

N° 16, Marzo 2023

REVISTA Ingeniería e Investigación





¡SÍMBOLO DE INNOVACIÓN!



VIGUETA **BUNKER**

BUNKER
SISMORRESISTENTE

GRADERÍA
PRETENSADA

ESCENARIOS DEPORTIVOS

**OTROS
PRODUCTOS**



LOSETA DOBLE S

Destinado a la construcción de pavimentos articulados y con la posibilidad de incorporarle colores al acabado de las piezas.



VIGUETA PARA PUENTE

Destinados para la construcción de puentes vehiculares, puentes peatonales, naves industriales, talleres, viaductos o cualquier otra estructura que requiera resistir grandes cargas de servicio.



PAVICÉSPED

Destinados a la protección de césped en áreas de estacionamiento, como también, para proyectos de paisajismo en jardines.



BLOQUE DE HORMIGÓN

Destinado a la construcción de pisos articulados con acabados estéticos gracias a su acabado tipo mosaico al momento del armado.



BALDOSA LISBOA

Destinado a la construcción de pisos articulados con acabados estéticos gracias a su acabado tipo mosaico al momento del armado.



PLASTOFORM

Su función es aligerar la losa y soportar el peso del hormigón en el vaciado, conjuntamente con las viguetas pretensadas Tecnopreco.



2240814 - 70513827

La Paz / Oruro / Potosí / Cochabamba / Tarija

ICcampero

IMPORTADORA

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



Con el respaldo de:



ArcelorMittal

Síguenos en:



/ImportadoraCampero

www.importadoracampero.com.bo

COCHABAMBA CENTRAL

Av. Libertador Bolívar
No 1553
Telf. 4409050
Cel. 68582389

SUCURSAL 2

Av. Barrientos S-2149
Telf. 4569087
Cel. 71497163

SUCURSAL 3

Av. Blanco Galindo Km. 3 1/2
Telf. 4249302
Cel. 72223913

SUCURSAL 4

Av. Villazon Km. 1 1/2
Telf. 4491020
Cel. 71497164

POTOSÍ

Av. Aclo esq. Av. Angeles
Zona Lecherías
Telf. 6247423
Cel. 67900656

SUCURSAL 5

Av. 9 de Abril N-1446
Telf. 4666913
Cel. 72223912

SUCURSAL 6

Av. Capitán Ustariz Km. 4
Telf. 4023180
Cel. 71497161

SUCURSAL 7

Av. 6 de Agosto Lado
Rotonda Aviación
Telf. 4568857
Cel. 72230077

SUCURSAL 8

Av. Petrolera Km. 2
Telf. 4216833
Cel. 68580764

ORURO

Av. Circunvalación a
1 cuadra del Casco
Minero
Telf. 5274934 Cel.
68350590

SUCURSAL 9

Av. Blanco Galindo
Km. 11
Telf. 4231786
Cel. 72204583

BELGO PRONTO

Av. Villazon Km. 7
Telf. 4713643
Cel. 72223915

CAMPERO HORMIGÓN

Av. Villazon Km. 7
Telf. 4713643
Cel. 68582635

SHOWROOM FV & FERRUM

Av. Libertador
Bolívar N° 1567
Telf. 4240923
Cel. 71733180

TRINIDAD

Av. Panamericana
Lado E. Servicio Iriarte
Telf. 4624780
Cel. 72844389

LA PAZ EL ALTO

Av. 6 de Marzo N-
1150
Telf. 2814995 Cel.
72006699

CALACOTO

Av. Gavino Villanueva
N°165 entre calle 24 y
25 de Calacoto
Telf. 2792585
Cel. 72055450

TARIJA CENTRAL

Carretera al Chaco Km. 7
Telf. 6652052
Cel. 72988301

NORTE

Av. Ballivian pasando
Circunvalación
(a 50 mtrs.)
Telf. 6676835
What. 72985197

SUCRE CENTRAL

Av. Ostría Gutierrez
Esq. Calle Haití
Telf. 6469217
Cel. 72875106

SUCURSAL 2

Villa Margarita
(Lado Ex Aduana)
Telf. 6469590
Cel. 72875108

SUCURSAL 3

Av. Juana Azurduy
altura pasarela
Piscina Olímpica
Telf. 6439309
Cel. 71160547



KRAKEN

Servicios Generales S.R.L.

ELECTRICIDAD · OBRAS CIVILES · OIL & GAS

La Paz: Calle Macario Pinilla esquina Av. 6 de Agosto Nº 2614, Edificio Torre Vitruvio, Piso 7, Oficina 704 - Zona Sopocachi.

Telf: (591-2)-2431393, (591-2)-2432905.

Santa Cruz: Av. Banzer (Av. Cristo Redentor) entre Sexto y Séptimo Anillo, Torre Atlantis, Local 9.

Telf: (591-3)-3421042, (591-3)-3257752.

OIL & GAS

Amplia experiencia en diseño y construcción de plantas de engarrafado respaldados por nuestra representada exclusiva en Bolivia Makeen Energy (Kosan Crisplant).

Especialistas en instalaciones y mantenimiento de plantas y equipos asociados al engarrafado y distribución de GLP.

Provisión de equipos y accesorios para GLP: Balanzas de llenado, válvulas, vaporizadores de fuego directo, medidores de nivel porcentual, bombas, compresores, reguladores, flexibles y otros materiales para áreas clasificadas.

OTROS SERVICIOS

Alquiler de generadores, UPS, Grúas y Carro canasta.

ELECTRICIDAD

Provisión de equipamiento eléctrico para alta, media y baja tensión con representación en Bolivia de importantes marcas de renombre internacional.

Construcción de líneas de media y baja tensión.

Realizamos instalaciones eléctricas industriales, sistemas de puesta a tierra, mantenimiento y reparación de equipamiento eléctrico en general (generadores, UPS, transformadores, etc). Especialistas en trabajos eléctricos en áreas clasificadas explosivas.

OBRAS CIVILES

Diseño, fiscalización, supervisión y ejecución de obras de mediana y gran envergadura.

Diseño arquitectónico, estructural y cálculo de edificaciones. Remodelaciones y reparaciones de edificaciones.

Mantenimientos de infraestructura civil. Gestión, administración y control de obras. Construcción de obras civiles para áreas clasificadas explosivas.

KRK S.R.L.
Especialistas en Energía



MAKEEN
ENERGY



DISAS



SanLiFuErMao
FERRETERÍA DE LÍNEA



CONSEJO EDITORIAL

Ing. Gisela Chumacero Tellería
Ing. Eduardo Velasquez Suarez
Lic. Taide Guardia Flores

EDICIÓN GENERAL

Lic. Taide Guardia Flores

ASESOR COMERCIAL

Sr. Rubén J. Casas Condori

DIAGRAMACIÓN

Marka Diseño e Impresión

IMPRESIÓN

UNICAB – Industria Gráfica

El contenido de los artículos publicados en esta revista,
son de exclusiva responsabilidad de los autores.

PROPIEDAD LITERARIA E INTELECTUAL

Sociedad de Ingenieros de Bolivia

Depósito Legal: 4-3-10-14

Oficina Nacional: Av. 16 de julio N° 1440
Edif. Herrmann piso 8 of. 804
Tel.: Fax. (591) (2) 2331833
(2) 2331832 - (2) 2370348
sibnacional@sib.org.bo
La Paz- Bolivia

www.sib.org.bo

PRESENTACIÓN

En los 100 años de vida institucional de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, la promulgación de la Ley N°1449 del ejercicio profesional de la ingeniería, el 15 de febrero de 1993, fue un hito importante para la institución, puesto que consolidó la práctica de la ingeniería a nivel nacional a través de la responsabilidad de poder ser el ente regulador de la profesión.

Durante 30 años, se tuvieron logros que ratificaron la importancia de la Ley, vale decir que desde 1964 hasta 1993, el Consejo Nacional de Ingeniería, ente estatal, regulador del ejercicio profesional en el país, contaba con 6.451 ingenieros registrados y a partir de la promulgación de la Ley, el año 1993, cuando el Consejo fue incorporado a la estructura jurídica de la Sociedad de Ingenieros, incrementó la cantidad de registro de profesionales de la ingeniería, por lo que, hasta la fecha, se cuenta con 50.857 ingenieros que cuentan con un registro nacional y ejercen la profesión legalmente, aportando al desarrollo del país y sobre todo actuando con responsabilidad ante la sociedad civil.

Tal y como señala el artículo segundo de la Ley N°1449, “se considera ejercicio profesional de la ingeniería todo acto que suponga, requiera o comprometa la aplicación de los conocimientos técnicos en materia de su respectivo ramo”, por consiguiente, los trabajos presentados en la edición N°16 de la revista INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN, sobre Ingeniería civil con relación a la reutilización de aguas grises y pluviales, diseño de muros de contención, infraestructuras del transporte, manejo integral del agua de lluvia; en Ingeniería ambiental referente a la disposición final de residuos sólidos; en Ingeniería electrónica acerca del modelado de sistemas; en Ingeniería industrial artículos con relación a la generación de biocombustibles; en Ingeniería eléctrica estudios con respecto al uso y producción del hidrógeno renovable; son investigaciones que dan cumplimiento al objetivo del documento regulatorio del ejercicio profesional de la ingeniería.

Ing. Jorge Alberto Vaca Raslan
**Presidente de la Sociedad de
Ingenieros de Bolivia**

Contenido



5. Evaluación de la expansión del grano de caucho reciclado en mezclas asfálticas semidensas con adición por vía seca
Reymar Medrano Chui – R.N.I. 50321
8. Sistemas de información geográfica en la ubicación de sectores para disposición final de residuos sólidos
Ing. Vivian Elssy Medrano Rodríguez – R.N.I. 32.733
14. Reutilización de aguas grises y pluviales en instalaciones hidrosanitarias para lavado de avenidas, autos y riego de jardines, aplicando tratamiento para aguas grises logrando buena gestión del agua
Ing. Martí Vladimir Cruz Lazcano - R.N.I. 46122
17. Control inteligente basado en el aprendizaje emocional cerebral
Ing. Aaron Nestor Mamani Villca - R.N.I. 49393
21. Oruro y su potencial hidro carbono (hidrocarburífero)
Alvaro Isaias Martinez Murillo - R.N.I.51770
25. Diseño óptimo de muros de contención en voladizo con Metamizer Excel Addin
Ing. Elmer Cusipuma Condo - R.N.I. 35467
28. Hojas de Bixa Orellana L. como sustituto del Piritionato de Zinc
Ing. Irene Ventura – R.N.I.48716
31. Uso y producción del hidrógeno renovable
Ing. Gonzalo Oscar Eulate Choque – R.N.I. 8718
35. Microalgas una fuente poco conocida para la generación de biocombustibles
Ing. Leonardo Ariel Benavidez Mamani - R.N.I. 37636
39. Las infraestructuras del transporte: El caso de la plaza Tejada Sorzano - La Paz. Reflexiones del espacio público con inteligencia artificial (DataFromSky)
Ing. Marco Antonio Pongo Vera - R.N.I. 36841
43. Manejo integral agua de lluvia como alternativa para la gestión integral del recurso hídrico
Ing. Arlid Morales Cueto - R.N.I. 37971
46. Evaluación de la resistencia a compresión del hormigón con adición de vidrio reciclado como agregado grueso en la ciudad de La Paz
Ing. Carla Andrea Aramayo Guzman – R.N.I. 18756
49. Estimación de Espectros de Respuesta de Aceleración Sísmica Aplicando Redes Neuronales Artificiales
Ing. Jaime Choque Cuellar - R.N.I. 43138
52. Plastiforte apoyando a grandes proyectos de agua
PLASTIFORTE S.R.L.
54. ACERGAL - Encabeza la innovación en el mercado de las calaminas
ACERGAL S.R.L.

Evaluación de la expansión del grano de caucho reciclado en mezclas asfálticas semidensas con adición por vía seca

Reymar Medrano Chui – R.N.I. 50321

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor de San Simón

RESUMEN

Evidenciando que el grano de caucho se expande y ocupa mayor volumen de vacíos en mezclas asfálticas densas, se planteó estudiar su incorporación en mezclas asfálticas semidensas considerando tres distribuciones granulométricas (fina, media y gruesa) en porcentajes de adición de 0.5, 0.8 y 1.0% sobre el peso de los agregados. El diseño de estas mezclas se realizó mediante el método Marshall con el fin de evaluar la expansión del grano de caucho reciclado.

De los resultados obtenidos, se observa que la adición de 1.0% de granulometría fina de grano de caucho presenta un incremento de expansión del 11.89% para un contenido de 6.5% de cemento asfáltico comparado con una mezcla asfáltica semidensa sin caucho.

Palabras clave: Grano de caucho reciclado, mezclas asfálticas semidensas, cemento asfáltico, método Marshall.

INTRODUCCIÓN

Las llantas provenientes de neumáticos usados es tal vez uno de los elementos que más se desechan en el mundo, según la OMS (Organización Mundial de la Salud) las llantas de desecho en el mundo son más de 3 billones y se prevé que incremente un billón por año (Bravo *et al.*, 2015).

En Bolivia, según un estudio de SWISSCONTACT (2018), se generan alrededor de 2 millones de neumáticos fuera de uso o alrededor de 63.000 toneladas anuales.

La utilización del Grano de Caucho Reciclado (GCR) para modificar las mezclas asfálticas cuenta con grandes beneficios para la infraestructura vial, además de beneficios medioambientales debido al aprovechamiento de las llantas usadas, las cuales son un componente de contaminación a gran escala debido a su corta vida útil y su mala disposición final (Díaz *et al.*, 2017).

DESARROLLO

1.1 Caracterización de materiales a utilizar en mezclas asfálticas semidensas

Se determinó las características de los materiales utilizados con base a la metodología Marshall. Los ensayos que se realizaron para determinar las propiedades de los materiales, agregado y cemento asfáltico, fueron elaborados siguiendo las respectivas normas de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

Existen diferentes normativas para el diseño de mezclas asfálticas semidensas, se optó por utilizar la normativa colombiana (INV-E450, 2012), razón por la cual se cuenta con tamices de configuración de la norma americana, esta normativa presenta dos tipos de gradación en agregados, de los cuales se utilizó para fines de esta investigación la Mezcla Semidensa en Caliente de tamaño máximo de 19 mm o 3/4" (MSC-19).

1.2 Diseño y dosificación de la mezcla semidensa convencional y con GCR

1.2.1 Mezcla asfáltica semidensa convencional

El diseño fue elaborado por el método del Instituto del Asfalto (Institute, 2014), tomando un 6% de vacíos como parámetro de diseño y la mezcla asfáltica fue realizada conforme a la norma ASTM-D6926. Los agregados fueron seleccionados mediante bancos y previamente

calentados en horno a una temperatura de 15°C por encima de la temperatura del cemento asfáltico.

1.2.2 Mezcla asfáltica semidensa incorporada con GCR

Para la elaboración de mezclas asfálticas semidensas incorporando GCR, se realizó de la misma forma que la mezcla convencional, previamente se determinó los porcentajes óptimos de GCR mediante un ensayo de sensibilidad a la humedad tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La granulometría del grano de caucho (GCR) fue seleccionado bajo la norma chilena NCh 3258-2012, en la cual se optó por utilizar el promedio del porcentaje pasante, de cada banda granulométrica con las siguientes descripciones, donde: GG= Granulometría Gruesa, GM= Granulometría Media y GF= Granulometría Fina.

- Según los estudios internacionales (Airaud, 2007; Dupré, 2013), el porcentaje de adición del grano de caucho reciclado “GCR” son: 0.5 a 1.0%.

En esta investigación se adicionó 0.5%=A, 0.8%=B y 1.0%=C con respecto al peso del agregado.

1.3 Resumen de resultados

1.3.1 Determinación del porcentaje de GCR óptimo

Se realizaron 54 cuerpos de prueba, 9 grupos de 6 cuerpos con diferente granulometría de caucho y porcentaje de adición, los cuales se ensayaron la sensibilidad a la humedad (ASTM-D4867, 2009) para determinar los grupos que mejor resultados presenten. Los porcentajes y granulometría que mejores resultados obtuvieron son: AM, BF y CF. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 1 – Resistencia a la humedad - % óptimo de GCR

Muestra	AG	AM	AF	BG	BM	BF	CG	CM	CF
TSR (%)	65.65	82.25	65.04	63.61	55.74	72.13	64.44	67.74	73.60
Stm (MPa)	1.036	0.923	1.018	1.148	1.116	1.117	1.08	0.9722	1.114
Std (MPa)	0.68	0.76	0.662	0.64	0.71	0.805	0.696	0.658	0.82

1.3.2 Diseño Marshal

Se desarrolló siguiendo la norma ASTM-D6927. De los resultados obtenidos en la tabla 2 se puede observar que la mezcla con 0.5%-GM presenta un valor de estabilidad más elevado que la mezcla semidensa convencional.

Tabla 2 – Diseño Marshall de mezcla convencional

Parámetro	Convencional	0.5%-GM	0.8%-GF	1.0%-GF
%C.A.	5.4	5.4	5.7	5.7
Densidad (kg/m3)	2295.2	2296.3	2247.7	2265.0
Va (%)	6.0	5.9	6.0	6.1
VAM (%)	14.5	14.4	15,8	16.2
VFA (%)	59.8	59.6	56.6	56.3
Estabilidad(N)	12909.7	13093.5	10000.8	9310.8
Flujo(0.25mm)	13.5	13.4	13.7	13.9

1.3.3 Evaluación de la expansión del grano de caucho

Posterior a la elaboración y diseño, se realizó la evaluación de los cuerpos de prueba, en los cuales se logra observar un incremento de la altura en los especímenes con grano de caucho reciclado GCR respecto a las convencionales semidensas, las partículas de GCR tienden a hincharse con la acción de cemento asfáltico lo cual provoca la expansión de estos, esto se puede observar en la Tabla 3 y en la Figura 1.

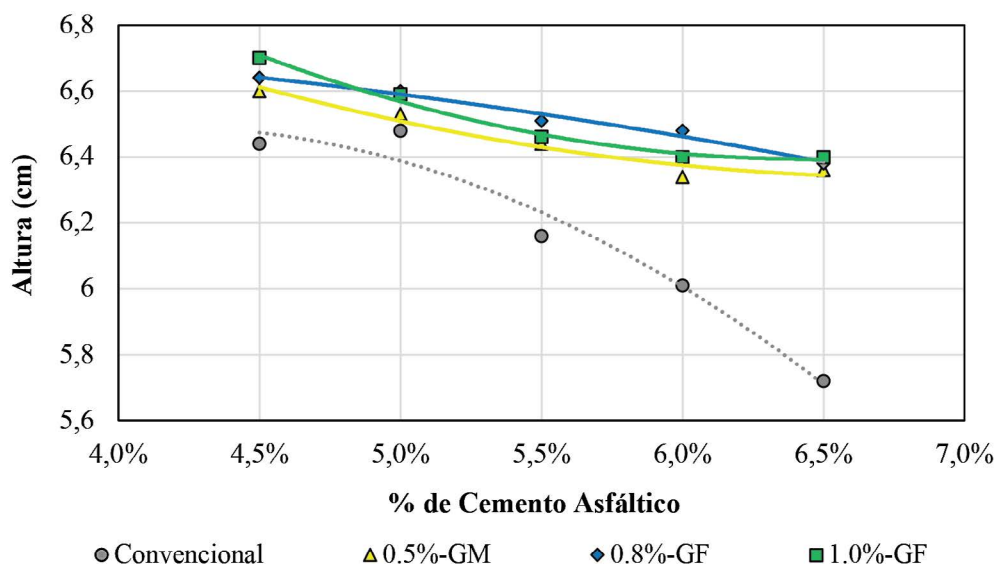


Figura 1 – Altura vs porcentaje de cemento asfáltico en mezcla semidensa convencional y con GCR

Tabla 3 – Promedio de alturas de los diseños Marshall

% C.A.	Convencional	0.5%-GM	0.8%-GF	1.0%-GF
4.5%	6.44	6.6	6.64	6.7
5.0%	6.48	6.53	6.6	6.59
5.5%	6.16	6.44	6.51	6.46
6.0%	6.01	6.34	6.48	6.4
6.5%	5.72	6.36	6.38	6.4

CONCLUSIÓN

- Existe un incremento de 11.89% de altura en los cuerpos con grano de caucho respecto a las semidensas convencionales con contenido de 6.5% de cemento asfáltico.
- Se observa que existe un ligero incremento de 1.85% en la altura en cuerpos con 5.0% de cemento asfáltico
- Se puede evidenciar que a mayor cantidad de cemento asfáltico los cuerpos sin GCR tienden a tener una pérdida de altura brusca a diferencia de los cuerpos con GCR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airaudo Segovia, R. **Estudio del Efecto de la Variación en la Granulometría del Caucho en Mezclas Asfálticas por Vía Seca**, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 2007.
- ASTM. **American Society for Testing and Materials**. 1898.
- ASTM-D4867. **Standard Test Method for Effect of**

Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures, American Society of Testing and Materials, USA. 2009.

