional se utilizó el software INTiVITU Proporcionado por el Estado Plurinacional de Bolivia para datos de energía solar y eólica.

A través del software INTiVITU se obtuvo la información de índices de forma mensual y promediada a nivel anual para obtener un promedio de irradiación solar en toda una gestión.

Se consultó las bases de datos del SENAMHI para conocer el historial de registros climáticos de la región y determinar su impacto frente a proyectos con uso de sistemas fotovoltaicos en cuanto a nubosidad.

En base a los datos recabados en la investigación se formula propuestas de aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas fotovoltaicos que dado el potencial de energía solar demostrada.

Los datos obtenidos se compraron a través de los valores presentados para corroborar, o por el contrario descartar, que el municipio de Yacuiba – Gran Chaco presente las características adecuadas para el aprovechamiento de energías renovables a través de los índices de radiación solar.

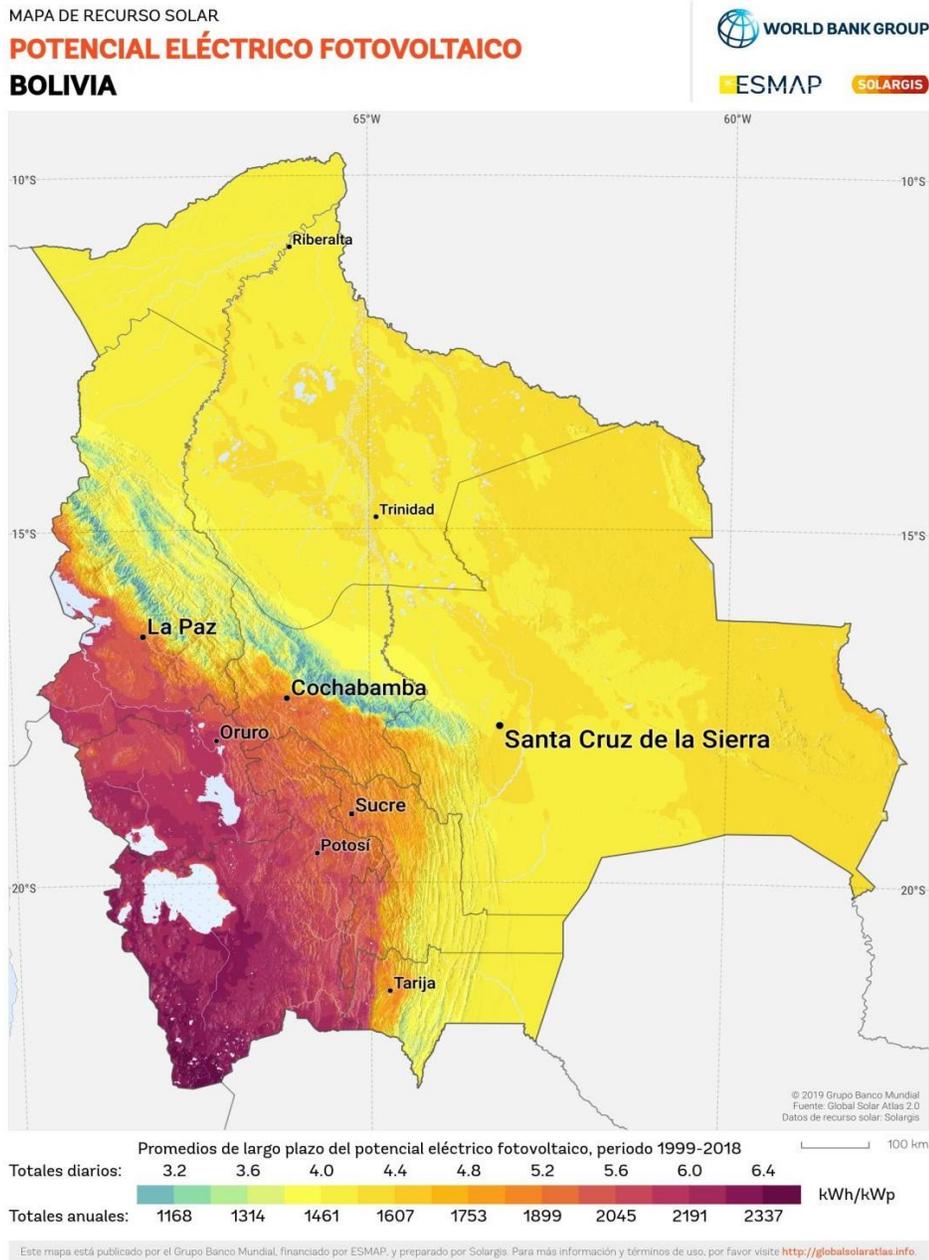
Resultados y discusión

La información recopilada en la investigación muestra resultados interesantes en comparación con unos de los mayores productores de electricidad mediante energía solar como lo es Alemania demuestran que en el Municipio de Yacuiba - Gran Chaco se tiene características propicias que nos permiten plantear proyectos enfocados en el aprovechamiento de la energía solar en la generación de energías alternativas.