- ASTM-D6926. **Standard Practice for Preparation of Asphalt Mixture Specimens Using Marshall Apparatus**, American Society of Testing and Materials, USA. 2020.
- ASTM-D6927. **Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures**, American Society of Testing and Materials, USA. 2015.
- ASTM D6927-15. **Método de prueba estándar para Estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas**. ASTM International 2015.
- Bravo, F. M., Duran, M. J. C., Ortiz, A. J., & Soto, A. J. **Reutilización de llantas**, Universidad Cristiana de Bolivia, 2015.
- Diaz, Cesar Mauricio Claros; CELIS, Liliana Carolina Castro. **Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá**. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Institute, A. **Asphalt Mix Design Methods**, Mustansiriyh University, USA. 2014.
- INV-E450. **INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, MINISTERIO DE TRANSPORTE, COLOMBIA**. 2012.
- SWISSCONTACT, **Reciclaje de llantas, productos verdes con valor agregado**, Bolivia, 2020.

Sistemas de información geográfica en la ubicación de sectores para disposición final de residuos sólidos

Ing. Vivian Elssy Medrano Rodríguez – R.N.I. 32.733

Es ingeniero ambiental de la Escuela Militar de Ingeniería con Maestría en Gestión Ambiental y Recursos Naturales, con diplomados en educación superior, planificación y desarrollo de competencias profesionales y educación superior, ecología y conservación, ingeniería ambiental aplicada, gestión ambiental y seguridad industrial, seguridad ocupacional y bioseguridad.

RESUMEN

Los sistemas de información geográfica son herramientas de excelente tecnología y bastante uso diversificado en el presente siglo, habida cuenta que entre otras virtudes permite relacionar información (base de datos) con una localización geográfica (mapa), proporcionando a los usuarios potenciales la posibilidad de vincular datos demográficos con mapas políticos para generar información útil en tiempo real.

En el presente trabajo se muestra la aplicación de los SIG en la localización adecuada de disposición final de residuos sólidos, utilizando para ello información cartografiada, álgebra de mapas y evaluación multicriterio; constituyéndose en una herramienta de análisis y toma de decisiones a fin de lograr un medio ambiente en armonía.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, evaluación multicriterio, disposición final, residuos sólidos, medio ambiente.

Key words: Geographic information systems, multi-criteria evaluation, final disposal, solid waste, environment.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo surge de la necesidad de lograr una relación armónica entre el ser humano y el medio

ambiente, en merito a ello se ha podido observar que uno de los factores que más genera contaminación hídrica y atmosférica en diferentes ciudades, municipios y centros poblados es la deficiente disposición final de residuos sólidos en sectores que no reúnen las condiciones necesarias para este propósito.

La aplicación de los SIG en la gestión de residuos sólidos es una buena alternativa para coadyuvar a mejorar las condiciones medio ambientales, precautelando sobre todo la salud humana, el bien estar y el equilibrio entre el hombre y su entorno.

Bolivia cuenta con la Ley 755 de Gestión Integral de Residuos y su Decreto Reglamentario sin embargo a la fecha no se ha superado estos efectos que genera una mala disposición final cuyos efectos que produce esta actividad se los observa en degradación de los suelos, vertido de lixiviados, gases, generación de vectores, etc, toda vez que en lugar de construir rellenos sanitarios en sectores adecuados que cumplan la normativa vigente aún se continua con la vieja práctica de acopiar los residuos en botaderos improvisados.

DESARROLLO

Los SIG están orientados a la gestión de datos espaciales constituyéndose en el instrumento más adecuado para la investigación y el trabajo profesional en las ciencias de la tierra y ambientales. Es una herramienta compleja, reflejo de la problemática del objeto de estudio de estas ciencias, fruto de la evolución y fusión de programas de muy distinto tipo que anteriormente se habían utilizado de forma independiente. La ausencia de tecnología actual basada en los sistemas de información geográfica que permita realizar el análisis multicriterio con miras a determinar el lugar más recomendable para la disposición final de residuos sólidos es una realidad de muchos centros poblados.

Como una idea general para la determinación del sitio adecuado para la disposición final de residuos sólidos se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Sistematización de capas base del área de estudio

Para el análisis geoespacial multicriterio, es necesario considerar diferentes coberturas (layers), las que aportan indicadores espaciales altamente relevantes por sus características propias.

1.1. Pendientes

Se obtiene a partir del DEM (modelo digital de elevación) por medio de una herramienta denominada Slope del software ArcGis 10.5, el cálculo puede ser en porcentaje (%) o en grados.

Obtenida la cobertura de pendientes, se reclasificación los valores, identificando las pendientes moderadas las que oscilan en 15 % por medio del método de algebra de mapas.

1.2. Centros poblados

Proporciona la ubicación de los centros poblados acantonados al interior de área de estudio, los datos de población se pueden obtener del Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.3. Cuerpos de agua

Constituye una de las más relevantes en el análisis SIG multicriterio, la normativa técnica actual boliviana (DS. 2954) establece que debe existir una distancia mínima entre el relleno sanitario y un cuerpo de agua.

1.4. Fallas geológicas

Presenta información de la discontinuidad que se forma por fractura en las rocas de la corteza terrestre, identificando fallas en territorio boliviano de hasta miles de kilómetros de longitud; esta cobertura permite verificar la existencia de fallas geológicas que puedan comprometer la estabilidad del relleno sanitario e identificar futuros deslizamientos

1.5. Áreas verdes

Proporciona la ubicación de masas arbóreas y vegetación nativa, aspecto relevante al momento de determinar lugares de disposición de residuos en función a la aplicación de distancias óptimas de manera que estas áreas no sean afectadas.

1.6. Redes viales

Las redes viales validan las diferentes locaciones que

genera el análisis SIG multicriterio, de no existir una vía cercana para la movilización y traslado de los residuos, el proyecto demandara un costo económico adicional muy elevado para su implementación.

1.7. Tipo de suelo

Brinda los parámetros necesarios para determinar si la ubicación a ser elegida cumple los parámetros establecidos y si existe la posibilidad de emplazar instalaciones para un relleno sanitario.

2. Generación de la metodología de evaluación multicriterio

2.1. Aplicación de geo procesos y obtención de variables

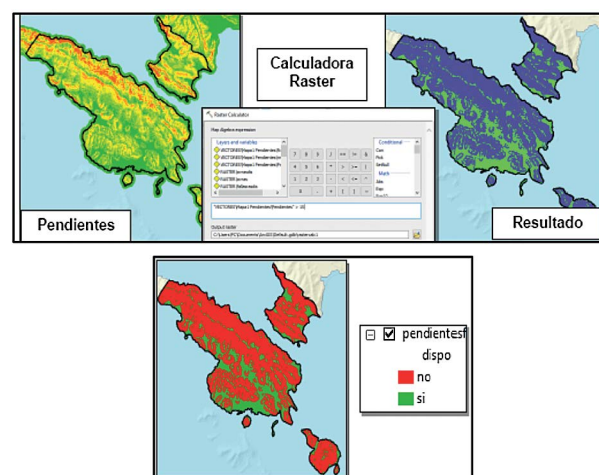
El análisis multicriterio por medio de la aplicación de los SIG, demanda que la información de entrada (input) tenga formato raster.

2.2. Obtención de criterios

- Criterio uno – pendientes del terreno.
- Criterio dos – centros poblados.
- Criterio tres – cuerpos de agua.
- Criterio cuatro – fallas geológicas.
- Criterio cinco – áreas verdes.

Se aplica el método booleano (0,1), indica que el valor “1” cumple con los criterios asignados y el “0” no cumple (Ver Figura No.1).

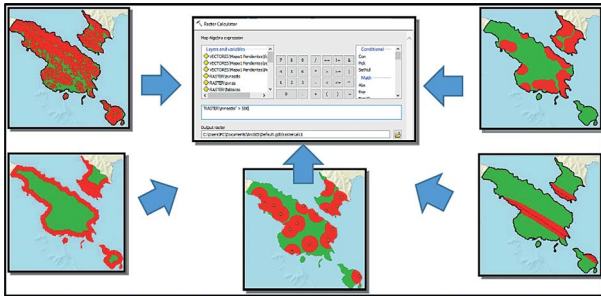
Figura No. 1 – Raster calculator y método Buleano (Fuente: Propia)



Después de obtener los cinco criterios se aplica el álgebra de mapas, el resultado final es una capa que muestra varios polígonos en color verde, los cuales en función a los

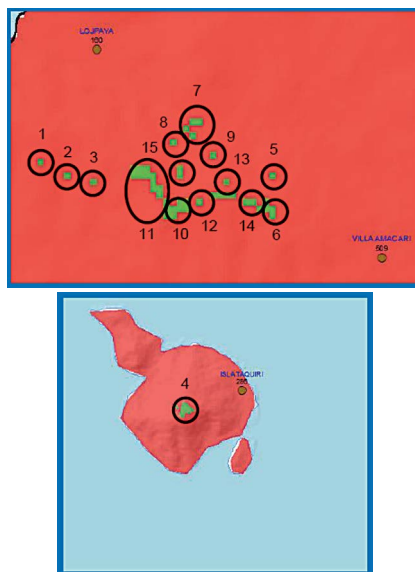
parámetros introducidos “cumplen” con lo establecido en la normativa vigente para la implementación de rellenos sanitarios (Ver Figura No.2).

Figura No. 2 – Álgebra de mapas y raster calculator (Fuente: Propia)



Al efectuar la sumatoria de superficies de las áreas de color verde, se obtiene un área total expresada en hectáreas, estas se constituyen en potenciales lugares para el emplazamiento de un relleno sanitario (Ver Figura No.3).

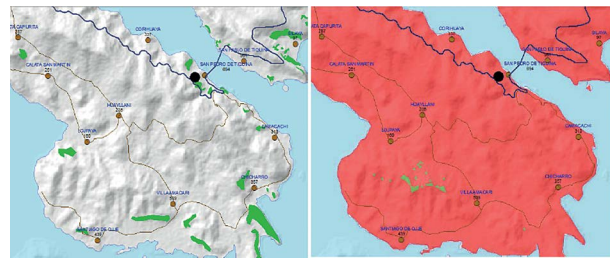
Figura No. 3 – Áreas potenciales a ser un relleno sanitario (Fuente: Propia)



3. Validación de la ubicación

La validación se obtiene considerando la proximidad a la red vial, aspecto que es relevante ya que no será necesario realizar una inversión extra para la construcción de vías, (Ver figura No.4).

Figura No. 4 – Validación de la ubicación del relleno sanitario (Fuente: Propia)



CONCLUSIÓN

- La aplicación de los sistemas de información geográfica, permite la localización adecuada de disposición final de residuos sólidos.
- Se ha utilizado siete variables geográficas como datos de entrada (input), las que han sido previamente procesadas a través de varios métodos geoespaciales con diferentes tipos de software SIG (privativo y libre) Arcgis y Qgis, para luego aplicar el álgebra de mapas y obtener el lugar óptimo de disposición de residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Legislativa Plurinacional. (2017). Ley de gestión integral de residuos. La Paz.
- Desarrollo, M. d. (2016). Lineamientos metodológicos territoriales de desarrollo integral para vivir bien. Ministerio de Planificación del Desarrollo.
- INE. (16 de marzo, 2015). Instituto Nacional de Estadística, 2015, de <http://www.ine.gob.bo/>
- Instituto Geográfico Militar, (2020). Mapas generales. La Paz : IGM.
- Visión Mundial. (2017). Manual de Sistemas de Información Geográfica. La Paz, Bolivia: Sagitario S.R.L.
- Wood, H. A. (2016). Funcionamiento y características de los SIG . Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia.

Plastiforte^P

Tecnología y soluciones para el agua

A large industrial pipe, labeled 'SUPERTUBO[®] STRUC', is being moved by a yellow forklift. The pipe is dark grey with a corrugated texture. Two workers in blue uniforms and hard hats are visible, one operating the forklift and another standing nearby. The scene is outdoors in a paved area with a large industrial building in the background.

SUPERTUBO[®] STRUC

Fabricamos el Supertubo Estructurado, la tubería más grande hecha en Bolivia, disponible en diámetros de 400 a 1500mm, en rigideces anulares (SN) 2; 4 y 8

www.plastiforte.com



+591 685 81 002



MICRO DATA CENTER

Tipo Estándar

Detector de humo y extintor de incendios

Gabinete de distribución

Módulo GSM (opcional)

PDU administrable

Sensor de fuga de agua

Banco de baterías

Aire acondicionado de precisión

Extractores de aire de emergencia

Luz frontal y trasera

Pantalla touch de control LCD

Sensor de temperatura y humedad

Control de acceso biométrico

UPS online

Ventajas

- Instalación sencilla y rápida hecha por profesionales acreditados por la marca.
- Entrega inmediata
- No requiere obras civiles ni readecuaciones

Aplicación

Todo tipo de empresas, negocios (bancos, electricidad, telecomunicaciones, industria, grandes negocios, etc.)

UPS SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIDA

Interactiva y ON LINE Doble Conversión

Protegen tu equipo de computación, servidores y Data Center contra un amplio rango de alteraciones de la red eléctrica y te permite guardar el trabajo en proceso y apagar apropiadamente los equipos conectados.

GENERADORES

Equipos de respaldo de energia

GENERADOR DE MOTOR A DIESEL Y GASOLINA.

Diseñados para cumplir con las exigencias del mundo actual, cuenta con un encabinado inzonorizado y de alta resistencia.

Aplicable para todos los sectores, Data Center, hospitales, centros de información, sector financiero, comercial y otros.



La Paz: Calle Murillo No. 1028, Tercer Nivel, Oficinas 216-218

Teléfonos: 2338420 – 2315074

Correos: gerencia@multitareasrl.com - ventaslp@multitareasrl.com

77210465

www.multitareasrl.com



ultiTarea S.R.L.

INGENIERIA ELECTRONICA
ELECTRICA Y ELECTROMECHANICA



Epiroc Bolivia S.A. Equipos y Servicios

Oficina Central: Av. 20 de Octubre esquina Campos No. 2665

Almacén y Taller: Av. Litoral, c/ San Martín de Porres No. 1824 El Alto

Teléfono: 2112000

www.epiroc.com/es-bo

- Equipos para minería subterránea
- Aceros de perforación
- Equipos de perforación de superficie
- Camiones de bajo perfil • Servicio técnico
- Herramientas de fijación hidráulica



FERRETERIA DE LINEA

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCIÓN



ILUMINACIÓN

CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE COBRE Y ALUMINIO



HERRAMIENTAS DE ALTO RENDIMIENTO

SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Telf/Fax: (2)-2820018 - Cel: 73521809
EL ALTO - BOLIVIA

multimarcaselectric@gmail.com
www.multimarcaselectric.com

Reutilización de aguas grises y pluviales en instalaciones hidrosanitarias para lavado de avenidas, autos y riego de jardines, aplicando tratamiento para aguas grises logrando buena gestión del agua

Ing. Martí Vladimir Cruz Lazcano – R.N.I. 46122

Es Ingeniero Civil de la Escuela Militar de Ingeniería, Especialista en Modelado BIM - MEP, con Diplomado en Instalaciones Hidrosanitarias en Edificios, Diplomado en Ingeniería Sanitaria y Cursante de la Maestría Cálculo, Diseño y Modelado de Instalaciones con BIM en Zigurat - Universidad de Barcelona España.

RESUMEN

El presente artículo busca resaltar el problema que se atraviesa día a día en las construcciones civiles en este caso los edificios, el derroche de agua, el mundo entero atraviesa tiempos difíciles en el tema del agua, durante la vida útil de una edificación gastamos bastante el agua más de lo debido en temas de limpieza, mantenimiento, riego, gastando agua para consumo humano, por estos factores se plantea la reutilización de aguas grises y pluviales aplicando tratamientos adecuados, para la limpieza, riego; de esta manera lograremos gestionar de una mejor manera el agua durante la vida útil de una edificación.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo surge del derroche de agua que se presenta en las obras civiles, debido a que se utilizan grandes cantidades de agua durante la construcción y la

vida útil de las edificaciones, debido a que los diseños no cuentan con sistemas de reutilización y/o tratamientos simples para las aguas residuales, lo que usualmente se hace es mezclar aguas grises y aguas negras en un solo sistema y simplemente desechar estas aguas a los alcantarillados públicos, aumentando así el derroche de agua y por ende la contaminación de este elemento tan importante para la vida humana.

Cada mes surgen nuevos proyectos de edificaciones en las ciudades, por lo que aumenta el derroche de agua y aun mas ya que cada semana son habitados nuevos ambientes familiares en construcciones terminadas, la urbanización va aumentando y el líquido elemento ira escaseando en mayor medida por la limpieza que estos nuevos ambientes requerirán.

Para mitigar este derroche de agua, se propone separar la evacuación de aguas en sistemas individuales de aguas grises y aguas negras, y también aprovechar las aguas pluviales recolectándolas y conduciéndolas para su reutilización para el tema de lavado de avenidas, autos, jardines, áreas comunes.

Las aguas grises recolectadas dependerán de un tratamiento primario, bastara con sacar las bacterias, químicos detergentes con los que vienen y algunas otras sustancias que presenten, ya que estas aguas no serán para consumo humano, simplemente servirán para atender las actividades mencionadas anteriormente.

Las aguas pluviales recolectadas serán transportadas a un depósito para su distribución correspondiente junto a las aguas grises una vez tratadas, teniendo listo estos depósitos de agua reciclada mitigando así el derroche del agua, logrando una buena gestión del agua durante la vida útil de las edificaciones, promoviendo así una manera diferente de diseñar más eficiente y amigable con este líquido elemento, siendo conscientes que no podemos seguir haciéndole mal a nuestro medio ambiente, a nosotros mismos derrochando el agua de consumo humano.

Figura 1. CICLO DE UNA BUENA GESTIÓN DEL AGUA



Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO

La reutilización de aguas grises y pluviales favorece bastante para alcanzar una buena gestión del agua durante la vida útil de las edificaciones, mitigando el consumo excesivo de agua para consumo humano en temas de limpieza, riego, etc. es por ello por lo que se plantea separar en sistemas individuales aguas grises y aguas negras para realizar su posterior tratamiento a las aguas grises, para el tema pluvial se considera directamente la recolección de estas aguas y su almacenaje.

Se presentan a continuación todos los puntos a considerar en el tema de la reutilización de aguas grises y pluviales:

Separar en sistemas individuales las aguas grises y aguas negras

Tener sistemas individuales para aguas grises y aguas negras ayuda bastante al tema de la reutilización, ya que al no mezclarlas no son aguas muy contaminadas, las aguas

grises son las provenientes de los lavamanos, duchas, lavanderías, lavadoras, lavaplatos, rejillas, estas aguas serán conducidas a una cámara de tratamiento primario para eliminar las bacterias, detergentes, suciedad con las que son evacuadas; las aguas negras provenientes de los inodoros serán evacuadas a las tradicionales cámaras de registro para su posterior evacuación a los sistemas públicos de alcantarillados.

Reutilización de aguas pluviales

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representa una fuente alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua de consumo humano en ocasiones dependiendo del nivel de tratamiento que se le vaya a dar, de esta forma contribuimos al ahorro de este recurso tan importante para la vida.

Generalmente, cuando hablamos de un sistema de reciclaje o aprovechamiento de aguas pluviales no nos referimos solamente al depósito de almacenamiento del

agua, sino que se considera todo el proceso completo, desde el punto de captación del agua hasta el punto de consumo del agua.

Tratamiento de las aguas grises y pluviales

Una vez recolectadas las aguas grises y pluviales, con sus diferentes sistemas de diseño, serán transportadas a una cámara de tratamiento, el tratamiento que puede resultar adecuado para este es el de carbón activado así también se dosificaran agentes antiespumantes y desinfectantes, también se tomara en cuenta un sistema con depósitos de infiltración para las aguas pluviales, este consiste en enviar el agua a una capa de suelo permeable para su infiltración. Se recomienda tratar estas aguas de manera distinta aguas grises y pluviales, ya que una esta mas contaminada que la otra respectivamente, por lo que es mejor juntarlas una vez que ambas sean tratadas.

Transporte de las aguas desde la cámara de tratamiento

Con estos procesos ya mencionados anteriormente lograremos obtener unas aguas tratadas y listas para su

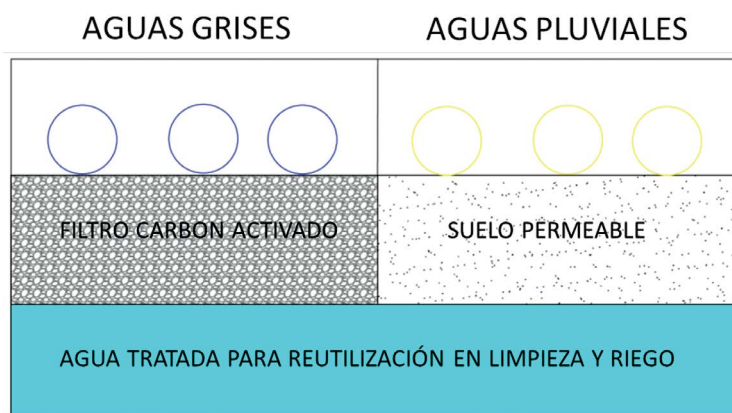
reutilización una vez que una bomba de inyección guíe el agua y se realice una purificación a contracorriente con un poco de agua de la red de distribución.

Una vez concluido este último proceso el agua está lista para utilizarla en el lavado de las avenidas de las edificaciones, áreas comunes, para lavado de autos, lavado de parqueos y para riego de jardines, áreas verdes, instalando grifos en estas áreas con el respectivo detalle en cada uno de ellos, que estas aguas no son para consumo humano, solo sirven para estas tareas mencionadas anteriormente.

Buena Gestión del Agua en Edificaciones

De esta manera estamos logrando mitigar el derroche de agua para consumo humano en tareas de limpieza, riego, estos diseños con tratamientos primarios son un gran paso para lograr la buena gestión del agua en la vida útil de las edificaciones y cuidando este elemento tan importante para la vida “el agua”.

Figura 2. CAMARA DE TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIÓN

Con este tipo de sistemas obtenemos diseños que nos permiten poder mitigar el derroche de agua para consumo humano durante la vida útil de las edificaciones, logrando una buena gestión del agua, creando consciencia en los proyectistas referente al agua.

El tipo de tratamiento es importante al momento de escoger con cual enfrentaremos el diseño, ya que un diseño más elaborado llegaría a costar mucho más, como solo necesitamos el agua para limpieza y riego no vale la pena tener un sistema de tratamiento mas avanzado que los mencionados en este presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCIACION ESPAÑOLA DE EMPRESAS DEL SECTOR DEL AGUA, España, Editorial Píldora del conocimiento, Julio 8/2018.
- HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ, Diseños hidráulicos sanitarios y de gas en edificaciones, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2006.
- ENRIQUE CESAR VALDEZ, Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales, Fundación ICA, 2003.

Control inteligente basado en el aprendizaje emocional cerebral

Ing. Aaron Nestor Mamani Villca – R.N.I. 49393

Es Ingeniero Electrónico de la Universidad Mayor de San Andrés con Especialidad en Sistemas de Control y Diplomados en Educación Superior.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como fin presentar el control inteligente basado en el aprendizaje emocional cerebral o BELBIC, el cual está basado en un modelo de un sistema límbico de cerebros de mamíferos.

El uso del control inteligente ha tenido un impacto notorio en la ingeniería de control y ha demostrado tener una respuesta rápida, implementación relativamente sencilla, y robustez. Este controlador requiere de la definición de señales emocionales basadas en objetivos de control para la correspondiente aplicación. Se realiza la simulación del controlador BELBIC en un sistema de recolección de plántulas, y posteriormente se muestran resultados satisfactorios del control.

PALABRAS CLAVE. Control inteligente, BELBIC, inteligencia emocional, aprendizaje computacional, cognición, control no lineal.

INTRODUCCIÓN

En estas últimas décadas el estudio de sistemas inteligentes ha sido resaltado no solamente por su estudio intrínseco sino también por su amplia aplicación tecnológica.

El diseño de sistemas inteligentes ha tenido un gran impacto en la ingeniería de control; gracias a ello, se han podido desarrollar técnicas de control basadas en redes neuronales, lógica difusa, y algoritmos genéticos. El aprendizaje emocional en este contexto es un algoritmo que ha sido inspirado en la psicología.

Moren y Balkenius presentaron un modelo computacional de la amígdala y la corteza orbitofrontal del sistema límbico. Posteriormente, se introdujo la aplicación del modelo de aprendizaje emocional BEL de Moren (C. Lucas, et al., 2004); así se definió el término BELBIC para el controlador basado en el modelo BEL. El

controlador BELBIC es un ejemplo de los métodos del control inspirados en la biología basado en el sistema límbico de los cerebros mamíferos; este controlador se basa en los comportamientos emocionales de sistemas biológicos.

Existen ciertas ventajas en utilizar controladores inteligentes que reemplacen al afamado controlador PID. A menudo, los sistemas de alto orden, no lineales, con retardos, y demás no pueden controlarse con controladores lineales; por lo tanto, se suelen requerir de técnicas de control no lineales en estos sistemas.

Cabe mencionar que algunas de las desventajas que usualmente se hayan en la implementación de controladores inteligentes son los descomunales requerimientos computacionales; no obstante, el controlador BELBIC no requiere de un vasto procesamiento y una enorme memoria para conseguir un buen desempeño.

DESARROLLO

MODELO LÍMBICO DE CEREBROS DE MAMÍFEROS

En este método de control, los factores como la excitación y la ansiedad son las bases para el aprendizaje. Se considera que las bases para la ansiedad son algunos estimulantes y el control del sistema debe actuar para reducir la ansiedad del sistema causada por estos estimulantes

El aprendizaje emocional cerebral (BEL) está dividido en dos partes, aproximadamente correspondiendo a la amígdala y a la corteza orbitofrontal.

El tálamo es un componente importante que se encarga de recolectar información.

La amígdala recibe señales del tálamo y de las áreas corticales, mientras que la corteza orbitofrontal recibe señales solamente de las áreas corticales y de la amígdala.

El sistema también recibe una señal recompensa o señal emocional. El modelo del controlador con aprendizaje emocional es ilustrado en la figura 1.

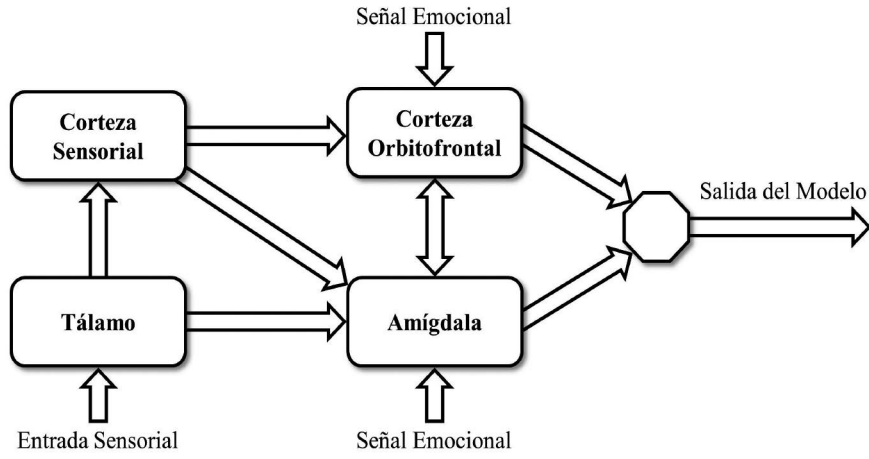


Figura 1. Estructura básica de un controlador emocional.

En la figura 2 se muestra el modelo computacional del aprendizaje emocional de manera más detallada. En esta figura se puede apreciar que existe un nodo para cada estímulo S . Se considerará a la j -ésima entrada sensorial como S_j .

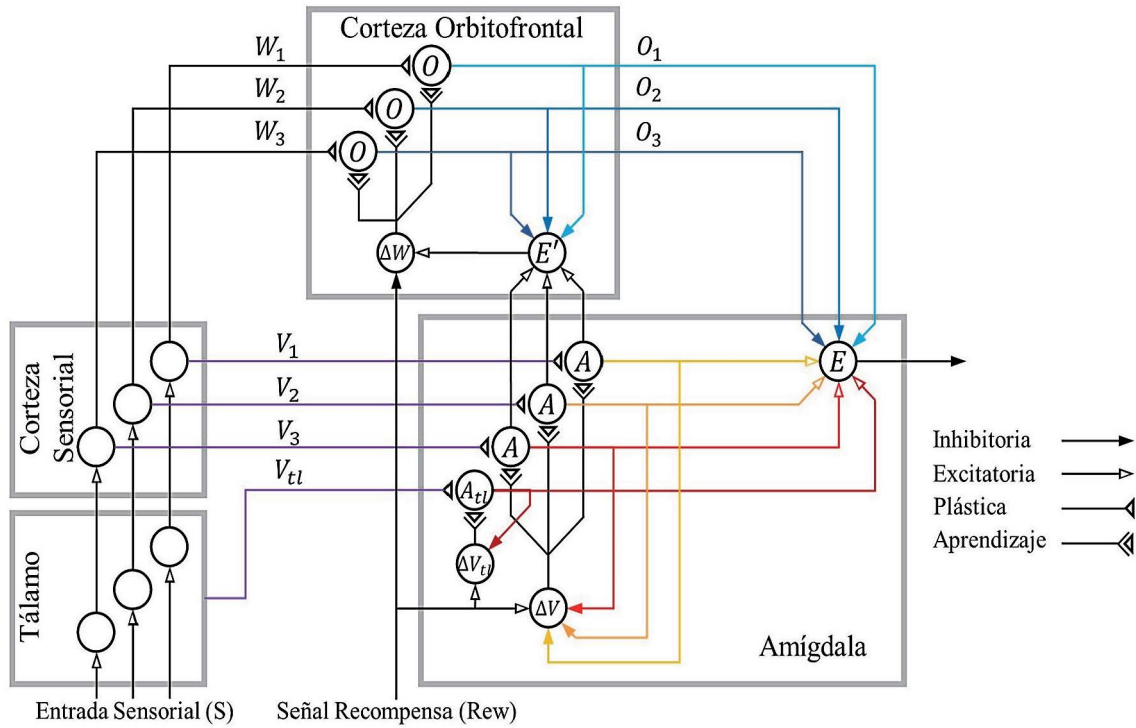


Figura 2. Representación gráfica del modelo computacional del proceso de aprendizaje emocional (BELBIC).

Con base en la representación gráfica del modelo computacional BELBIC, el nodo E suma las salidas de A y A' sustrayendo las salidas inhibitorias de los nodos O .

$$E = \sum_j A_j + A_{tl} - \sum_j O_j \quad (1)$$

La computación concerniente a la amígdala se realiza como sigue.

$$A_{tl} = V_{tl} [\max\{S_j\} = S_{tl}] \quad (2)$$

$$A_j = S_j V_j \quad (3)$$

Los pesos V_{tl} y V_j son actualizados de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

$$\Delta V_{tl} = \alpha_{tl} S_{tl} [\max\{0, Rew - A_{tl}\}] \quad (4)$$

$$\Delta V_j = \alpha S_j \left[\max\left\{0, Rew - \sum_j A_j\right\} \right] \quad (5)$$

Por otra parte, la salida de la corteza orbitofrontal tiene la siguiente expresión.

$$O_j = S_j W_j \quad (6)$$

De igual forma los pesos W_j son actualizados constantemente.

$$\Delta W_j = \beta S_j [E' - Rew] \quad (7)$$

La sumatoria del nodo E' es similar a (1) pero descarta a A_{il} .

$$E' = \sum_j A_j - \sum_j O_j \quad (8)$$

En las anteriores ecuaciones de actualización (α_{il} , α) y β son los pasos de aprendizaje en la amígdala y la corteza orbitofrontal, respectivamente.

Las funciones utilizadas para la señal emocional o señal recompensa Rew y la entrada sensorial pueden ser definidas por las siguientes relaciones.

$$Rew = f(J, e, y, u) \quad (9)$$

$$S = g(y, e, r) \quad (10)$$

Donde e , y , u , y J son el error del sistema, la salida del sistema, la salida del controlador, y una función objetivo arbitraria de manera respectiva.

La elección de estas funciones debe realizarse de acuerdo a la planta que se ha de controlar. En una buena cantidad de casos, la elección de una estructura PI o PID para la función de Rew tiene buenos resultados.

SIMULACIÓN DEL CONTROLADOR BELBIC

Se llevará a cabo la simulación del controlador emocional BELBIC para mostrar su desempeño con el sistema hidráulico de recolección de plántulas de tercer orden (X. Jin, et al., 2020).

$$G(s) = \frac{208.75}{s^3 + 14.31s^2 + 447.53s + 278.75} \quad (11)$$

Se utilizará la forma de un controlador PI para generar la señal recompensa. Se ha elegido la siguiente ecuación para la entrada sensorial.

$$S = [K_{s1}r \quad K_{s2}e], \quad e = r - y \quad (12)$$

Los valores de α , α_{il} , β , K_p , K_i , T , K_{s1} , y K_{s2} para todas las condiciones de operación se ajustan a 1×10^{-7} , 1×10^{-7} , 1×10^{-3} , 11, 5, 0.05, 12, y 30 respectivamente.

La simulación del controlador BELBIC se presenta en la figura 3. La señal referencia es marcada con una línea negra no continua, y la salida del sistema es marcada con una línea azul continua. En los primeros segundos, el sistema no tiene un buen seguimiento a la referencia; sin embargo, luego se observa un aprendizaje del controlador inteligente, obteniendo resultados destacables.

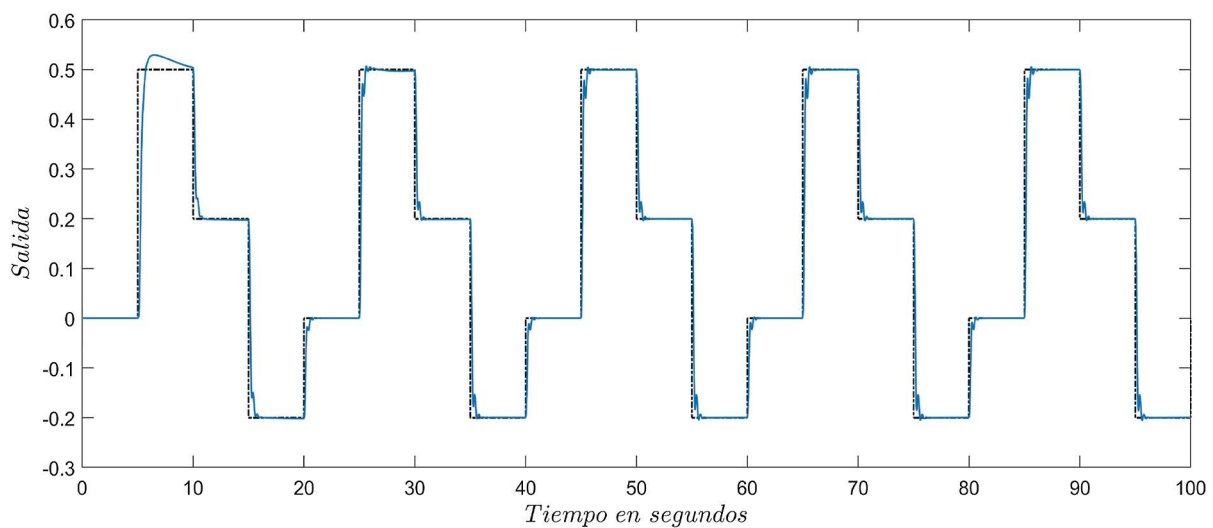


Figura 3. Respuesta del sistema con el controlador BELBIC.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se ha presentado y simulado el controlador inteligente BELBIC. Los resultados de la simulación del controlador muestran un desempeño muy satisfactorio. Asimismo, cabe destacar que el controlador BELBIC posee una gran flexibilidad al manejar distintos criterios de desempeño. Para un control inteligente en tiempo real, el aprendizaje emocional es un método formidable debido a su simplicidad, baja complejidad computacional, y entrenamiento rápido.

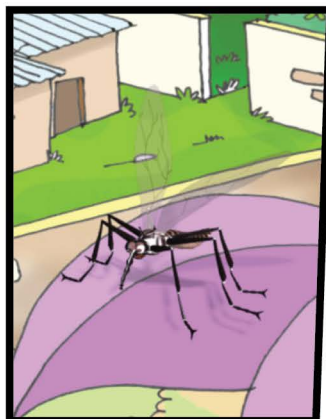
La amígdala y la corteza orbitofrontal son componentes del cerebro humano que están involucradas principalmente en la generación de emociones. La estructura BEL también puede ser empleada en otros campos de la ingeniería, como ser el reconocimiento de emociones, macroeconomía, pronósticos, identificación de patrones, y demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Sahab y M. Taleb, "Intelligent Controller for Synchronization New Three Dimensional Chaotic System," *I.J. Modern Education and Computer Science*, vol. 6, no. 7, pp. 40-46, 2014.
- M. Masoudinejad, R. Khorsandi, A. Fatehi, C. Lucas, S. Fakhimi y M. R. Jamali, "Real-Time Level Plant Control Using Improved BELBIC," *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 41, no. 17, pp. 4631-4635, 2008.
- A. M. El-Garhy y M. E. El-Shimy, "BELBIC for MRAS with highly non-linear process," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 54, no. 1, pp. 7-16, 2015.
- M. Moradi, "An Efficient Optimal Fractional Emotional Intelligent Controller for an AVR System in Power Systems," *Journal of AI and Data Mining*, vol. 7, no. 1, pp. 193-202, 2019.
- C. Lucas, S. Fakhimi y M. R. Jamali, "Introducing BELBIC: Brain Emotional Learning Based Intelligent Control," *Intelligent Automation & Soft Computing*, vol. 10, no. 1, pp. 11-21, 2004.
- C. Balkenius y J. Morén, "Emotional Learning: A Computational Model of the Amygdala," *Cybernetics and Systems: an International Journal*, vol. 32, no. 6, pp. 611-636, 2001.
- X. Jin, K. Chen, Y. Zhao, J. Ji y P. Jing, "Simulation of hydraulic transplanting robot control system based on fuzzy PID controller," *Measurement*, vol. 164, 108023, 2020.



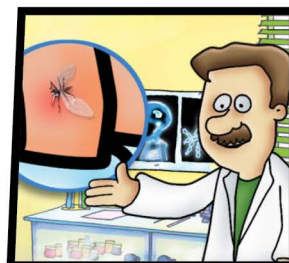
Luchemos contra el dengue



El mosquito *Aedes aegypti* es el transmisor del virus que provoca el **DENGUE**.

La **Fiebre Hemorrágica de DENGUE (FHD)** provoca hemorragias y shocks que llevan a la muerte.

Si tenés fiebre o dolor de cabeza, no te automediques, acudí al centro médico más cercano.



Los síntomas frecuentes del **DENGUE** son: fiebre, dolor de cabeza, dolor de huesos, dolor en los ojos y ocasionalmente hemorragias. Si tenés alguno de estos síntomas, **no te automediques**, acudí al centro médico más cercano.

Tenemos que eliminar todos los focos de reproducción o criaderos de mosquitos.

Los mosquitos, colocan sus huevos en lugares donde el agua limpia se estanca como ser latas, llantas, turriles, botellas, tinajas, floreros...

Cualquier recipiente con agua puede ser criadero de mosquitos.

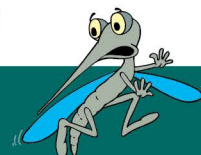


Por la salud de nuestra familia, todos debemos luchar contra este diminuto pero mortal enemigo. Y la mejor manera de combatirlo es eliminando los objetos en desuso que puedan acumular agua.

Si no hay criaderos, no hay mosquitos.

Si no hay mosquitos, **no hay dengue**

NO me molestés mosquito



Oruro y su potencial hidro carbono (hidrocarburiífero)

Alvaro Isaías Martínez Murillo – R.N.I.51770

Es Ingeniero en Gas y Petróleo.

RESUMEN

En Oruro desde la década de los 70s realizo exploraciones tradicionales mediante perforaciones, en el 2019 Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, ingresa al departamento de Oruro con proyectos de exploración que abarcan estudios en más de una veintena de municipios, los mismos que se encuentran en etapa de identificación de objetivos exploratorios. La aplicación de los métodos Aerogravimétrica, Aeromagnetométrica en la cuenca del Altiplano” alcanzó el procesamiento e interpretación de 156.366 kilómetros de líneas aerogravimétricas y generó un mapa estructural de los objetivos geológicos para la identificación de objetivos exploratorios, pero tales municipios sin datos no pueden exigir nada.

INTRODUCCIÓN

Bolivia es única, maravillosa, quiere vernos esta tierra progresar, Oruro quiere que nos reencontremos con el futuro, pero estamos dejando pasar la influencia y referente que somos en el continente y el mundo tanto en lo político, económico y social (estudian la nacionalización, estudian nuestra constituyente, estudian nuestros modelo económico socio-productivo, estudian nuestra plurinacionalidad, exportamos referentes sociales, exportamos referentes Intelectuales, exportamos gas, minerales etc.), y la MADRE TIERRA nos brinda minerales, gas, petróleo. Ahora algunos técnicos en su buena fe son optimistas y dejan en manos de la suerte aspectos técnicos y los políticos con esos informes llenos de fe y optimismo manejan el discurso en el caso de “Nuevos” dicen “vamos a incrementar la producción de gas en favor del país.

DESARROLLO

Pasado y Futuro de Oruro

En la década de los 70s al amparo de la ley general de hidrocarburos de 1972, las empresas Union Oil,

Tota, Texaco, Sum Oil, Hispánica de Petróleo, Philips Petroleum, LoneStar y Mobil. Se iniciaron algunas tareas de exploración con pocos resultados debido a la tecnología de la época y la profundidad de perforación y la dureza de cada estructura geológica que conforma estas zonas. La posibilidad de explorar petróleo en el Altiplano central de Bolivia, concretamente en la región de Oruro, estará siempre latente y se debe asumir con responsabilidad esa decisión para no dejar otra vez postergada la necesidad de identificar yacimientos que tienen petróleo y gas que podrían ser a futuro u otra fuente de ingresos para nuestro departamento.

En Oruro se tiene la seguridad que hay reservas no cuantificadas de petróleo y de gas natural, que fluye bajo la corteza terrestre de igual modo que los demás líquidos o gases, requiriendo una gran inversión para llegar a las napas petroleras o arena reservorio que permitirán establecer el potencial de los yacimientos que hasta ahora se conocen simplemente como bolsones petroleros o reservas posibles, lo que demuestra que la exploración realizada en la década del noventa, los años 1994 y 1995, no completó su cometido por lo que todavía se deben realizar perforaciones más profundas en las décadas de los 60, 70, 80, 90s no se contaba con la tecnología actual en el caso de pozos profundos y que se acondicionan con la dureza de las formaciones características del altiplano central Boliviano.