El Municipio de Yacuiba – Gran Chaco cuenta con niveles de irradiación solar que se encuentran por encima de los niveles del actual productor principal a nivel mundial por lo tanto no solo se está desaprovechando un recurso muy importante tanto para la región como para el país, sino que se está evitando un progreso significativo que puede impulsar la economía y el desarrollo óptimo de Bolivia.

A continuación, se muestra el potencial eléctrico fotovoltaico que se tiene respecto en la región y el país (Ver figura7).

Figura 7: Potencial Eléctrico Fotovoltaico en Bolivia



Fuente: Adoptado de Mapas de recursos solares de Bolivia, de SolarGIS, 2022, (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/bolivia>)

Según las bases de datos del SENAMHI en función de la nubosidad, se obtuvieron las siguientes conclusiones en 270 días de registro entre el periodo de 2021 a 2022, mostrando que valores son los más recurrentes en el periodode tiempo revisado.

Se logro estimar que el 53.33% de los días del año se tiene un cielo despejado, dando lugar a una óptima producción de energía solar fotovoltaica; en cambio un 6.30% del año se tendría problemas de recolección por presentarse días completamente nublados.

Esto nos indica que la región cumple con características optimas en cuanto a nubosidad para la utilización de sistemas fotovoltaicos.

Dado el potencial que se tiene en la generación de energías alternativas mediante la irradiación solar, puede impulsarse diferentes sectores de nuestra región y el país, desde el sector productivo hasta el sector salud, pudiendo llegar a minimizar los recurrentes cortes de energía o bajar los costos de su funcionamiento, dando la opción de invertir esos recursos en otras áreas más importantes.

Teniendo en cuenta la amplia participación de los sistemas aislados en la región, la promulgación de proyectos que busquen la implementación de sistemas fotovoltaicos tendrá impactos considerables tanto para el área rural como para el área urbana.

Se recomienda buscar la inversión necesaria y gestionar los compromisos y/o convenios institucionales, nacionales e internacionales correspondientes para poder lograr estas implementaciones en la región y poder ser un polo de desarrollo, poder dar el inicio en la búsqueda del cumplimiento del Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas 2025 elaborado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas del Ministerio de Hidrocarburos y Energía que se enmarca en la Constitución Política del Estado, en los 13 pilares de la Agenda Patriótica del Bicentenario 2025 y en el Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025.

Referencias bibliográficas

- FACTORENERGIA. (30 de agosto de 2018). Factor Energía. Obtenido de Energías renovables: características, tipos y nuevos retos: <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>
- Fundación Solón. (26 de Junio de 2017). Fundación Solón. Obtenido de Situación de la energía solar en Bolivia:

<https://fundacionsolon.org/2017/06/26/situacion-de-la-energia-solar-en-bolivia/>

- Ministerio de Hidrocarburos Y Tecnologías. (30 de octubre de 2022). Ministerio de Hidrocarburos y Energía. Obtenido de Aplicación Móvil INTiVITU: <https://www.mhe.gob.bo/aplicacion-movil-intivitu/>
- Morales, S. A. (12 de Octubre de 2022). Camara Boliviana de Electricidad. Obtenido de Desafios del Sector Electrico Boliviano: <https://cbe.com.bo/noticia/desafios-del-sector-electrico>
- Prego, C. (11 de Junio de 2022). Xataka. Obtenido de Alemania está construyendo uno de los mayores parques solares de Europa sobre una antigua mina de lignito: <https://www.xataka.com/energia/alemania-esta-construyendo-uno-mayores-parques-solares-europa-antigua-mina-lignito>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (30 de Noviembre de 2022). SENAMHI. Obtenido de Informacion Nacional de Datos Hidrometeorológicos: <https://senamhi.gob.bo/index.php/sysparametros>
- Sidler, G., & Siles, E. (s.f.). Sistemas Fotovoltaicos. Cochabamba: COLORGRAF RODRIGUEZ. SolarGIS. (30 de Octubre de 2022). SolarGIS. Obtenido de Mapas de recursos solares de Bolivia:
- <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/bolivia>
- SolarGIS. (30 de Octubre de 2022). SolarGIS. Obtenido de Mapas de recursos solares de Alemania: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/germany>
- Viceministerio de Energías Alternativas. (2015). ENDE. Energía para todos.

Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología

6

ARTÍCULO DE REVISIÓN

**NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA
"IYARAKUAA - DUEÑO DEL CONOCIMIENTO"
EDICIÓN ESPECIAL: INGENIERÍA AMBIENTAL**

*Recibido:25 de mayo de 2023 *Aceptado: 6 de junio de 2023

Autor:

¹ CHOQUE GONZALES OMAR AMILKAR

Ingeniería Informática

Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UJMS.

Correspondencia del autor:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología. Yacuiba.
UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

ocho@correo.uajms.edu.bo

(+591) 60290002

Misión y política editorial

La Revista "Iyarakuaa - Dueño del conocimiento", es una publicación semestral que realiza la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho con el objeto de difundir la producción de conocimientos de la comunidad universitaria, académica y científica del ámbito local, nacional e internacional, provenientes de investigaciones de distintas áreas del conocimiento de la ingeniería en recursos naturales y tecnología en la provincia Gran Chaco.

"Iyarakuaa - Dueño del conocimiento" Volumen 4, número 9 en su edición especial de ingeniería Ambiental, es una publicación arbitrada con principios de ética y pluralidad que utiliza el sistema de revisión de por lo menos dos pares de expertos académicos nacionales y/o internacionales, que en función de las normas de publicación establecidas procederán a la aprobación de los trabajos presentados.

Tipo de artículos y publicación

La Revista "Iyarakuaa - Dueño del conocimiento" realiza la publicación de distintos artículos de acuerdo a las siguientes características:

- **Artículo de investigación científica y tecnológica:** documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones concluidas. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartados importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.
- **Artículo de reflexión:** documento que presenta resultados de investigaciones terminadas desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
- **Artículo de revisión:** documento resultado de investigaciones terminadas donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.
- **Revisión de temas académicos:** documento que muestra los resultados de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, o también versa sobre la parte académica de la actividad docente.

Son comunicaciones concretas sobre el asunto a tratar por lo cual su extensión mínima es de 5 páginas.

- **Cartas al editor:** posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité Editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

Normas de envío y presentación

- a) La Revista "Iyarakuaa - Dueño del conocimiento" recibe trabajos originales en idioma español. Los mismos deberán ser remitidos en formato electrónico en un archivo de tipo word compatible con el sistema windows y también en forma impresa.
- b) Los textos deben ser elaborados en formato de hoja tamaño carta (ancho 21,59 cm.; alto 27,94cm.). El tipo de letra debe ser Arial 10 dpi, interlineado simple. Los márgenes de la página deben ser para el superior, inferior y el derecho de 2,5 cm. y para el izquierdo 3 cm.
- c) Los artículos deben redactarse con un alto nivel de corrección sintáctica, evidenciando precisión y claridad en las ideas.
- d) En cuanto a la extensión: los artículos de investigación científica y tecnológica tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo la bibliografía. Los artículos de reflexión y revisión una extensión de 10 páginas. En el caso de temas académicos un mínimo de 5 páginas.
- e) Los trabajos de investigación (artículos originales) deben incluir un resumen en idioma español y en inglés de 250 palabras.
- f) En cuanto a los autores, deben figurar en el trabajo las personas que han contribuido sustancialmente en la investigación.; reconociéndose al primero como autor principal. Los nombres y apellidos de todos los autores se deben identificar apropiadamente, así como las instituciones de adscripción (nombre completo, organismo, ciudad y país), dirección y correo electrónico.
- g) La Revista "Iyarakuaa - Dueño del conocimiento", solo recibe trabajos originales e inéditos, esto es que no hayan sido publicados en ningún formato y que no estén siendo simultáneamente considerados en otras publicaciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, los artículos deberán estar acompañados de una

carta de originalidad, firmada por todos los autores, donde certifiquen lo anteriormente mencionado.

- h) Cada artículo se someterá en su proceso de evaluación a una revisión exhaustiva para evitar plagios, que, en caso de ser detectado en un investigador, este será sujeto a un proceso interno administrativo, y no podrá volver a presentar ningún artículo para su publicación en esta revista.
- i) La dirección de envío y recepción de artículos, se realiza a través del correo: ocho@uajms.edu.bo.