En esa oportunidad la estadounidense Exxon realizó la perforación de cuatro pozos exploratorios, que luego de llegar al límite previsto y no alcanzar la profundidad requerida por falta de recursos económicos, selló los pozos, dejando en Toledo la expectativa de tener petróleo sin explicar empero a qué profundidad ni la calidad de la reserva que ahora podría ser la base de una futura exploración sísmica, geofísica, y satelital ya que ahora la tecnología nos da esa posibilidad con índices de exactitud mayores que la otras y menores costos que el de las exploraciones tradicionales y ojalá algún día podamos llegar a la fase de explotación y producción, para tener regalías por nuestra propia producción de hidrocarburos. En 1996 YPFB Perforó el Pozo Santa Lucía en el departamento de Oruro, siendo con este 5 pozo perforado. Las reservas de petróleo en las regiones de Toledo, donde se sellaron los pozos X-1, 2, 3 y 4 deben ser la pauta

para continuar con la exploración hidrocarburífera, para instalar nuevamente los campamentos que además deben abarcar ahora a otras zonas de las provincias Saucarí, Ladislao Cabrera y Salinas de Garci Mendoza, donde se comunicó hace varios años que incluso hay lugares donde brota un líquido que los pobladores de la zona utilizan como carburante para prender sus mecheros y preparar sus alimentos.

La información brindada de estas perforaciones se recibió con el informe PRS- 908 VPACFA-628 GGFA-1340 GCX-110/2006 donde se indica que por cuestiones biológicas no se alcanzó las profundidades planificadas, se perforó 5 pozos siendo abandonados con sus respectivos tapones de cemento cumpliendo las normas de ese entonces, en estudios de 2007 efectuados por los expertos, como el excongresista tarijeño, Walberto Gareca y el ingeniero geólogo, Daniel Centeno Sánchez, afirman la existencia de hidrocarburos líquidos y gaseosos en el altiplano central que comprende casi la mayor parte el departamento de ORURO, y aseguran que pueden hallarse mega campos similares a los de Tarija.

Detalle de los pozos y estructuras Geológicas

Copaquilla 4065 metros en el año 1974, con posibilidades petrolíferas en el cretácico y devónico. La Joya X 1 profundidad de 2902 metros en el año 1975 con posibilidades petrolíferas en el cretácico y devónico. Salinas de Garci Mendoza profundidad de 2641 metros en el año 1975. Toledo X 1 con una profundidad de 3975 metros en el año de 1995 con posibilidades petrolíferas en el cretácico superior y mioceno.

Santa Lucía X 1 profundidad 2784 metros, determinó calizas y areniscas de la formación del molino y areniscas de sistema devónico. Empero, posteriores estudios geoquímicos revelaron que a través del pozo Santa Lucía en Oruro y Vilque A en Potosí indican que la formación El Molino es una buena generadora de hidrocarburos. El pozo Vilque A demostró que podría haber reservas en el Altiplano Sur; en el altiplano centro la probabilidad depende de buscar en estructuras del terciario, cretácico y devónico; mientras que, en el norte, las posibilidades están relacionadas a hallar resultados en rocas del permocarbonífero.

En el año 2012 y 2013 el investigador de recursos naturales, Emilio Oquendo aseguró que existen muchos y nuevos indicios para afirmar que en Oruro hay hidrocarburos, pero que no existe la gestión de parte de las autoridades para efectuar la exploración, mediante la Comisión de Minería, Hidrocarburos de la Asamblea Legislativa Departamental gestionaron con la empresa extranjera Gazprom, una futura exploración petrolera en

el municipio de Pampa Aullagas, por las características geo-petroleras del lugar, “ En Gazprom se sorprendieron por las características geo-petroleras que tenemos en el altiplano y seguramente hasta fin de año se tenía que tener novedades para una futura exploración con inversiones gigantes, por lo menos de cien millones de dólares” en la provincia Ladislao Cabrera, donde está el municipio de Pampa Aullagas.

En 2015 la exploración y estudio de nuevas áreas en La Paz, Oruro y Potosí para encontrar gas y petróleo con estudios de química de superficie, aerogravimetría, magnetometría. “Los bolsones descubiertos en los departamentos de Oruro, Potosí y La Paz pueden ser cuantificados utilizando la tecnología del Geo-scram, lo que podría proporcionar a YPFB el control de los potenciales reservorios de hidrocarburos en las zonas denominadas no tradicionales. Por los indicios de Las arenas bituminosas que son las areniscas petrolíferas. En Bolivia están en el sector Santa Rosa, Humberto Suarez, Caranda, ixiamas (Enajehya y Enatagua) puesto que lliquimuni, mayaya y Río Colorado son condensados akerosenados es decir más livianos como de Yapacaní, Bullo Bullo, Carrasco, Sajta y paloma.

Siendo estas arenas más bien de condensados livianos o petróleos gasolinadas según la triangulación desde Campos en Peru, Pacajes y Provincia Aroma. Ahora entre Oruro y La Paz compartimos las mejores formaciones anticlinales de Bolivia en sectores como Konani, Vila Vila. En Aroma se tiene los domos Salinos y Horse espectaculares y en Oruro formaciones propicias para estas arenas bituminosas en la pampa Aullagas, entre Caracollo y Oruro y el altiplano central, Otro Anticlinorio espectacular en Oruro está camino a Cochabamba y otro bajando hacia Potosí.

Pero las autoridades nunca se preocuparon por exigir inversión en exploración o licitación de área para mayor prospección, ya que desde Oruro se tiene que incentivar una nueva ley de hidrocarburos para nuevos planes de exploración por parte de YPFB que volteen la mirada a los sectores no tradicionales entre ellos el altiplano central Oruro, y contribuir a la reactivación del Upstream. En un evento realizado 23 de abril de 2021, donde se compartió un presupuesto para exploración y explotación de 414 millones de dólares, lo que representa el 53% del total del presupuesto sectorial de 788,87 millones de dólares. Este año se habla que el gobierno actual en el 2022 pretende introducir \$us1.400 millones de inversión para incrementar proyectos de exploración y explotación hidrocarburífero. hasta el 2025 el centenario del país para poder garantizar las reservas de gas natural y líquidos para que estas sean mayores a los consumidos, debido al índice de exportación disminuyo y el consumo

interno aumento de manera domestica e industrial gracias ala falta de nuevas reservas probadas y nuevas técnicas de explotación. En el año 2017, la petrolera YPFB anunció que por vía aérea se explorará petróleo en el altiplano orureño con una inversión de 57 millones de bolivianos gracias a dos aeronaves traídas por un consorcio canadiense imagen 1.

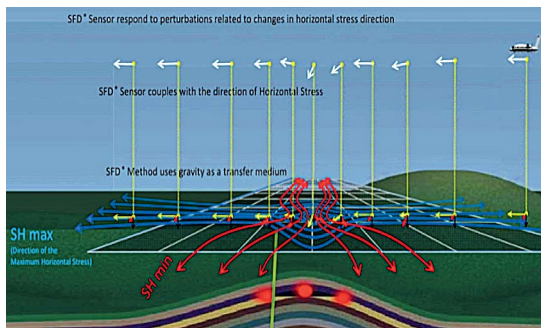


Imagen 1

Estudio SFD®, YPFB 2015

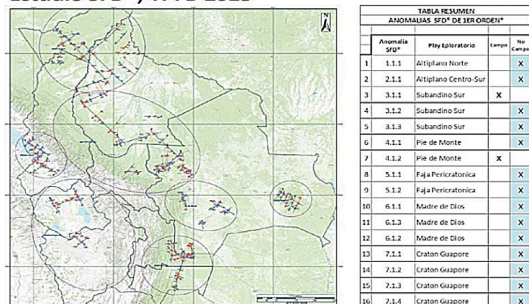


Imagen 2

Siendo las zonas exploradas en el departamento de Oruro las siguientes: Totorani (provincia Avaroa), Santa Lucía, Salinas de Garci Mendoza (provincia Ladislao Cabrera) y Coipasa (provincia Sabaya). En el 2019 Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, ingresa al departamento de Oruro con proyectos de exploración que abarcan estudios en más de una veintena de municipios, los mismos que se encuentran en etapa de identificación de objetivos exploratorios.

La aplicación de los métodos Aerogravimétrica, Aeromagnetométrica en la cuenca del Altiplano” alcanzó el procesamiento e interpretación de 156.366 kilómetros de líneas aerogravimétricas y generó un mapa estructural de los objetivos geológicos para la identificación de objetivos exploratorios, con una supuestas áreas de trabajo en los municipios de Challapata, Quillacas, Choque Cota, Corque, Pampa Aullagas, Salinas de Garci Mendoza, Huanuni, Machacamarcá, Curahuara de Carangas, Turco, San Pedro de Totora, Toledo, Huari, Belén de Andamarca, Santiago de Andamarca, Eucaliptus, Sabaya, Cercado entre otros, pero tales municipios en este 2022 no presentan informes en tales áreas mencionadas, imagen 2. A fin de encarar este ambicioso proyecto que data de las gestiones 2015, 2016, 2017 y 2018, la estatal

petrolera estima un costo total, para el caso de Oruro, de \$us 2,5 millones. en el pasado 2019, imagen 2.

CONCLUSIÓN

El inicio del trámite iniciado por la Comisión de Minería, Hidrocarburos de la Asamblea Legislativa del Gobierno Autónomo Departamental de Oruro ante la gubernamental petrolera para reanudar las tareas de exploración petrolera.

Solicitar mediante Decreto supremo se realice la exploración tradicional mediante perforaciones de mayor profundidad mayores a 5000 metros para verificar la potencial existencia de hidrocarburos líquidos o gaseosos dentro el altiplano central Oruro. Solicita por parte de la asamblea departamental y los representantes Orureños ante el ejecutivo nacional una nueva prospección Stress Fiel Detection (SFD), usado para determinar contenido de fluidos en estructuras enterradas (trampas), a través de la Detección de Campos de Esfuerzos, basado en la mecánica cuántica (determinación de anomalías SFT) en el departamento de Oruro.

Hacer nuevos estudios geoquímicos en la región altiplánica para lograr una nueva concepción sobre posibles acumulaciones de hidrocarburos en el departamento de Oruro a cargo de la carrera de geología, minas y química de Facultad Nacional de Ingeniería FNI perteneciente a la Universidad Técnica de Oruro UTO, y la carrera de Gas y Petróleo de la Universidad de Aquino Bolivia UDABOL, en áreas estructuradas y determinar posibles formaciones, con datos reprocesados y reinterpretados de las líneas sísmicas existentes para una nueva valoración.

Otra tarea serían interpretar resultados de laboratorio, elaborar e interpretar gráficas y evaluar formaciones políticas para determinar generación de hidrocarburos en base al contenido de materia orgánica y grado de madurez térmica. Incentivar desde Oruro una nueva ley de hidrocarburos para nuevos planes de exploración por parte de YPFB que volteen la mirada a los sectores no tradicionales entre ellos el altiplano central Oruro, y contribuir a la reactivación del Upstream.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- XII Bolivarian Symposium, Petroleum Exploration In The Subandean Basins, Bogota, 2016.
- Avances en los programas de exploración de hidrocarburos de YPFB en las cuencas sedimentarias de Bolivia, usando el método de prospección geofísica aérea SFD, Miguel Belmonte., Olvis Padilla, 2016.

- NXT Energy Solutions Inc, chung@nxtenergy.com
- http://www.nxtenergy.com/upload/media_element/192/b1ba6a919c9d/xii_simposio_poster_nxt_final_spanish.pdf
- <https://impresia.lapatria.bo/noticia/76160/asamblea-gestiona-decreto-para-exploracion-petrolera-en-oruro>
- <https://impresia.lapatria.bo/noticia/158776/oruro-gestiona-con-gazprom-futura-exploracion-petrolera>
- <https://www.latam-energy.com/2017/06/09/bolivia-exploraran-petroleo-por-via-aerea/>



Panel Sandwich termoacústico de 75mm
 Plancha de Acero 0.5mm de espesor interno y externo
 Lana de Vidrio 100mm de espesor
 Papel aluminio anti-humedad

Ventana Termopanel
 Ventana termo acústica con barrotes de aluminio y mosquitero corredizo.



WEWORK

SOLUCIONES PREFABRICADAS

Aplicaciones a requerimiento:
 Oficinas, Depósitos, Campamentos
 Comedores, Dormitorios, Baños



WWW.WEWORKBO.COM

info@weworkbo.com

 **76750719**

Av. Ballivian #498 esq. Calle 11 de Calacoto, La Paz



ACERGAL

SOMOS INNOVACION EN ACERO

Nuestra línea prepintada calamina Color Plus ofrece más de 20 colores, con pintura holandesa AkzoNobel.

LÍNEA GRATUITA 800-10-1732
www.acergal.com






AÑOS EN EL MERCADO



Diseño óptimo de muros de contención en voladizo con Metamizer Excel Addin

Ing. Elmer Cusipuma Condo – R.N.I. 35467

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor de San Simón.

RESUMEN

Encontrar diseños económicos de muros de contención en voladizo es una tarea crucial en la ingeniería civil. Este problema se puede formular como un problema de optimización no lineal con restricciones en el que el objetivo es identificar una solución de diseño que tenga el costo más bajo y que satisfaga todas las restricciones requeridas. Este estudio emplea el complemento Metamizer Excel Addin para resolver el problema de optimización. El resultado experimental señala que Metamizer puede ser muy útil para ayudar a la ingeniería civil en la tarea de diseñar muros de contención en voladizo.

Palabras clave: Evolución diferencial, Metamizer, diseño de muros de contención, optimización estructural.

INTRODUCCIÓN

Los enfoques principales del diseño de muros de contención son la estabilidad geotécnica, la resistencia estructural y la eficiencia económica. En el método convencional, el enfoque de prueba y error se emplea a menudo para obtener una buena solución de diseño de forma iterativa. Sin embargo, este método tradicional requiere mucho tiempo y no garantiza una buena solución de diseño. Para reemplazar el enfoque de prueba y error, varios académicos han recurrido a varias técnicas de optimización. Se muestra que las herramientas de optimización empleados son capaces de determinar soluciones de diseño económicas con la satisfacción de todas las restricciones requeridas.

Generalmente, para diseñar un caso simplificado de estructura de muro de contención, la función objetivo puede ser el costo de la estructura y se establecen las restricciones para asegurar la estabilidad de la estructura.

METAMIZER EXCEL ADDIN

En el presente estudio, se utiliza el complemento Metamizer Excel Addin que utiliza el algoritmo de optimización Evolución diferencial para resolver problemas de Optimización. Para ingresar al complemento se puede acceder a ella desde la cinta de opciones de Excel titulada “Metamizer”. El instalador, la documentación se encuentra disponible en [1]. La hoja de cálculo Excel para el muro de contención puede ser descargada del siguiente enlace: <https://cusipumaelmer.gitbook.io/disenio-optimo-de-muros-de-contencion-en-voladizo/>

MODELADO MATEMÁTICO DEL PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN

El diseño óptimo del problema requiere de una función objetivo, parámetros constantes y variables de diseño, además de restricciones que proporcionen seguridad y estabilidad en los modos de falla y cumpla con los requisitos del código de construcción de concreto ACI 318.

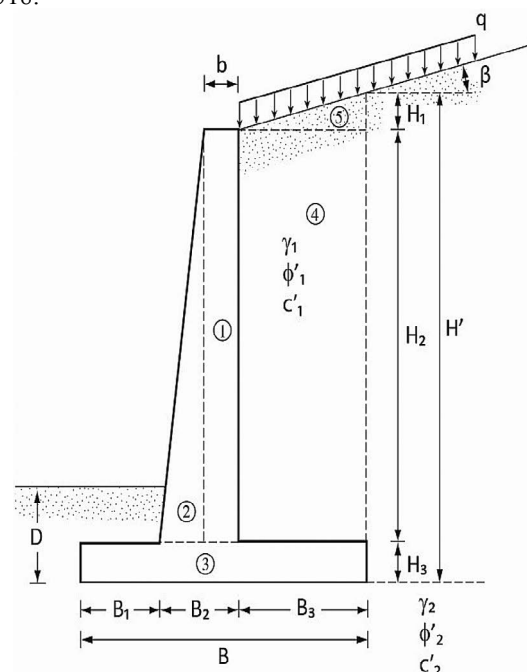


Figura 1. Muro de contención

Nro Bar	Diametro	Area	Masa
	mm	mm ²	kg/m
#10	9.5	71	0.56
#13	12.7	129	0.994
#16	15.9	199	1.552
#19	19.1	284	2.235
#22	22.2	387	3.042
#25	25.4	510	3.973
#29	28.7	645	5.06
#32	32.3	819	6.404
#36	35.8	1006	7.907
#43	43	1452	11.38
#57	57.3	2581	20.24

Tabla 1. Barras de acero comerciales

Los datos para este estudio han sido extraídos del ejemplo 17.1 página 708 [2].

FUNCIÓN OBJETIVO

El objetivo es minimizar el costo del muro de contención:

$$\min f_{\text{costo}}(X) = C_s W_{st} + C_c V_c$$

Dónde X es el vector que contiene la secuencia de variables de diseño, $C_s = 9.97 \text{ Bs./kg}$ es el costo unitario del acero, $C_c = 1200 \text{ Bs./m}^3$ es el costo unitario del concreto, W_{st} es el peso del acero por unidad de longitud del muro, y V_c es el volumen de hormigón por unidad de longitud del muro.

PARÁMETROS CONSTANTES

A partir de la figura 1, designamos los parámetros constantes.

Geométricos	Geotécnicos	Materiales
		Concreto
	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_c = 23.6 \text{ kN/m}^3$
$H_2 = 6 \text{ m}$	$\phi'_1 = 30^\circ$	$f'_c = 21 \text{ MPa}$
$D = 1.5 \text{ m}$	$c'_1 = 0 \text{ kN/m}^2$	$r_c = 50 \text{ mm}$
$\beta = 10^\circ$	$\gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3$	(Recubrimiento)
$q = 0 \text{ kN/m}^2$	$\phi'_2 = 20^\circ$	Acero
	$c'_2 = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$
		$f_y = 500 \text{ MPa}$

VARIABLES DE DISEÑO

En el problema de optimización se consideran un total de 19 variables de diseño, todos del tipo entero.

$$X = (H_3, b, B_1, B_2, B_3, R_{1...7}, sep_{1...7}) = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_{6...12}, x_{13...19})$$

Las primeras 5 variables son las dimensiones de la sección transversal del muro de contención, conforme a la figura 1 y las variables restantes están relacionadas con el diámetro de refuerzo de acero y la separación de barras conforme a la tabla 1 y figura 2.

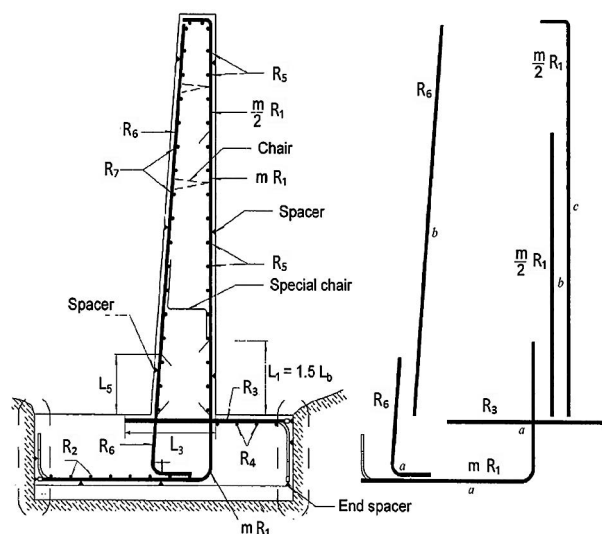


Figura 2. Esquema de armado de barras de acero [4]

RESTRICCIONES

En el problema se definen 22 funciones de restricción. Estos se pueden clasificar en tres grupos:

Estabilidad geotécnica

$$g_3(X) = \frac{FS_{\text{volcamiento adm}}}{FS_{\text{volcamiento}}} - 1 \leq 0$$

$$g_4(X) = \frac{FS_{\text{deslizamiento adm}}}{FS_{\text{deslizamiento}}} - 1 \leq 0$$

$$g_5(X) = \frac{FS_{\text{CapacidadCarga adm}}}{FS_{\text{CapacidadCarga}}} - 1 \leq 0$$

$$g_6(X) = -q_{\min} \leq 0$$

Estructurales

$$g_7(X) = 1 - \frac{\phi M_n}{M_u} \leq 0$$

$$g_8(X) = 1 - \frac{\phi V_n}{V_u} \leq 0$$

$$g_9(X) = 1 - \frac{As}{As_{\min}} \leq 0$$

Las funciones de restricción de estabilidad se describen satisfaciendo los factores deseables de los coeficientes de seguridad para los modos de falla por vuelco, deslizamiento y capacidad de carga.

En las funciones de restricción de capacidad, el momento y corte del muro de contención deben ser mayores que los momentos y las fuerzas de corte de diseño, respectivamente.

Además, las áreas de refuerzo (As) deben ser mayor al mínimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Realizada la optimización con 500 generaciones y 100 individuos se generan los resultados de las variables de diseño (tabla 2) y el cumplimiento de todas las restricciones por lo que la solución se considera factible. El costo óptimo es de 6888.103 Bs/m (Figura 3)

X	label	Variable	LB	INTERVALO	UB	Resultado
1	H ₃ =	7	6	0.05	100	0.35
2	b =	6	6	0.05	100	0.3
3	B ₁ =	30	6	0.05	100	1.5
4	B ₂ =	9	6	0.05	100	0.45
5	B ₃ =	27	6	0.05	100	1.35
6	#R ₁ =	6	1	1	11	6
7	#R ₂ =	2	1	1	7	2
8	#R ₃ =	3	1	1	11	3
9	#R ₄ =	2	1	1	7	2
10	#R ₅ =	3	1	1	7	3
11	#R ₆ =	4	1	1	11	4
12	#R ₇ =	2	1	1	11	2
13	sepR ₁ =	4	3	50	10	200
14	sepR ₂ =	4	3	50	10	200
15	sepR ₃ =	4	3	50	10	200
16	sepR ₄ =	4	3	50	10	200
17	sepR ₅ =	7	3	50	10	350
18	sepR ₆ =	7	3	50	10	350
19	sepR ₇ =	6	3	50	10	300

Tabla 2. Resultado de variables de diseño

Vc (m³)		Wst (kg)	
1	1.8	R ₁ =	177.18
2	0.45	R ₂ =	9.19
3	1.155	R ₃ =	16.50
3.405		R ₄ =	6.46
		R ₅ =	18.47
		R ₆ =	35.50
		R ₇ =	17.75
		281.05	

Datos costos :

Cc =	1200.00 \$/m³
Cst =	9.97 \$/kg

Cantidades totales :

Peso =	8310.043 kg/m
Costo =	6888.103 \$/m

Figura 3. Cantidades totales-Excel

CONCLUSIÓN

Este trabajo desarrolla una hoja de cálculo Excel, usando el complemento Metamizer Excel Addin basado en el algoritmo Evolución diferencial para abordar el problema de optimización con restricciones del diseño de muros de contención en voladizo.

Los usuarios pueden implementar aún más hojas de cálculo para optimizar con el complemento Metamizer, estructuras de muros de contención similares y otros problemas de optimización de diseño de estructuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://aiosciv.com/productos/metamizer/>
- Das, B.M. Principles of Foundation Engineering: Ninth Edition, SI Edition, 2019.
- ACI. American Concrete Institute: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary; ACI: Farmington Hills, MI, USA, 2019.
- José Calavera, Manual for detailing reinforced concrete structures to EC2

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA DEPARTAMENTAL SANTA CRUZ

¡Somos una Institución técnica al servicio de la sociedad cruceña!

Algunos de los servicios técnicos que brinda la SIB-SC



Visado y verificación de proyectos
- Estructurales
- Hidrosanitarios
- Eléctricos y Contra incendios.



Talleres de Capacitación
En beneficio a los ingenieros afiliados.



Cursos
junto a todos los colegios de especialidades.



Brindar soporte en Informes técnicos a instituciones en pro del departamento.



Hojas de Bixa Orellana L., como sustituto del Piritionato de Zinc

Ing. Irene Ventura – R.N.I. 48716

Es Ingeniero Industrial.

RESUMEN

El presente artículo es un estudio correspondiente a la especie Bixa Orellana L. como agente sustituto al Piritionato de Zinc, un componente químico que actúa como principio activo en la cosmetología de champús anticaspa. El siguiente artículo comenta el estudio de esta especie, desde la caracterización de la materia prima, determinación del contenido promedio de zinc (0.0535 g de zinc/100 g de Bixa Orellana L.) por A.A., pasando por optimizar el proceso de extracción del zinc hasta una formulación estandarizada del producto conforme a especificaciones de la Norma NB 74000:2009.

Palabras clave: A.A. Absorción Atómica, técnica común para detectar metales en muestras ambientales, aguas, suelos y aire; técnica está basada en el hecho de que los átomos en estado fundamental de un determinado elemento absorben la energía emitida por una fuente de excitación del mismo elemento.

Bixa Orellana L. Nombre Científico referente al Achiote, árbol y/o arbusto de rápido desarrollo cuyo fruto es usado ampliamente como colorante dentro de la industria textilera, alimenticia y farmacológica.

Espectrofotometría La espectrofotometría, técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución.

Norma 74000: 2009 Norma Boliviana de Agentes tensoactivos - Aplicaciones - Champú para uso capilar, se tienen los siguientes parámetros establecidos como requisitos específicos y microbiológicos, determinados por un rango mínimo y máximo que debe cumplir el producto.

Piritionato de zinc compuesto químico, considerada como sal mineral que ayuda a prevenir que el hongo que produce la caspa, Malassezia globosa, produzca irritantes del cuero cabelludo.

INTRODUCCIÓN

El problema de la pitiriasis simple afecta a más del 50 % de la población boliviana.

Varias personas de las que sufren este padecimiento atópico utilizan para contrarrestar este problema champús anticaspa (Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, 2007).

En la actualidad se ve en el mercado diferentes champús medicados que ayudan a controlar las infecciones fúngicas, los cuales utilizan como principio activo el Zinc piritona al 0,3 a 2% en su fabricación.

Este compuesto químico, considerada como sal mineral, produce irritación ocular, y puede llegar a ser agresivo en cueros cabelludos muy sensibles, originando inflamación en los folículos pilosos, dermatitis en contacto hasta casos de erupción (Allevato, 2008).

La diferencia entre un compuesto químico como el piritionato de zinc y el zinc como oligoelemento presente en las plantas radica en que este último no conlleva efectos secundarios y agresividad con el cuero cabelludo dermatológicamente tratada (González, D., Hardisson, A., Izquierdo, M., Rodríguez, I. & Rubio, C., 2007).

DESARROLLO

CHAMPÚS DE ACCIÓN ESPECÍFICA, NORMA 74000: 2009

Anticaspa.- Las compañías de cosméticos han desarrollado champús para aquellos que tienen caspa.

Estos contienen fungicidas como el Piritionato de Zinc y Sulfito de Selenio que ayudan a reducir la caspa Malassezia furfur.

El salicilato y sus derivados, el ketoconazol también son usados a menudo.

CONTENIDO DE METABOLITOS PRIMARIOS EN HOJAS DE LA BIXA ORELLANA L.

Descripción Taxonómica del Achiote

ACHIOTE

ORDEN	Malvales
FAMILIA	Bixaceae
GÉNERO	Bixa
ESPECIE	Bixa orellana L.

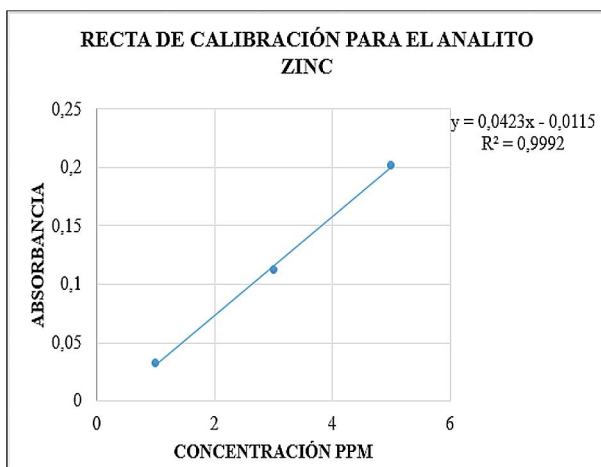
Nota. Especie identificada en el Herbario Nacional de Bolivia.

Propiedades Químicas de las hojas de Achiote

ENSAYO REALIZADO	RESULTADOS
HUMEDAD	9.6 %
CENIZA	5.31 %
CARBOHIDRATOS	0
PROTEÍNA	9.79 %
GRASA	0.33 %
FIBRA	57.45 %

Nota. Datos referentes, SELADIS.

CONTENIDO DE ZINC POR ESPECTROFOTOMETRIA AA



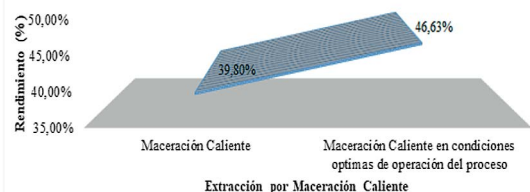
% Zinc en hojas de Achiote

$$= \frac{\text{Cantidad de Zinc (g) en 100 gramos de muestra}}{100 \text{ g de muestra}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Zinc en hojas de Achiote} = \frac{0.0535 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100\% = 0.0535 \%$$

PROCESO DE EXTRACCIÓN ÓPTIMO DEL ANÁLITO

RENDIMIENTO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN CALIENTE EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE OPERACIÓN

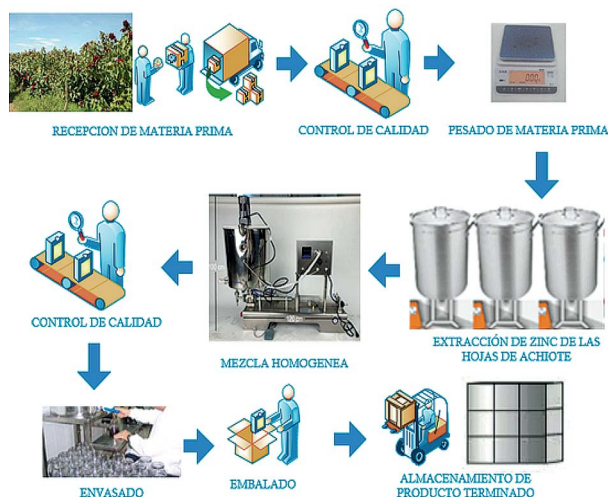


Condiciones óptimas para la extracción química por Maceración Caliente

FACTORES	VALORES ÓPTIMOS
RELACIÓN SOLUTO/SOLVENTE (g/ml)	2/100
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	20
TIEMPO (Horas)	3

Nota. En esta tabla se resume cada uno de los factores óptimos para una adecuada extracción química.

PROCESO DE ELABORACIÓN INDUSTRIAL



Proceso de producción de la fabricación del Champú de hojas de Bixa orellana L.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

Propiedades Físicoquímicas del Champú de extracto de hojas de Achiote				
PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN		RESULTADO	MÉTODO
	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO		
CONTENIDO DE ZINC g/100 gramos de producto final	No especificado	No especificado	0.0247	Espectrofotometría por Absorción Atómica
PH A 25 °C	5	7,5	6,1	Potenciometría
DENSIDAD (g/ml)	1,015	1,052	1,022	Picnometría
VISCOSIDAD (Cp)	5805	5816	5808	Viscosidad Dinámica-Stockes
INDICE DE ESPUMA (cm)	No especificado	-	5,7	Beh-James
CONTENIDO DE TENSOACTIVO ANIÓNICO EN % (m/m)	95% de lo declarado en la Fórmula.	-	99%	Control del Proceso
CONTENIDO DE INGREDIENTES DE ACCIÓN ESPECÍFICA EN % (m/m)	95% de lo declarado en la Fórmula.	-	99%	Control del Proceso

Nota. Los rangos de especificación pertenecen a las normas NB 74006:2009 y NOM K-477-1982.

Análisis microbiológico del Champú de extracto de hojas de Achote			
REQUISITO	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Recuento de mesófilos aerobios totales	-	300 UFC/g o UFC/ml	< 1 x 10 ⁶ UFC/g
Hongos y Levaduras	-	10 UFC/g o UFC/ml	< 1 x 10 ⁶ UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i> en 1g o 1ml	Ausencia		< 1 x 10 ⁶ UFC/g
Coliformes totales y fecales	Ausencia		< 1 x 10 ⁶ UFC/g

Nota. Los rangos de especificación pertenecen a las normas NB 74006:2009 y NOM K-477-1982.

Los resultados son referentes a los realizados en el Laboratorio Municipal de LA Paz.

COSTOS DE RENTABILIDAD

A partir de un estudio de mercado, técnico:

- El Valor Actual Neto (VAN) obtenido es Bs 4054542,35 (Por lo tanto, mayor a 0) calculado con una tasa de descuento referida al costo efectivo de la deuda de 14.04 % al ser un proyecto considerado en su totalidad con un financiamiento externo. Por lo tanto, el resultado obtenido indica que el proyecto tendrá beneficios futuros.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 96 % superior al costo de oportunidad del capital, lo que significa que el rendimiento esperado será mayor al rendimiento mínimo fijado como aceptable.
- La Relación Beneficio Costo (B/C) es de Bs 1.156, lo que financieramente significa, que por cada peso

invertido en el proyecto se obtendrán 0.156 centavos de ganancia.

- Y el periodo de Recuperación de la inversión será de 2 años.

CONCLUSIÓN

A partir de una extracción óptima del zinc a partir de hojas de Bixa Orellana L. que reemplazaría el Piritionato de Zinc de productos de competencia directa de similar especificación, es posible el proceso de elaboración de un champú anticasca capaz de combatir este problema dermatológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. (2007). Las personas pueden ser susceptibles a la caspa. *Los Tiempos*. Obtenido de <https://www.lostiempos.com>
- Allevato, M. (2008). La caspa...ese desagradable polvillo blanco que se deposita sobre los hombros. *Publicación Act Terap Dermatol*, 31-54.
- The University of Arizona. (2020). Investigaciones. *Centro de Investigación*. Obtenido de <https://www.arizona.edu>
- Gonzales, L. (2020). *Los 7 mejores champús Anticarpa: ¿Cuál de ellos es el que mejor se adapta a tu cabello y piel ?*. Obtenido de <https://www.intelligentpharma.com>

SOCIEDAD INGENIEROS BOLIVIA DEPARTAMENTAL COCHABAMBA

SERVICIOS QUE BRINDA LA SIB - COCHABAMBA



VISADO DE PROYECTOS

- ESTRUCTURALES
- ESTUDIO DE SUELOS
- ELÉCTRICOS
- HIDROSANITARIOS

TALLERES

TALLERES DE CAPACITACIÓN, EN BENEFICIO DE LOS INGENIEROS AFILIADOS.



CURSOS

CURSOS DE CAPACITACION ORGANIZADOS POR LOS COLEGIOS DE ESPECIALIDAD.



Informaciones
440-3790
61677677



C. Alcides Arguedas # 448 (Av. América Oeste) entre Félix del Granado y José Quintín Mendoza

Uso y producción del hidrógeno renovable

Ing. Gonzalo Oscar Eulate Choque – R.N.I. 8718

Es Ingeniero Electricista de la Universidad Mayor de San Andrés con Maestría en Ingeniería del Software, Maestría en Ingeniería Eléctrica – Energía, Postgrado en Economía Informática y Diplomados en Ingeniería del Software, Sistemas Inteligentes, Robótica.

RESUMEN

El proyecto de investigación contempla, el uso y la producción de hidrógeno verde a partir del uso de sistemas fotovoltaicos.

La producción del hidrógeno verde, considera el proceso químico de la electrolisis, que utiliza la corriente eléctrica continua para dividir el agua en hidrógeno y oxígeno.

El resultado es el hidrógeno verde considerado como vector energético, debido a la posibilidad de su uso, en la producción de amoníaco para fertilizantes, en la producción de acero, en el reemplazo o combinación con el gas natural para el sector industrial y domiciliario donde la energía eléctrica es suministrada por los sistemas fotovoltaicos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Bolivia se tiene en funcionamiento los proyectos eólicos de Qollpana y los proyectos solares de Yunchará, Uyuni y Oruro.

Debido al nivel de irradiación en el Altiplano boliviano se cuenta con una generación de energía eléctrica en base a centrales fotovoltaicas, que a su vez este nos permitirá la producción del hidrógeno verde mediante el proceso de la electrolisis que no emite carbono al medio ambiente.

El hidrógeno presenta las alternativas de consumo/uso en el sector del transporte, en el sector industrial, residencial y otros, se puede almacenar y transportar en vehículos, así como, se puede transportar en tuberías, para su uso masivo en diferentes sectores económicos del país.

De acuerdo a la figura No 1 (composición de la oferta de generación), el 69% de la generación disponible

corresponde a las centrales térmicas a gas y diésel. En Bolivia es subvencionado el gas para el uso en las centrales térmicas para la generación de energía eléctrica, esta ocasiona pérdidas para el estado, es conveniente el reemplazo del gas natural por el hidrógeno verde.

Respecto al consumo final de energía, de acuerdo al reporte de OLADE de la gestión 2018, el sector de transporte tiene una participación de 58.45% y el sector industrial tiene una participación de 19.21%.

La producción de hidrógeno verde mediante el uso de generación fotovoltaica, presenta una alternativa bastante importante para Bolivia, tomando en cuenta que el nivel de irradiación se encuentra en el orden de 2 a 9,5 kWh/m²-día. Se presenta a continuación el mapa solar de Bolivia.

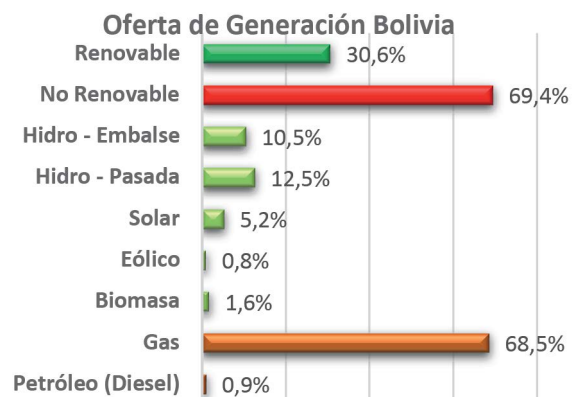


Figura No 1: Generación de Energía Eléctrica en Bolivia
Fuente: Comité Nacional de Despacho de Carga [4]

Consumo de Energía por Sector

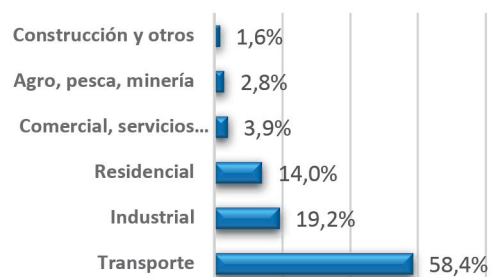


Figura No 2: Estructura del Consumo Final de Energía por Sector, 2018.
Fuente: Revista Energética-Energía para el Desarrollo [3]

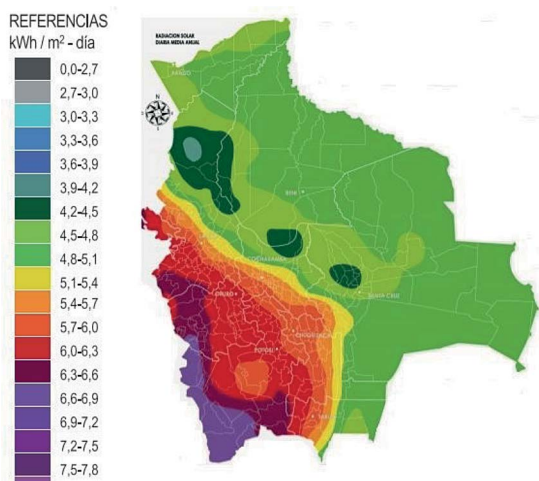


Figura No 3: Mapa Solar de Bolivia.

Fuente: Revista Energética – Energía para el Desarrollo [3]

1. Proceso Electrolítico – Electrólisis del Agua

El proceso de electrólisis del agua corresponde a la circulación de corriente continua a través de dos electrodos (ánodo y cátodo), en contacto con el agua se produce la separación de las moléculas en hidrógeno y oxígeno. Este tipo de tecnología es el método limpio para la obtención del hidrógeno a partir del agua mediante el uso de sistemas fotovoltaicos.

El agua utilizada durante este proceso debe ser tratada previamente logrando un nivel de pureza tal, que evite la deposición de minerales y el consiguiente deterioro de los elementos de las celdas, con lo cual se consigue una extracción del hidrógeno con una pureza del orden 99.99 vol.% [2].

Existen tres tipos de electrolizadores que difieren principalmente el electrolítico utilizado: alcalinos, de membrana de intercambio de protones (PEM) y de estado sólido (SOE).

En la siguiente tabla se presenta una comparación de las tecnologías con el método más utilizado de extracción de hidrógeno y el reformado de gas metano.

Principio Físico	Tecnología	Potencia	Madurez	Costos de Inversión USD/KW	Eficiencia	Vida Útil
Reformado de gas Metano	Gran Escala	150-300 MW	Comercial	400-600	70 - 85	30 años
	Pequeña Escala	0.15-15 MW	Demstración	3000 - 5000	51	15 años
Electrólisis	Alcalino	Hasta 150 MW	Comercial	850 - 1500	65 - 82	Entre 60000 y 90000 h
	PEM	Hasta 150 KW pilas Hasta 1 MW sistemas	Inicio Comercial	1500 - 3800	65 - 78	Entre 20000 y 60000 h
	SOE	Nivel laboratorio	Investigación		85 - 90	Aprox. 1000 h

Tabla No 1: Comparación Tecnológica de Electrolizadores v/s Reformado Gas Metano.

Fuente: Tecnologías del Hidrógeno y perspectivas para Chile [2].

2. El Hidrógeno como Vector Energético

El hidrógeno como vector energético se basa en el ciclo que se presenta en la figura No 4.