Formato de presentación

Para la presentación de los trabajos se debe tomar en cuenta el siguiente formato para los artículos científicos:

- **Título del artículo**

El título del proyecto debe ser claro, preciso y sintético, con un texto de 20 palabras como máximo.

- **Autores**

Un aspecto muy importante en la preparación de un artículo científico, es decidir, acerca de los nombres que deben ser incluidos como autores y en qué orden. Generalmente está claro que quién aparece en primer lugar es el autor principal, además es quien asume la responsabilidad intelectual del trabajo. Por este motivo, los artículos para ser publicados en la revista, adoptarán el siguiente formato para mencionar las autorías de los trabajos:

Se debe colocar en primer lugar el nombre del autor principal, investigadores, e investigadores junior, posteriormente los asesores y colaboradores si los hubiera. La forma de indicar los nombres es la siguiente: en primer lugar, deben ir los apellidos y posteriormente los nombres, finalmente se escribirá la dirección del centro o instituto, carrera a la que pertenece el autor principal. En el caso de que sean más de seis autores, incluir solamente el autor principal, seguido de la palabra latina "et al.", que significa "y otros" y finalmente debe indicarse la dirección electrónica (correo electrónico).

- **Resumen y palabras clave**

El resumen debe dar una idea clara y precisa de la totalidad del trabajo, incluirá los resultados más destacados y las principales conclusiones, asimismo, debe ser

lo más informativo posible, de manera que permita al lector identificar el contenido básico del artículo y la relevancia, pertinencia y calidad del trabajo realizado.

Se recomienda elaborar el resumen con un máximo de 250 palabras, el mismo que debe expresar de manera clara los objetivos y el alcance del estudio, justificación, metodología y los principales resultados obtenidos.

Hay que recordar que el resumen sintetiza economizando en espacio y tiempo, de tal manera que prescinde de las reiteraciones y de las explicaciones que amplían el tema. Pero debe poseer, todos los elementos presentes en el trabajo para impactar a los lectores y público en general.

En el caso de los artículos originales, tanto el título, el resumen y las palabras clave deben también presentarse en idioma inglés.

- **Introducción**

La introducción del artículo está destinada a expresar con toda claridad el propósito de la comunicación, además resume el fundamento lógico del estudio. Se debe mencionar las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema investigado. No hay que incluir datos ni conclusiones del trabajo que se está dando a conocer.

- **Materiales y métodos**

Debe mostrar, en forma organizada y precisa, cómo fueron alcanzados cada uno de los objetivos propuestos.

La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico que ha seguido el proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico (preguntas con hipótesis fundamentadas correspondientes, diseños muestrales o experimentales, etc.), hasta la forma como se analizaron, interpretaron y se presentan los resultados. Deben detallarse, los procedimientos, técnicas, actividades y demás estrategias metodológicas utilizadas para la investigación. Deberá indicarse el proceso que se siguió en la recolección de la información, así como en la organización, sistematización y análisis de los datos. Una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos necesarios para corroborar la pertinencia y el impacto de los resultados obtenidos.

- **Resultados**

Los resultados son la expresión precisa y concreta de lo que se ha obtenido efectivamente al finalizar el proyecto, y son coherentes con la metodología empleada. Debe mostrarse claramente los resultados alcanzados, pudiendo emplear para ello cuadros, figuras, etc.

Los resultados relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados.

No deben repetirse en el texto datos expuestos en tablas o gráficos, resumir o recalcar sólo las observaciones más importantes.

- **Discusión**

El autor intentará ofrecer sus propias opiniones sobre el tema, se insistirá en los aspectos novedosos e importantes del estudio y en las conclusiones que pueden extraerse del mismo. No se repetirán aspectos incluidos en las secciones de introducción o de resultados. En esta sección se abordarán las repercusiones de los resultados y sus limitaciones, además de las consecuencias para la investigación en el futuro. Se compararán las observaciones con otros estudios pertinentes. Se relacionarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones avaladas insuficientemente por los datos.

- **Bibliografía**

La bibliografía utilizada, es aquella a la que se hace referencia en el texto, debe ordenarse en orden alfabético y de acuerdo a las normas establecidas para las referencias bibliográficas (Punto 5).

- **Tablas y figuras**

Todas las tablas o figuras deben ser referidas en el texto y numeradas consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Figura 1, Figura 2, Tabla 1 y Tabla 2. No se debe utilizar la abreviatura (Tab. o Fig.) para las palabras tabla o figura y no las cite entre paréntesis. De ser posible, ubíquelas en el orden mencionado en el texto, lo más cercano posible a la referencia en el mismo y asegúrese que no repitan los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

El texto y los símbolos deben ser claros, legibles y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. En caso de emplearse en el artículo fotografías y figuras de escala gris, estas deben ser preparadas con una resolución de 250 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 450 dpi. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para identificar partes de la figura, se debe identificar y explicar claramente el significado de todos ellos en la leyenda.