En Bolivia el sector de transporte utiliza el 58% de la matriz energética de consumo (figura No 2), utilizando gas, gasolina y Diesel, se contempla el uso de hidrógeno para el transporte en autos de pasajeros, buses, vehículos utilitarios y otros vehículos eléctricos. Dado que la red de gas y la infraestructura relacionada ya existe, la inyección de hidrógeno en la red de gas es la forma más rentable de almacenar grandes cantidades de hidrógeno, dependiendo del origen del gas natural, el contenido de hidrógeno puede alcanzar hasta 15% en volumen [6]. El hidrogeno presenta un poder calorífico mayor al del gas natural, así también, es posible la combinación del gas e hidrogeno para la producción de electricidad, reduciendo la contaminación de CO2 al medio ambiente y reduciendo las pérdidas económicas al país.

3. Costo de Producción de Hidrógeno

El cálculo del costo de hidrógeno se realiza utilizando la siguiente ecuación, propuesta en el documento “Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile” referencia [2].

$$LCOE_{H_2} = P_{inst} \times Inv \frac{FRC + M(fp)}{h \times fp \times Q_{H_2}} + Q_{H_2} \times P_{H_2} + Q_e \times P_e - Q_{O_2} \times P_{O_2}$$

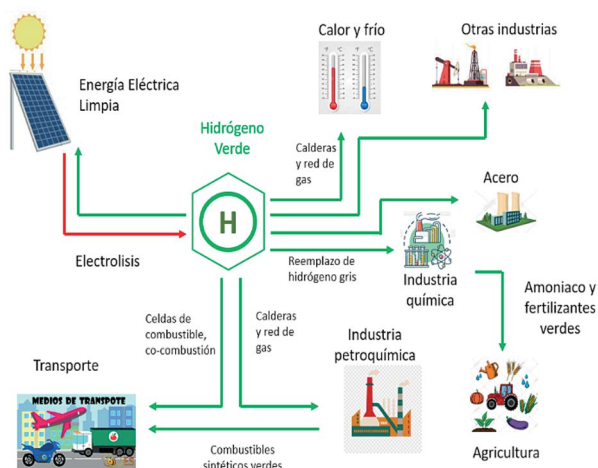


Figura No 4: Esquema del sistema energético del Hidrógeno.

Fuente: Documento Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde Chile

Donde:

P_{inst} = potencia instalada del electrolizador [MW]

I = inversión según la capacidad instalada [USD/MW]

FRC = factor de recuperación de capital en función a la tasa de descuento.

fp = factor de planta

$M(fp)$ = función de costos de mantenimiento como un porcentaje de la inversión.

h = horas en un año

Q_{H_2} = capacidad de producción de hidrógeno [kg/h]

Q_{H_2O} = cantidad de agua consumida [m³/kg de hidrógeno]

P_{H_2O} = precio del agua [USD/m³]

Q_e = cantidad de electricidad consumida [kWh/kg de hidrógeno]

P_e = precio de electricidad [USD/MWh]

Q_{O_2} = venta de oxígeno tomando en cuenta la cantidad producida [kg O₂/kg H₂]

P_{O_2} = precio de venta del oxígeno [USD / kg O₂]

Parámetros Técnicos Electrolizador		
Tipo		PEM
Potencia	MW	1.25
Producción	Nm ³ /h	225
Eficiencia	%	65
Horas de operación	h	80,000
Consumo de agua	l/Nm ³ H ₂	1.5
Factores de conversión		
Volumen a kg	Nm ³ a kg H ₂	0.09
Energía	H ₂ / kg	33.3
Eficiencia	kWh / kg H ₂	51.3
Producción	kg H ₂ / h	20.3
Litros a volumen	l / m ³	0.001
Consumo de agua	m ³ / kg	0.017
Producción oxígeno	kg O ₂ / kg H ₂	7.8
Parámetros Económicos Electrolizador		
Inversión escenario alto	USD/kW	1,500
Inversión escenario medio	USD/kW	1,200
Inversión escenario bajo	USD/kW	800
Costo mantenimiento a 26% factor de planta	%	1.70%
Costo mantenimiento a 90% factor de planta	%	5.0%
Venta de oxígeno	USD/kg O ₂	0.001
Vida útil	años	10
Tasa de descuento	%	10
Insumos		
Precio electricidad solar	USD/kWh	0.0485
Precio electricidad combinado	USD/kWh	0.063
Factor de planta	%	26%
Precio del agua	USD / m ³	2.5

Tabla No 2: Parámetros Cálculo Costo Producción Hidrógeno

Fuente: Tecnologías del Hidrógeno y perspectivas para Chile [2] – CNDC [4]

CONCLUSIÓN

Elevada eficiencia energética. 1 kg de H₂ equivale aproximadamente a 3,5 litros de diésel y una pila de combustible es el doble de eficiente que un motor de combustión interna, con lo que 1 kg de hidrógeno equivale a 7 litros de diésel, y con 1 kg de hidrógeno se pueden recorrer aproximadamente 120 km en el caso de vehículos utilitarios (por lo tanto, con 33,33 kWh de energía se pueden recorrer 120 km), mucho más eficiente que los vehículos alimentados por combustibles convencionales.

Combustible autóctono. El hidrógeno se puede generar a partir del agua, mediante el proceso de químico de la electrólisis, que otorga seguridad en cuanto al suministro y evita la dependencia energética en el mediano y largo plazo.

Ausencia de contaminantes a la atmósfera. El hidrógeno se combina con el oxígeno del aire en la pila de combustible, produciendo electricidad como producto principal, agua y calor como subproductos. La electricidad se aprovecha y el calor se disipa, por lo que la única emisión asociada es el vapor de agua que el vehículo emite por el tubo de escape.

Estrategia Nacional de Hidrogeno Verde. Existe la necesidad de establecer una estrategia a corto, mediano y largo plazo, considerando la generación de electricidad superior a 5 GW para la producción de por lo menos de 200 kton/año. Considerando: el incentivo al mercado interno y a la exportación, el desarrollo social y territorial de las comunidades en el altiplano boliviano, la adecuación del marco regulatorio (normativa para la producción y uso) y la formación de capacidades en los recursos humanos del estado boliviano.

Polos de Desarrollo Nacional. La producción del hidrógeno verde, brinda una enorme oportunidad a Bolivia, como es el caso del aprovechamiento de las aguas del Silala para el proceso de electrólisis entre otros como posible polo de desarrollo Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

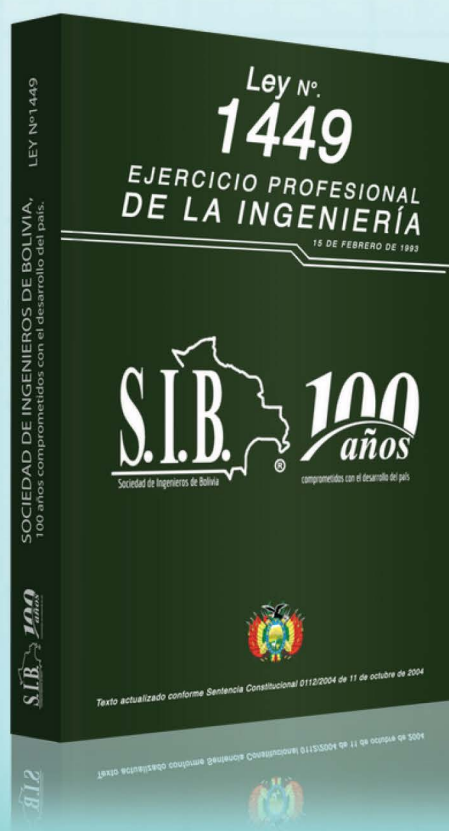
- [1] Castillo, A.E. (2013) Respuesta inercial de sistemas de potencia con grandes inyecciones de generación fotovoltaica. Tesis de licenciatura. Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile – Santiago de Chile.
- [2] Vásquez, R.; F. Salinas y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, (2018) Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile. Editorial Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Friedrich-Ebert-Allee 40 53113 Bonn • Alemania.
- [3] Fernández, M., F. Fernández, C.; G. Rodríguez, Energética. (2020). “Situación Energética de Bolivia y Desafíos” en Situación Energética Bolivia Final – WWF [En línea]. Bolivia, disponible en: https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/1_situacion_energetica_bolivia_25_02_optimized.pdf [Accesado el día 3 de agosto de 2021]
- [4] Comité Nacional de Despacho de Carga. (2020). “Memoria anual 2020 resultados de la operación del SIN” en Comité Nacional de Despacho de Carga [En línea]. Bolivia, disponible en: <https://www.cndc.bo/boletines/memorias.php?idcat=7> [Accesado el 5 de agosto de 2021]

- [5] Aguado, R.; Casteleiro, J.; Jove, E.; Zayas, F.; Quintián, H. y J. Calvo, (2021) Hidrógeno y su almacenamiento El futuro de la energía eléctrica. Universidad de Coruña, Servizo de Publicacións. Coruña.
- [6] Ministerio de Energía, Gobierno de Chile, (2020). “Estrategia nacional de hidrógeno verde” em Ministerio de Energía, Gobierno de Chile [En línea] Chile, disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf [Accesado el día 6 de agosto de 2021]

1993 - 2023

TRIGÉSIMO ANIVERSARIO

15 de febrero



**CUMPLE LA LEY
EJERCE LA PROFESIÓN
RESPONSABLEMENTE**

Microalgas una fuente poco conocida para la generación de biocombustibles

Ing. Leonardo Ariel Benavidez Mamani – R.N.I. 37636

Ingeniero Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés con Maestría en Ingeniería Industrial - Desarrollo Sustentable de Procesos y Productos.

RESUMEN

El presente artículo, posibilita comprender una nueva forma de generar bioenergía, resultante de una materia prima no muy conocida, y que en la actualidad aún se encuentra en etapa de investigación y desarrollo.

Esta materia está compuesta por microalgas, las cuales pueden ser cultivadas en condiciones extremas o en territorios marginales y no requieren de grandes cantidades de terreno para su cultivo; asimismo, con el concepto de biorrefinería puede aprovecharse al máximo los componentes de las microalgas, con algunas limitaciones, pero que no dejan de ser una promisoría alternativa bioenergética en beneficio de la humanidad y el medio ambiente.

Palabras Clave: Microalgae, biorefinery, biofuel and bioenergy, Microalgas, biorrefinería, biocombustible y bioenergía.

INTRODUCCIÓN

En las últimas cuatro décadas la población del mundo creció en un 79% [1], lo cual conlleva a un incremento en la demanda de recursos energéticos como alimenticios, así como también la búsqueda continua de una mejor calidad de vida; en ese sentido, a fin de no afectar negativamente al medio ambiente, actualmente se tienen varios biocombustibles, que comúnmente son producidos a partir de cosechas de maíz, caña de azúcar y plantas oleaginosas, empleando considerables áreas de terreno cultivable que ponen en duda las ventajas de la utilización de estos biocombustibles frente a una posible crisis en la seguridad alimentaria y a un impacto ambiental por la degradación de los suelos.

Contemplando los problemas medioambientales y algunas de sus causas mencionadas líneas arriba, recientemente se fue considerando una alternativa para la mitigación de algunos de ellos, así como la generación de fuentes bioenergéticas, a partir del cultivo de microalgas, las cuales no son muy conocidas a nivel nacional, motivo por el cual, el presente artículo pretende desarrollar las principales características, beneficios y limitaciones en el ámbito de biocombustibles alternativos.

DESARROLLO

1.1. ¿Qué son las microalgas?

Las microalgas en su mayoría son organismos fotosintéticos unicelulares, que pueden fijar carbono inorgánico disuelto, así como también aprovechar el CO₂ de efluentes gaseosos industriales para formar energía química por medio de fotosíntesis, por lo que para su crecimiento precisan de luz (solar o artificial), donde su tasa de crecimiento y fijación de carbono llega a estar entre 10 a 50 veces superior comparado al de las plantas terrestres, siendo que el CO₂ absorbido incentiva al crecimiento de las microalgas, y ayuda a la mitigación de gases de efecto invernadero [2].

Las microalgas, pueden crecer en una amplia gama de ambientes acuáticos, como ser agua dulce, aguas salinas y extremadamente salinas, además de soportar altas temperaturas, diferencias de luminosidad y variaciones de pH; la biomasa de microalgas brinda de forma separada o conjunta (siguiendo el concepto de biorrefinería), la generación de uno o varios productos, tales como biocombustibles (biodiesel, bioetanol, biohidrógeno, y biogás), pigmentos y otros que pueden ser utilizados como suplementos alimenticios, cosméticos, y compuestos con fines farmacéuticos [3].

1.2. Características, métodos de cultivo y cosecha

La biomasa de microalgas está compuesta por lípidos, carbohidratos, ácidos grasos poliinsaturados, pigmentos

y proteínas [2]. En la Tabla 1, se muestra la comparación entre los componentes principales de las microalgas y algunos alimentos convencionales.

Producto	Soja	Maíz	Trigo	Carne	Pescado	Chlorella vulgaris	Dunaliella salina	Nannochloropsis s.p.	Porphyridium cruentum	Scenedesmus obliquus
% Proteína Cruda	37	10	14	43	55	51-58	57	64	28-39	50-56
% Carbohidratos	30	85	84	1	-	12-17	32	19	40-57	10-17
% Lípidos	20	4	2	34	38	14-22	6	29-68	9-14	12-14

Tabla 1. Componentes generales en porcentaje de material seco de microalgas y alimentos convencionales. Adaptado de [4-6]

Las microalgas pueden ser cultivadas en terrenos no necesariamente agrícolas, así como infértiles, pueden crecer en medios de agua dulce y hasta extremadamente saladas, incluso en efluentes residuales (domésticos o industriales), donde el área para su cultivo es relativamente pequeño en comparación con los cultivos convencionales de cómo el maíz, la soja y palma [7].

Los sistemas de cultivo de microalgas (para fines bioenergéticos), comúnmente son de dos tipos, abiertos o cerrados.

La primera depende del clima de la región y requieren de un mayor control por la posible contaminación por depredadores o microorganismos, por lo que las altas tasas de producción en sistemas abiertos se consiguen con cepas de algas resistentes al ambiente de cultivo en condiciones severas (alta salinidad, alcalinidad y otros); por otra parte, los sistemas cerrados son cultivos realizados en “fotobiorreactores”, de diferentes tipos, los cuales son caracterizados por poseer condiciones controladas de temperatura, iluminación y adición de nutrientes (entre otros), y pueden evitar la contaminación de microorganismos ajenos al cultivo [8].

A fin de tomar conocimiento de estos sistemas, en la Figura 1, se presentan los mismos.



a)



b)



c)



d)

Figura 1. Sistemas de cultivo, a) Estanques de alta carga de aguas residuales [9] b) Piscinas de recirculación [10] c) Fotobiorreactor de Placa Plana. Foto del Laboratorio de Bioenergía y Catálisis (LABEC/UFBA) y d) Fotobiorreactor Tubular. Adaptado de [11]

La cosecha de la biomasa producida puede ser realizada por dos procesos (independientes, paralelos o secuenciales), el primero extrae gran parte del líquido el cual contiene nutrientes y otros componentes que son devueltos al proceso de cultivo, en esta etapa que la denominaremos Recolección Primaria, se emplean métodos de sedimentación y tecnologías de flotación, que dan como resultado un lodo de microalgas con contenidos de sólidos totales entre 0.5% a 6.0%, el segundo proceso denominado como Recolección Secundaria, emplea equipos mecánicos de filtración o centrifugación, que se encargaran de retirar una mayor cantidad de humedad dejando la biomasa con un contenido de sólidos totales entre 10% a 20% [12].

1.3. Producción de biocombustibles a partir del concepto de Biorrefinería

El termino biorrefinería deriva del concepto de una refinería de petróleo crudo convencional que recibe material bruto, lo refina y produce una serie de combustibles y materiales petroquímicos, que resultan ser productos de alto valor en el mercado. En ese sentido, de manera análoga, una biorrefinería de microalgas es un sistema integrado que relaciona los procesos de

generación de biocombustibles y otros productos con el beneficio de retornar el material residual al ciclo productivo y/o al medio ambiente sin causar impactos negativos (véase Figura 1).

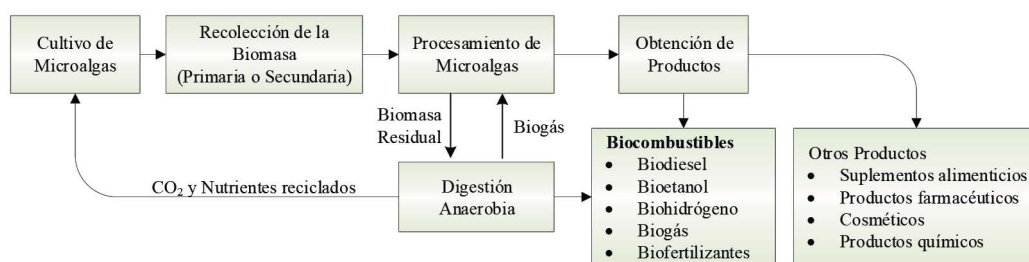


Figura 1. Esquema general de la biorrefinería. Propia autoría.

Entre los principales biocombustibles obtenidos a partir de biomasa de microalgas, destacan los siguientes:

- **Biodiesel.** Este combustible alternativo por sus características no es tóxico y es biodegradable, es producido a partir de la extracción de lípidos de las microalgas por un método denominado transesterificación [13].
- **Bioetanol.** Varias especies de microalgas acumulan altos niveles de polisacáridos en sus paredes celulares complejas, o tienen la capacidad de producir altos niveles de carbohidratos en lugar de lípidos, que pueden ser extraídos y fermentados, generando principalmente bioetanol [14].
- **Biohidrógeno.** El proceso básicamente consiste en dividir moléculas de agua separando los iones de hidrógeno y los electrones, este proceso lo llevan a cabo las microalgas de forma biológica, las cuales tienen la capacidad de emplear la luz y por medio de la fotosíntesis generar hidrógeno como parte de su metabolismo, en un proceso denominado fotofermentación [15].
- **Biogás.** Este producto se genera por la descomposición de la biomasa de microalgas (pudiendo ser residual de los procesos anteriores) en condiciones anaerobias, en un reactor denominado biodigestor, obteniendo este gas compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono [14].
- **Otros productos.** En la aplicación de microalgas, se sabe que éstas tienen características y componentes que pueden servir para generar productos con aplicaciones no combustibles, los cuales se resumirían en productos útiles para la nutrición humana, para la alimentación animal o acuicultura, productos farmacéuticos, cosméticos, y productos químicos [2].

1.4. Beneficios y limitaciones

La biorrefinería de microalgas cierra el ciclo de

aprovechamiento de la biomasa para generación de diferentes productos (Figura 1), identificándose un proceso respetuoso con el medio ambiente, y que colabora a mitigar los gases de efecto invernadero a partir del secuestro de carbono, así como el posible uso de residuos industriales para el cultivo de microalgas que puede disminuir la contaminación hídrica aprovechando los microorganismos de los efluentes como fuente de nutrientes.

El sistema productivo integrado puede aplicarse en cualquier región (urbana o rural), por lo que se ve como una adecuada alternativa para la generación de bioenergía en regiones donde el alcance al combustible tradicional es escaso; asimismo, la limitación que hasta el momento evita la instalación de plantas a partir de microalgas a gran escala es el costo de instalación y operación de la misma, debido a que las etapas de cultivo y cosecha demandan energía, sin embargo la idea de aplicar el concepto de una biorrefinería se torna promisorio para resolver esta limitante.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que una biorrefinería de microalgas es un sistema que integra adecuadamente el ciclo de aprovechamiento de la biomasa de este material para la producción de biocombustibles y otros productos, destacando que este sistema es respetuoso con el medio ambiente, buscando su preservación, mitigando los gases de efecto invernadero, la disminución de la contaminación por residuos industriales y secuestrando el dióxido de carbono del medio ambiente, a la vez que genera productos de significativo valor, sin dejar de lado las limitaciones que evitan hasta el momento la operación de una planta a escala industrial, sin embargo, una biorrefinería puede ser una alternativa acertada considerando las futuras mejoras a los procesos y optimizaciones que se vienen estudiando satisfactoriamente hasta ahora, tal como la producción de biogás a partir de biomasa de microalgas que en un futuro resultaría en un nuevo trabajo de investigación a ser desarrollado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WORLDOMETER; **World population**, Disponible en: <<https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/#region>>. Fecha de acceso: 16 nov. 2022.
- HO, S-H.; CHEN, C-Y.; LEE, D-J.; CHANG, J-S.; **Perspectives on microalgal CO₂ emission mitigation systems – a review**. Biotechnology Advances, v. 29, p. 189–198, 2011.
- SKJÅNES, K.; REBOURS, C.; LINDBLAD, P. **Potential for green microalgae to produce hydrogen, pharmaceuticals and other high value products in a combined process**. Critical Reviews in Biotechnology, Estados Unidos, v. 33, n. 2, p. 172–215, 2013.
- AIKAWA, S.; IZUMI, Y.; MATSUDA, F.; HASUNUMA, T.; CHANG, J-S.; KONDO, A. **Synergistic enhancement of glycogen production in *Arthrospira platensis* by optimization of light intensity and nitrate supply**. Bioresource Technology, v. 108, p. 211–215, 2012.
- BECKER, E.W. **Microalgae as a source of protein**. Biotechnology Advances, v. 25, p. 207–210, 2007.
- GARIBAY, A.; VÁZQUEZ, R.; SÁNCHEZ, M.; SERRANO, L.; MARTÍNEZ, A. **Biodiesel a partir de microalgas**. BioTecnología, México, v. 13, n. 3, p. 38–61, 2009.
- RUEDA, R.A. **Efecto nutricional de tres microalgas y una cianobacteria en el cultivo del rotífero *brachionusplaticilis müller*: 1786**, Ciencias Marinas, México, v. 22, n. 3, p. 313–328, 1996.
- WAHAL, S.; VIAMAJALA, S. **Maximizing algal growth in batch reactors using sequential change in light intensity**. Appl Biochem Biotechnol, v. 161, p. 511–522, 2010.
- IAGUA. **Desarrollan un método de producción de biofertilizantes a partir de microalgas cultivadas en aguas residuales**. Disponible en: <<http://www.iagua.es/noticias/agricultura/13/10/29/desarrollan-un-nuevo-metodos-de-produccion-de-biofertilizantes-partir-de-microalgas-cultivadas-en->>. Fecha de acceso: 16 nov. 2022.
- ENGINES AND ENERGY CONVERSION LABORATORY. **Measurement of direct nitrous oxide emissions from microalgae cultivation**. Disponible en: <<http://www.engr.colostate.edu/~marchese/algae-n2o.html>>. Fecha de acceso: 16 nov. 2022.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. **Diseñan nuevo fotobiorreactor que mejoraría el cultivo de microalgas**. Disponible en: <<https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/1673-disenan-nuevo-fotobiorreactor-que-mejoraria-el-cultivo-de-microalgas>>. Fecha de acceso: 16 nov. 2022.
- WILEY, P.E.; CAMPBELL, J.E.; MCKUIN B. **Production of biodiesel and biogas from algae: A review of process train options**. Water Environment Research, v. 83, n. 4, p. 326–338, 2011.
- GRIFFITHS, M.J.; HARRISON, S.T.L. **Lipid productivity as a key characteristic for choosing algal species for biodiesel production**. Journal of Applied Phycology, v. 21, n. 5, p. 493–507, 2009.
- UGGETTI, E.; SIALVE, B.; TRABLY, E.; STEYER, J-P. **Integrating microalgae production with anaerobic digestion: a biorefinery approach**. Biofuels Bioproducts & Biorefining, 2014.
- VOLGUSHEVA, A.; STYRING, S.; MAMEDOV, F. **Increased photosystem II stability promotes H₂ production in sulfur-deprived *Chlamydomonas reinhardtii***. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 110, n. 18, p. 7223–7228, 2013.