- **Referencias bibliográficas**

Las referencias bibliográficas que se utilicen en la redacción del trabajo aparecerán al final del documento y se incluirán por orden alfabético. Debiendo adoptar las modalidades que se indican a continuación:

- a. **Referencia de Libro**

- Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del libro en cursiva, las palabras más relevantes y las letras iniciales deben ir en mayúscula. Editorial y lugar de edición.
 - Tamayo y Tamayo, M. (1999). *El Proceso de la Investigación Científica, incluye Glosario y Manual de Evaluación de Proyecto*. Editorial Limusa. México.
 - Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Ediciones Aljibe. España.
 - **Referencia de Capítulos, Partes y Secciones de Libro**
Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del capítulo de libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Colocar la palabra, en, luego el nombre del editor (es), título del libro, páginas. Editorial y lugar de edición.
 - Reyes, C. (2009). *Aspectos Epidemiológicos del Delirium*. En M. Felipe. y O. José (eds.). *Delirium: Un gigante de la geriatría* (pp. 37-42). Manizales: Universidad de Caldas.

- b. **Referencia de Revista**

Autor (es), año de publicación (entre paréntesis), título del artículo, en: Nombre de la revista, número, volumen, páginas, fecha y editorial.

- López, J.H. (2002). Autoformación de Docentes a Tiempo Completo en Ejercicio en Ventana Científica, Nº 2. Volumen 1. pp 26 – 35. Abril de 2002, Editorial Universitaria.

c. Referencia de Tesis

- Autor (es). Año de publicación (entre paréntesis). Título de la tesis en cursiva y en mayúsculas las palabras más relevantes. Mención de la tesis (indicar el grado al que opta entre paréntesis). Nombre de la Universidad, Facultad o Instituto. Lugar.
- Salinas, C. (2003). *Revalorización Técnica Parcial de Activos Fijos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho*. Tesis (Licenciado en Auditoría). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. Tarija – Bolivia.

d. Página Web (World Wide Web)

Autor (es) de la página. (Fecha de publicación o revisión de la página, si está disponible). Título de la página o lugar (en cursiva). Fecha de consulta (Fecha de acceso), de (URL – dirección).

- Puente, W. (2001, marzo 3). *Técnicas de Investigación*. Fecha de consulta, 15 de febrero de 2005, de <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

e. Libros Electrónicos

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Fecha de publicación. Título (palabras más relevantes en cursiva). Tipo de medio [entre corchetes]. Edición. Nombre la institución patrocinante (si lo hubiera) Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

- Ortiz, V. (2001). *La Evaluación de la Investigación como Función Sustantiva*. [Libro en línea]. Serie
- Investigaciones (ANUIES). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual Práctico sobre la vinculación Universidad – Empresa. [Libro en línea]. ANUIES 1998. Agencia Española de Cooperación (AECI). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

f. Revistas Electrónicas

- Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Título del artículo en cursiva. Nombre la revista. Tipo de medio [entre corchetes]. Volumen. Número. Edición. Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.
- Montobbio, M. *La cultura y los Nuevos Espacios Multilaterales*. Pensar Iberoamericano. [En línea]. Nº 7. Septiembre – diciembre 2004. Fecha de consulta: 12 enero 2005. Disponible en: <http://www.campusoei.org/pensariberoamerica/index.html>

g. Referencias de Citas Bibliográficas en el Texto

Para todas las citas bibliográficas que se utilicen y que aparezcan en el texto se podrán asumir las siguientes formas:

- De acuerdo a Martínez, C. (2004), la capacitación de docentes en investigación es fundamental para.....
- En los cursos de capacitación realizados se pudo constatar que existe una actitud positiva de los docentes hacia la investigación..... (Martínez, C. 2004).
- En el año 2004, Martínez, C. Realizó el curso de capacitación en investigación para docentes universitarios.....

Derechos de autor

Los conceptos y opiniones de los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores. Dicha responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado por los autores. La concesión de Derechos de autor significa la autorización para que la Revista "Iyarakuaa - Dueño del conocimiento", pueda hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica.

En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los(as) autores(as).



**Universidad Autónoma
Juan Misael Saracho**



DICYT

Departamento de Investigación,
Ciencia y Tecnología - UAJMS.