LA CERTIFICACIÓN EDGE

COMO HERRAMIENTA PRÁCTICA DE DISEÑO SOSTENIBLE

Organizadores:





La Paz
Cochabamba
Santa Cruz

en abril

¡Espéralo!

Las infraestructuras del transporte: El caso de la plaza Tejada Sorzano - La Paz. Reflexiones del espacio público con Inteligencia Artificial (DataFromSky)

Ing. Marco Antonio Pongo Vera – R.N.I. 36841

Es Ingeniero Civil por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Master en Tráfico, Transporte y Seguridad Vial, Diplomado en Geomática Aplicada a la Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas Hidrográficas y Diplomado en Organización y Administración Pedagógica del Aula en Educación Superior.

RESUMEN

El crecimiento de parque automotor se ha incrementado el IPV¹ es de 165 veh./1000 hab. (RUAT, 2020), la demografía en La Paz es de 934,981 habitantes (INE, 2020). La investigación propone reflexiones a la infraestructura del transporte, que tiene como objetivo disminuir el congestionamiento, tiempos de viajes y generar espacios públicos para la micromovilidad y motilidad (Kaufmann et al., 2004). ¿Pero, realmente estamos cumpliendo los objetivos? en movilidad urbana cada mejora de la vía incentiva que un conductor saque su vehículo privado. (Herce et al., 2009; Herce Vallejo & Magrinyà, 2012; Vasconcellos, 2012, 2015).

Palabras claves: Tráfico, Movilidad, Infraestructura Vial, Espacio Público

Keywords: Traffic, Mobility, Road Infrastructure, Public Space.

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente del espacio público en las ciudades es determinante para el desarrollo sostenible. La articulación

transporte-territorio son medidas de una óptima planificación urbana, con la integración de personas y el tráfico. (Quintero-González, 2017).

El espacio se ha ido acortando en términos temporales (Harvey, 1998), la migración de las personas del campo a las ciudades y el crecimiento del parque automotor son evidentes. La planificación del espacio público son desafíos latentes, la infraestructura viaria debe ser parte integradora de humanos y vehículos, de usuarios y tránsito. Vasconcellos menciona que, “(...) el patrimonio público representado por las vías no es distribuido de forma equitativa entre las personas” (Vasconcellos, 2010, p. 85).

¿Más vías públicas, menos tráfico?

El exceso de residuos convierte a las calles de una ciudad en un riesgo para la salud, y el exceso de conductores las convierte en aparcamientos. El transporte motorizado crea externalidades negativas, por medio de la congestión vehicular, es decir, los operadores del transporte consideran sus propios costos y beneficios, ya que no considera, su forma de conducir que obliga a todos los demás a hacerlo de forma más lenta. (Glaeser & Corriente Bass, 2018; Vasconcellos, 2010, 2015).

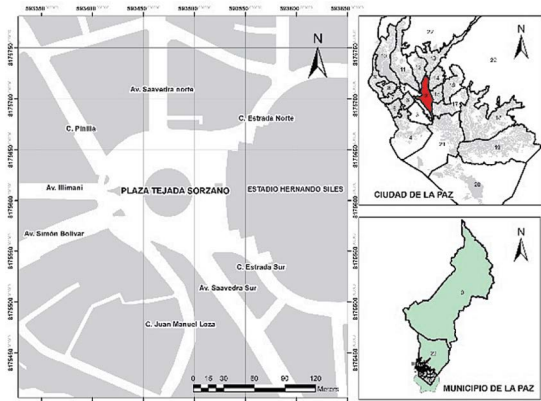
Estudio de caso: plaza Tejada Sorzano (plaza Estadio Hernando Siles).

La plaza Tejada Sorzano más conocida como la plaza del estadio Hernando Siles, es un distribuidor o nudo principal que conecta 8 ramales (Av. Saavedra norte, C. Hugo Estrada norte, C. Hugo Estrada sur, Av. Saavedra Sur, C. Juan Manuel Loza, Av. Simón Bolívar, Av.

1. Índice de Propiedad Vehicular (IPV)

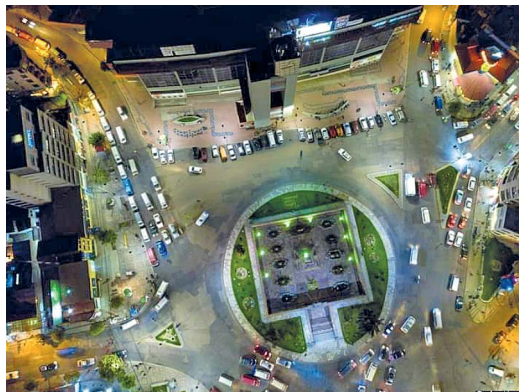
Illimani y C. Pinilla) y distribuye el tráfico vial a las zonas de Norte, Sur, Este y Oeste. En Julio de 2021 se inaugura y se abre al transporte público y privado el megaproyecto del Viaducto de la plaza Tejada Sorzano, con el objetivo de descongestionar, minimizar las colas (trancaderas), dar seguridad vial y “ampliar el espacio público accesible” (Valenzuela, 2018). A continuación, se muestra el mapa de ubicación del área del proyecto:

Figura N° 1. Ubicación plaza Tejada Sorzano



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 2. Plaza Tejada Sorzano 2018



Fuente: Carlos Lima, 2018.

DESARROLLO

Metodología

La metodología del artículo es una investigación holística, con el método hermenéutico y de alcance exploratorio-descriptivo. Las nuevas herramientas de la tecnología de hoy son innovadores, para la aplicación de diversos estudios de pre-inversión y posevaluación. Procesos que ayudan a minimizar tiempos de estudios de campo, en la era de la tecnología de revolución 4.0 que vivimos.

El presente artículo, inicia con la revisión documental del proyecto y, posteriormente, se implementa herramientas

de procesamiento de datos con el software DataFromSky² al utilizar videos de alta resolución captadas con drones en el área de investigación.

Datos generales del proyecto: viaducto Tejada Sorzano (GAMLP, 2018)

Tabla 3 Parques Plaza Tejada Sorzano

Parqueo	Cap. vehículos	Cap. Motocicletas	Observaciones
1	136	30	Ingreso y salida por el viaducto Pinilla
2	118	41	Ingreso y salida por el viaducto Saavedra

Fuente: GAMLP, 2018 (<http://lapazcomovamos.org/wp-content/uploads/2016/08/001-PRESENTACION-VIADUCTOS-GAMLP-OCTUBRE-2018.pdf>)

Figura N° 3. Diseño del viaducto Tejada Sorzano



Fuente: Video del proyecto QR, Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP, 2018).

Figura N° 4. Programación y planificación de vuelo del dron



Fuente: Elaboración propia.

Datos de vuelo de Dron (ver figura 4)

La programación del vuelo se lo planifico para el viernes 25 de noviembre de 2022, el día fue considerado por

2. Programa con tecnología Smart que utiliza Inteligencia Artificial, para el monitoreo del tráfico vial. Diseñado para convertir cualquier flujo de video en el flujo de información procesable, usado para estudios de tráfico combinados con drones, una herramienta que interpreta datos en vivo. <http://www.datafromsky.com/>

anteriores estudios como el PMUS₃ 2012 del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), día que tiene gran demanda de usuarios del transporte. Asimismo, se lo realizó en el rango de la hora pico o punta (08:00-09:00), según informe de pre-inversión de la DEP-SMIP 2015⁴.

Tabla 4 Datos de vuelo de dron

Vuelo de Dron Phantom 4 pro			
Hora	tiempo de vuelo (Min)	Altura (m)	Resolución
08:15-08:30	15	155	2K

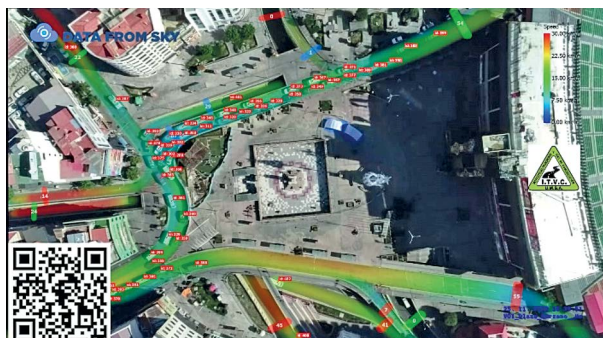
Fuente: Elaboración propia

Procesamiento del video con DataFromSky

El procesamiento del video se lo realizó el viernes 25 de noviembre de 2022 a horas 15:40 como se muestra en la figura 5 (ver video mediante el escaneo del QR), la carga del video a la nube del programa DFS⁵ depende tanto de la velocidad del internet como, el tamaño archivo del video y su resolución (2K). La altura de vuelo del dron fue de 155 metros, altura ajustada para que se tenga un panorama de todas las intersecciones de la nueva plaza, a esa altura el DFS no detecta las motocicletas tampoco a los ciclistas y peatones.

Resultados

Figura N° 5 Viaducto Tejada Sorzano 2022



Fuente: Video del artículo QR, vuelo de dron elaboración propia, procesamiento con DataFromSky por ITVC-UMSA

Tabla 3 Datos extraídos del Programa

Entry Gate and Exit Gate	Aforos
Entry Gate 10 (tag: Simón Bolívar)	144
Entry Gate 11 (tag: Saavedra sur viaducto)	0
Entry Gate 12 (tag: Estrada Norte)	113
Entry Gate 13 (tag: Pinilla)	61

Entry Gate 14 (tag: Illimani superficie)	31
Exit Gate 16 (tag: Simón Bolívar)	236
Exit Gate 17 (tag: Loza viaducto)	88
Exit Gate 18 (tag: Saavedra sur Viaducto)	67
Exit Gate 19 (tag: Saavedra sur Superficie)	25
Exit Gate 20 (tag: Estrada Sur)	121
Exit Gate 21 (tag: Saavedra Norte Superficie)	4
Exit Gate 22 (tag: Saavedra Norte Viaducto)	0
Exit Gate 23 (tag: Illimani Superficie)	39

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del programa DFS.

La tabla 5 muestra los resultados del procesamiento del video, se debe aclarar que el programa DFS no detectó los vehículos que recorren el viaducto Saavedra, básicamente por que pierde la señal al ingreso del túnel, las filas Gate 11 y Gate 22 están sin registro. Asimismo, los resultados al ingreso del viaducto de la Pinilla (por 2 ingresos Pinilla y Illimani; salida Loza y Saavedra Sur) no se puede determinar la proporción de las salidas, debido a la pérdida de señal de los ID's de cada vehículo al salir del viaducto.

CONCLUSIÓN

La investigación muestra -pese a las limitaciones que tiene el DFS al momento de procesar y el escenario complejo de los 2 viaductos; Saavedra y Pinilla- la fluidez en los viaductos Saavedra Sur-Norte y Pinilla, sin observarse colas.

Por el contrario, congestión al ingresar a la Av. Simón Bolívar (sentido de bajada) y, colas desde el lado este (C. Estrada Norte) y saliendo del viaducto Saavedra Sur hacia Av. Simón Bolívar. Asimismo, alimentados por la calle Pinilla sentido de bajada. Por tanto, existe un punto de conflicto Av. Simón Bolívar sentido este-oeste con 236 vehículos en 15 minutos alimentado por 3 ramales.

La mejora del nudo Tejada Sorzano sirvió como atractor de nuevos conductores del transporte privado, haciendo referencia a los parqueos que tiene la nueva infraestructura en las dos plantas (254 plazas para vehículos y 71 para motocicletas). Por último, debo expresar sobre espacio público que beneficia a los peatones con la premisa al derecho a la ciudad o derecho a la vida urbana (Lefebvre, 1968, 2013).

3. Plan de Movilidad Urbana Sostenible, elaborado en la gestión del 2012 a solicitud de la Autoridad Municipal de Transporte y Tráfico (AMTT) del GAMLP.
4. DEP: Dirección de Estudios de Pre-inversión y SMIP: Secretaría Municipal de Infraestructura Pública
5. DFS: DataFromSky

Recomendaciones

El programa DFS tiene sus limitaciones para su procesamiento, al momento de realizar los escenarios, las colas, velocidades, densidades y aforos, se recomienda vuelos menores a 100 metros y calidad de video 4k. El DFS perdió los ID's asignado a cada vehículo, la investigación se enfoca más al comportamiento holístico del distribuidor. Por tanto, para un buen proceso de análisis se recomienda trabajar en intersecciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Glaeser, E. L., & Corriente Bass, F. (2018). El triunfo de las ciudades: Cómo nuestra mejor creación nos hace más ricos, más inteligentes, más ecológicos, más sanos y más felices. In *Taurus pensamiento*. Taurus.
- Harvey, D. (1998). La condición de la posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultural. In *Igarss 2014* (Issue 1).
- Herce, M., Sainz Avia, J., & Dupuy, G. (2009). Sobre la movilidad en la ciudad :propuestas para recuperar un derecho ciudadano. In *Estudios universitarios de arquitectura* (Vol. 18).
- Herce Vallejo, M., & Magrinyà, F. (2012). El espacio de la movilidad urbana. *El Espacio de La Movilidad Urbana*.
- Kaufmann, V., Bergman, M. M., & Joye, D. (2004). Motility: Mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4). <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00549.x>
- Lefebvre, H. (1968). *Derecho a la ciudad*. L'H'omme et la Sociestmi; Anthropos.
- Lefebvre, H. (2013). La Producción del Espacio Público Urbano. In *Capitán Swing*.
- Quintero-González, J.-R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40). <https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd21-40.citm>
- Valenzuela, J. (2018, December 12). ¿Viaductos para la La Paz? <https://jorge-valenzuela.blog/2018/12/12/viaductos-para-la-paz/>
- Vasconcellos, E. A. de. (2012). Mobilidade urbana e cidadania. *Rio de Janeiro: SENAC NACIONAL*.
- Vasconcellos, E. A. (2010). Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad. In *Bogotá, Colombia*.
- Vasconcellos, E. A. (2015). *Transporte urbano y movilidad: reflexiones y propuestas para países en desarrollo* (Á. Vega, M. L. Alori, & W. Zoberman, Eds.; primera).



Del 26 al 28 de abril



Hotel Real Plaza Av. Arce 2177 - La Paz



677-08478-776-91305

Organiza:



Manejo integral agua de lluvia como alternativa para la gestión integral del recurso hídrico

Ing. Arlid Morales Cueto – R.N.I. 37971

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca con Diplomados en Formación Docente y Formación Tutorial Con Enfoque en la Metodología de la Investigación, Ingeniería Sanitaria y egresado de Maestría en Ingeniería Hidráulica.

RESUMEN

El agua es un regalo presente en la naturaleza, mediante de la intervención del hombre; la polución, crecimiento de población, agricultura e industria a través del mundo, los cuerpos de agua pueden agotarse y contaminarse muy rápidamente; el agua se puede convertir en una fuente más bien de muerte y enfermedad que de vida.

El manejo integral del agua de lluvia conlleva a varios usos, como tecnología alternativa a través de su captación; servir como fuente de abastecimiento, sistema de drenaje urbano sostenible, aportar a la recarga artificial de un acuífero o como fuente para uso no consuntivo.

Palabras claves

Agua de lluvia, drenaje urbano sostenible, abastecimiento alternativo.

Rainwater, sustainable urban drainage, alternative supply.

INTRODUCCIÓN

Proveniente de la atmósfera una de las fuentes más importantes de agua, es la lluvia, cuyo aprovechamiento aun en desarrollo, símbolo de tecnología ancestral, apropiada, con un fuerte contenido ecológico y adecuado al entorno. Un milímetro de lluvia equivale a un litro por metro cuadrado, lo cual indica el enorme potencial que se tiene en este recurso natural para un desarrollo integral y sostenible. El agua es necesaria no solamente como un

soporte para la vida de la fauna y la flora, sino también como motor de un conjunto de movimientos cíclicos de renovación y transformación que conforman el ciclo del agua o ciclo hidrológico, que mantiene el agua dulce en circulación; por tanto, es el principal ciclo energético del planeta, romper este ciclo implica aumentar la irregularidad de las precipitaciones, lo que provocara grandes sequias e inundaciones.

Bajo la perspectiva del calentamiento global, el problema de escasez de agua tiende a empeorar en aquellas regiones en las que se presenta déficit, sea por la tendencia de reducción de los niveles de precipitación o por el aumento de los niveles de evaporación y transpiración. De esta manera el problema de varias regiones podría extenderse y agudizarse, alcanzando zonas actualmente subhúmedas y húmedas; lo que resalta en poder tener un manejo adecuado de los recursos.

La poca o nada de dureza del agua de lluvia ayuda a aumentar la escala en aplicaciones, extendiendo su uso. El agua de lluvia elimina la necesidad de un suavizador de agua y las sales que se añaden durante este proceso, provee una fuente de agua cuando es temporada de estiajes y la dotación se reduce fuertemente, o cuando hay escasez de agua subterránea.

La implementación de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) con sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL), entre otras composiciones influyen en la respuesta hidrológica de una ciudad urbana o periurbana, ayudan a reducir la escorrentía superficial, disminuyen la velocidad del flujo y permiten las abstracciones en las cuencas en presencia de parques o plazas.

Lo anterior indica la necesidad de establecer programas masivos de concientización que conlleven a la población hacia una cultura del agua, mediante el establecimiento de planes, programas y proyectos a todos los niveles para lograr una utilización integral del agua de lluvia, base para el desarrollo sostenible.

DESARROLLO POR PUNTOS

En nuestro país, los sistemas de agua comúnmente utilizados según la topografía, son los sistemas por gravedad y sistemas por bombeo, pero a pesar de existir o los mismos, generalmente en comunidades rurales no se le da énfasis a buscar la calidad del agua y la dotación mínima, lo que influye a problemas relacionados con el consumo del agua no potable y la insuficiencia para realizar todas las actividades dedicadas al uso del agua; además que no se los mantiene adecuadamente y resultan siendo una gran pérdida a medida que el tiempo transcurre, dejándolos sin uso por mal estado y así volviendo a la problemática de buscar otra fuente de agua segura y sustentable.

Tecnología alternativa

La severa presencia de los fenómenos del cambio climático afecta y afectará los hábitos y la forma de vida de todos los seres que tienen vida, en especial cuando se enfrente a la escasez extrema de agua, amenazando su propia existencia, esta es la principal razón para que se impulse el uso de tecnologías alternativas, especialmente de tecnologías con un fuerte componente ecológico¹.

Tecnologías apropiadas son de bajo costo y de autoconstrucción, se utiliza a nivel familiar por lo tanto la comunidad no necesita otra organización. Son fáciles de mantener, no necesitan energía eléctrica ni combustible. Traen orgullo y dignidad a las personas que solucionen sus problemas y ofrecen un valor agregado por servicios adicionales como agua corriente en duchas y lavamanos².



Imagen 1. SCALL como tecnología alternativa

SCALL para uso consuntivo y no consuntivo

La captación de agua de lluvia en techos es una alternativa factible que puede resolver la carencia de agua para consumo humano en lugares donde no se cuenta con fuentes de abastecimiento garantizado, en calidad o cantidad. La tecnología requiere una superficie de techos para la captación de las aguas pluviales, esta puede ser de una vivienda o una cubierta libre de contaminación. El escurrimiento superficial en techos es interceptado, colectado y almacenado en un tanque, que trabaja además como un regulador de caudales, para su aprovechamiento posterior del agua almacenada, se puede requerir de un sistema de impulsión de agua como una bomba manual, bomba eléctrica u otros.

El sistema es sensible al material de cubierta que funciona como medio receptor, es por eso que a razón de innovaciones tecnológicas en cuanto a dicho material es necesario poder ajustar nuestra normativa, reglamentos o guías de diseño, ya sea con datos experimentales, del fabricante o con modelos a pequeña escala que definan el coeficiente de escurrimiento del material y ángulo de inclinación adecuado para una óptima captación.

Tabla 1. Coeficiente de escurrimiento

Material	Valor
Calamina	0.9
Tejas de arcilla	0.8-0.9
Madera	0.8-0.9

Fuente: Adaptado CEPIS (2003) - NB689



Imagen 2. Prototipo a escala SCALL, Hernández et. al. (2017)

Así también un factor determinante para la simulación de una estructura de almacenamiento y por ende del costo

1. MMaYA. GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO CON TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS. Primera ed. 2010.
2. Buchner WE. ANÁLISIS SOBRE LAS DIFICULTADES EN LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE AGUA POTABLE A GRAN ESCALA LA PAZ, BOLIVIA. 2011

del SCALL es la dotación por beneficiario del sistema; en caso de comunidades rurales donde este sistema puede llegar a ser una la única fuente de agua, es necesario poder adoptar un valor reflejado dentro de nuestra normativa que oscila entre 10 a 25 Lts/Hab-día; cabe resaltar que es necesario un estudio aplicable a una demanda que refleje los usos y costumbres de dichos beneficiarios con el agua; si la tecnología pretende ser aplicada en zonas donde se cuente con otra fuente de abastecimiento como la de cañería de red, los SCALL deberán ser considerados como fuente complementaria.

El agua de lluvia captada por techo o por suelo deberá continuar con un proceso de desinfección, esta última deberá contener un proceso más controlado de separación de sólidos y brindar más énfasis a cumplir los estándares de calidad del agua para consumo, según normativa vigente.

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo agrícola y animal; en muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria.

SCALL como parte de los SUDS

En sistemas urbanos, donde la impermeabilización del suelo, sumado a la planificación subdimensionada, incrementan la escorrentía superficial y como consecuencia de ello, ante un evento extremo tiende a disminuir la calidad de vida de las personas; ya sea por pérdida o arrastre de material o contaminación, de infraestructura y/o humana.

La captación de agua de lluvia propone la reducción de escorrentía a partir de su recolección en techos de viviendas o edificios, disminuye el caudal de salida de una cuenca en relación a la cantidad y el tamaño de SCALL en una determinada área y precipitaciones ligadas a un periodo de retorno; ya sea como depósitos de detención subterráneos que pueden almacenar temporalmente volúmenes generados, que puede servir en tareas de mantenimiento de espacios verdes, riego y limpieza.

CONCLUSIÓN

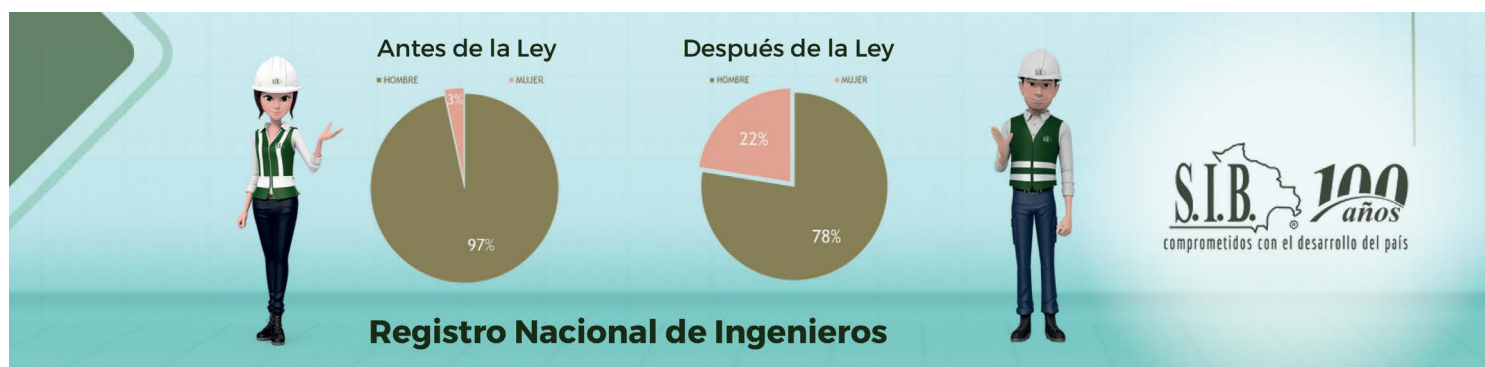
La utilización del agua de lluvia no provoca conflictos a nivel de comunidad, representa tecnologías de bajas inversiones adecuadas al contexto además de que no genera problemas de contaminación y está al alcance de todos.

En áreas urbanas los SCALL pueden componer un sistema de SUDS que eviten problemas generados a partir de un evento extremo, para ello puede ser requeridas grandes inversiones por que el agua almacenada dependerá del suelo o techo que esté conectado.

La ausencia de mecanismos de intercambio y diseminación del conocimiento constituyen los factores que limitan su aplicación, aprovechamiento y perfeccionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MMAyA. **GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO CON TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS**. Primera ed. 2010.
- Guerreo, A., Hernández, C., Morales, A. **Diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia para Adaptación al Cambio Climático**, Jornadas y exposición científica III Versión. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Dirección de investigación ciencia y tecnología. 2017.
- Morales A. **Diseño de módulo sanitario ecológico con tecnologías alternativas para la comunidad de Salazar Pampa**. [Licenciatura]. Sucre, Bolivia: Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca; 2017.
- Srur, F. (2020). **Análisis de la respuesta hidrológica ante un Sistema de Drenaje Urbano Sostenible en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa**. [Licenciatura]. Santa Rosa, Argentina: Universidad Nacional de la Pampa; 2017.



Evaluación de la resistencia a compresión del hormigón con adición de vidrio reciclado como agregado grueso en la ciudad de La Paz

Ing. Carla Andrea Aramayo Guzman – R.N.I. 18756

Es ingeniero civil de la Universidad Mayor de San Andrés, con cursos de especialización en “Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) con enfoque a la circularidad Universidad Mayor de San Andrés- Cooperazione Internazionale, Movimientos de remoción en Masa. Experta en contrataciones de obras nacionales e internacionales. Diplomada en Educación Superior Universitaria.

RESUMEN

Actualmente la práctica del reciclaje ha tomado más fuerza, y busca ser aplicada en todos los campos posibles. El vidrio es un material ideal para este propósito; puede ser reciclado una infinidad de veces. El vidrio reciclado no solo se suscribe a la recogida para reutilización o fabricación de envases o elementos decorativos sino que también puede pasar a formar parte como material de construcción principalmente, como reemplazo de agregado o aditivo con fines estéticos.

El uso de vidrio reciclado tiene múltiples beneficios para el medio ambiente, desde permitir ahorrar energía y reducción de residuos sólidos hasta reducir el consumo de materias primas.

Palabras clave: *Reciclaje- recycling, vidrio- glass, agregado- aggregates for the concrete.*

INTRODUCCIÓN

La construcción, es un sector idóneo para fomentar el uso racional de residuos de este tipo ya que consume grandes volúmenes de materias primas y genera escombros

procedentes de la demolición de edificios. Por otra parte el interés por utilizar residuos de construcción y demolición en las nuevas edificaciones, como alternativa que contribuya a la solución del problema ambiental que origina la eliminación de los mismos. La ciudad de La Paz tiene en funcionamiento la primera planta de transformación de residuos de construcción y demolición, produciendo 64 toneladas por día coadyuvando en la mejora del medioambiente, con estos áridos, la planta produce losetas y adoquines que por ahora están en fase de evaluación.

La introducción del vidrio reciclado como agregado reciclado, para la elaboración de hormigón se dan por el año de 1970, presentándose el problema de la reacción (Álcali-sílice) que provoca grietas superficiales en el hormigón debido a una expansión generada por la reacción entre el sílice amorfo presente en el vidrio con la pasta de cemento de naturaleza alcalina; actualmente varios estudios, técnicas y la ingeniería de materiales permiten controlar las reacciones álcali-sílice, dentro de las cuales están el empleo de cemento de bajo contenido alcalino, usar aislantes en la superficie del vidrio para impedir las reacciones, el vidrio soda cálcico es el vidrio comercial más común y el menos costoso. Sus componentes principales son: óxido de silicio (SiO_2 71-73%), óxido de sodio (Na_2O 12-14%) y óxido de calcio (CaO 10-12%). Se utiliza principalmente para la fabricación de envases (botellas, jarros, vasos de uso diario) y vidrio para ventanas (en la industria de la construcción y automotriz). La proporción en que se encuentran algunas impurezas en la materia prima afecta a la coloración del vidrio, fundamentalmente el óxido de hierro (Fe_2O_3), el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el óxido de cromo (Cr_2O_3). Los vidrios soda cálcicos de color verde tienen la mayor concentración de estas impurezas

(hasta un 7% en peso) lo que los hace aptos para el uso referido en la construcción, contrariamente a los de color ámbar o incoloro tienen una menor proporción (2,5% y 0,5% respectivamente).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante los últimos años el sector de la construcción ha crecido debido al aumento de la población demográfica. De acuerdo a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el 2022 el país sobrepasaría los 12 millones de personas. La población cruceña en el 2021 sería de casi 3,4 millones de habitantes (28%), mientras que La Paz alcanzaría los 3 millones (26%) de habitantes.

Este incremento de población afecta proporcionalmente al medio ambiente, en especial en la producción de residuos sólidos, por lo cual se van buscando alternativas ecológicas como sustitutos de los materiales de construcción, una alternativa la constituyen los residuos de construcción y demolición llamados RCD. Así también otra parte de los residuos sólidos (aproximadamente un 20%, es constituido por vidrio).

En Bolivia las empresas cerveceras, fábricas de vinos, ron, refrescos y conservas, empresas productoras de medicamentos, así como por el consumo de bebidas y líquidos de la población, utilizan envases de vidrio, que no son reutilizados. Por lo que en su gran mayoría, van a parar a los vertederos municipales o a los bordes del río.

Otro aspecto que incrementa y repercute negativamente en el medio ambiente, es la explotación de los agregados naturales debido a la demanda que se tiene para consumo como materia prima en la construcción de obra civil, la explotación de los recursos naturales no renovables como lo son los agregados naturales, tiende a escasear en épocas y carecen de un control adecuado al no tener un límite de explotación. Consecuencia de la sobreexplotación de árido es la pérdida de flora, fauna, desestabilización por el movimiento de tierras que alteran el paisaje del lugar y contamina las riberas de los ríos por las empresas chancadoras.

Analizadas estas situaciones, se incursiona en plantear el vidrio reciclado como sustituto de un porcentaje de agregado grueso y realizar la evaluación de la resistencia a compresión.

OBJETIVO PRINCIPAL

El presente estudio tiene como principal objetivo la evaluación de la resistencia a compresión del mortero de hormigón con vidrio reciclado como sustituto de parte del agregado grueso. A su vez permitir la reducción del

empleo de materias primas no renovables, brindando materiales de construcción alternativos procedentes de material reciclado que responda con características de resistencia y durabilidad mejores o similares a la de los materiales tradicionales. El uso de vidrio reciclado ayuda a ahorrar energía y es menos costoso, además de reducir residuos y el consumo de materias primas.

METODOLOGÍA APLICADA

La investigación se llevó a cabo en cuatro etapas:

1. Recopilación de experiencias previas y diseño de la mezcla con agregado natural.
2. Selección y estudio de materiales: Agregados y vidrio reciclado.
3. Elaboración de probetas base y con sustitución de material.
4. Evaluación cualitativa y cuantitativa de las características del hormigón fresco y endurecido, repercutiendo en la resistencia a compresión.

Elaboración de probetas de hormigón con sustitución de agregado fino por vidrio reciclado: ensayos de resistencia del hormigón

Se fijó como parámetro de diseño de la mezcla un hormigón que alcanzara como mínimo 210 kg/ cm² de resistencia promedio a los 28 días, para lo cual se realiza la dosificación de mezcla según la tabla 1.

TABLA 1: DOSIFICACION DE PROBETAS

TAMAÑO DE AGREGADO				
Diam. Max. 20mm				
CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO				
Viacha especial IP-40				
RESISTENCIA PREVISTA probetas cilíndricas				
210 kg/cm ²				
DATOS AGREGADOS:				
Agregado	Peso Específico s.s.s	Absorción %	P. Unitario Suelto gr/cm ³	P. Unitario Asentado gr/cm ³
Arenas Fina	2,70	0,53	1,46	1,54
Grava 3/4"	2,63	1,51	1,47	1,60
Observaciones:				

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO (Agregado SSS):			
Componentes	Volumen Absoluto m ³	Peso por m ³	Volumen m ³
Cemento	0,188	350	0,340
Agua	0,193	193	0,193
Arena Fina	0,334	900	0,618
Grava 3/4"	0,346	911	0,618
TOTAL	1.000	2354	

Fuente: Elaboración propia

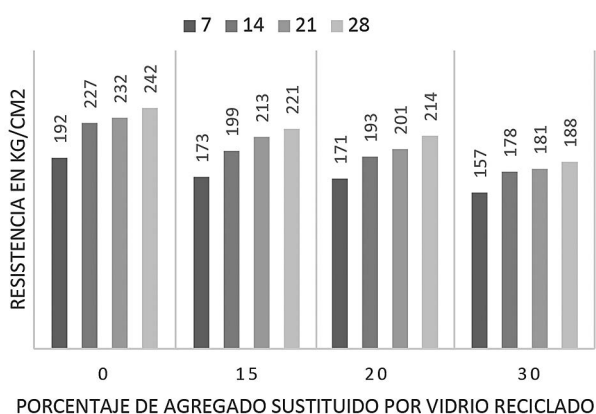
El tratamiento de los agregados para la mezcla, las dimensiones de las probetas utilizadas, desmolde y curado fue realizado siguiendo la norma ASTM C-31.

En estado endurecido se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en probetas de 10x20 cm y de 15x30 cm, a las edades de 7, 14, 21 y 28 días.

RESULTADOS

Puede observarse en la ilustración siguiente que a los 28 días, la probeta convencional con 0% de vidrio reciclado como sustituto de agregado cumplió con el requerimiento de resistencia 242 kg/cm² (establecido en 210 kg/cm²); mientras que las probetas con adición de vidrio alcanzaron (220 kg/cm², 214 kg/cm² y 187 kg/cm²) en correspondencia a los porcentajes de sustitución de vidrio reciclado (15%, 20% y 30%).

Ilustración 1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION SEGUN PORCENTAJES DE AGREGADO SUSTITUIDO Y EDADES DE ROTURA



Fuente: Elaboración propia

A pesar de ello, es notable que resistencia a los 28 días alcanza un valor superior al de diseño hasta la sustitución de un 20% del agregado de vidrio reciclado como sustituto.

Un factor importante observado, es el control intenso en la dosificación en las muestras con sustitución de agregado así como condiciones de control en estado fresco. Siendo que este estudio aún está en proceso, es importante mencionar sobre reactividad álcali-sílice, que no se han observado deterioros en la superficie de las probetas ensayadas hasta los 28 días.

Al utilizar desechos de vidrio en la elaboración de hormigón se puede obtener similares valores respecto a las propiedades mecánicas, al mismo tiempo que se contribuye de manera sostenible con el ambiente y la sociedad.

Con este proyecto se pretende aprovechar el 100 % de los desechos de botellas de vidrio enviados a los rellenos sanitarios o botaderos, considerando que cada materia prima extraída del ambiente es un desecho potencial al medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://www.bolivia.com/tecnologia/noticias/economia-circular-se-abre-campo-en-la-paz-con-reciclaje-de-escombros>
- Estado Plurinacional de Bolivia, Reglamento de la Ley N° 1333. (1992). REGLAMENTACIÓN DE LA LEY N° 1333 DEL MEDIO AMBIENTE. REGLAMENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. BOLIVIA.
- IBNORCA. (Noviembre de 1996). Residuos sólidos- Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales. Norma Boliviana 743. Bolivia.
- ALAVEDRA, P. 1998. La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Instituto Juan de Herrera. MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X. [en línea]. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html> [Consulta: 4 de mayo de 2013].
- AGUILA, H, V. 2006. Residuos de Construcción y Demolición. Tesis de maestría. Instituto Juan de Herrera, 2007. 50p
- Marcelo R. Proaño. (2008). *Temas de Hormigón Armado. (1era edición)*. [Online] <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/indice-00-00-00-00.htm> [Abril 26, 2016].
- SANCHEZ, M. 2015. El vidrio reciclado Ciudad México, México.

Estimación de Espectros de Respuesta de Aceleración Sísmica Aplicando Redes Neuronales Artificiales

Ing. Jaime Choque Cuellar – R.N.I. 43138

Es ingeniero civil de la Universidad Técnica de Oruro.

RESUMEN

Se genera un modelo predictivo a través de redes neuronales artificiales para la estimación de espectros de respuesta de aceleración sísmica con base a parámetros tales como: la magnitud del evento sísmico, la falla geológica asociada al evento y otros. Para la generación del modelo se recurre a las observaciones de eventos sísmicos históricos registrados por el PEER, se aplica una red tipo *Perceptron Multicapa* con algoritmo de entrenamiento *Backpropagation* y funciones de activación tipo *ReLU*. Las métricas de *validación del modelo* corresponden a un $mse=0.047$ y a una covarianza entre los valores reales y estimados de $cov=0.954$.

PALABRAS CLAVE: Espectros de respuesta sísmica, redes neuronales artificiales, machine learning, aceleración sísmica.

INTRODUCCIÓN

Se puede definir a las redes neuronales artificiales como una nueva forma de utilizar la computación inspirada en modelos biológicos, las redes neuronales permiten obtener un modelo no explícito que relaciona las características de un conjunto de variables de salida con las características de un conjunto de variables de entrada.

Estimar las aceleraciones sísmicas para determinar un espectro de respuesta con base en parámetros regionales tales como la magnitud del evento o la profundidad del hipocentro o el tipo de falla geológica no es una tarea sencilla de abordar, no existe un algoritmo definido para

resolver tal cometido; los métodos tradicionales tales como la regresión lineal múltiple no son funcionales ante este tipo de escenarios donde la correlación entre las variables tiende a ser poca o casi inexistente. Desarrollar el potencial de estas técnicas de nueva generación del machine learning es una tarea aún pendiente dentro el campo de la ingeniería civil en el país que merece ser abordada.

DE LOS DATOS APLICADOS

A nivel local, lastimosamente no se cuenta con un registro de observaciones necesario para la aplicación de técnicas de machine learning para la generación de modelos predictivos similares al buscado en esta investigación, entonces, para el desarrollo de este trabajo ha sido necesario recurrir a otras fuentes de información como las observaciones del Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) NGA-West2 que “incluye un conjunto muy grande de movimientos del suelo registrados en terremotos de *corteza superficial* en todo el mundo en regímenes tectónicos activos desde 2003 hasta 2011” (Ancheta D. et al., 2013, p. iii). Esta base de datos contiene uno de los conjuntos de metadatos más completos, que incluyen diferentes medidas de distancia, varias caracterizaciones de sitios, datos de fuentes de terremotos, etc. Los registros tomados corresponden para un amortiguamiento del 5%.

Dentro de las aceleraciones de PGA (*Peak Ground Acceleration*) registrados en el dataset del PEER, se encuentra valores tan ínfimos que van desde $3.65E-7(g)$ hasta valores sumamente grandes como $1.77(g)$, a fin de poner en contexto estos valores de PGA, estos se restringieron a las *aceleraciones mínima y máxima* ($0.04g$ y $0.32g$ respectivamente) presentadas en el mapa probabilístico de amenaza sísmica para Bolivia elaborado por el observatorio San Calixto.

El registro original del PEER cuenta con, 21540 observaciones junto a más de 250 características de los movimientos del suelo, tras una serie de depuraciones por valores duplicados, por valores atípicos, etc. y a una transformación de variables categóricas a variables numéricas, además de considerar ahora al periodo como una variable predictora, finalmente se llega a contar con una total de **238170 observaciones** junto a 18 características a ser evaluadas por la red. Estas **18 características** fueron seleccionadas de acuerdo a criterio del autor, con base en la complejidad que representan en su interpretación.

Tabla 1
Variables Aplicadas al Entrenamiento de la Red Neuronal

VARIABLES PREDICTORAS	
1) La Magnitud del evento sísmico (<i>Earthquake Magnitude</i>)	
La escala de la magnitud	2) ML (Magnitud local)
(<i>Magnitude Type</i>)	3) Ms (Magnitud de ondas de superficie)
	4) Mw (Magnitud de momento sísmico)
	5) mb (Magnitud de ondas de cuerpo)
	6) U (No definido)
Mecanismos de falla geológica	7) 00 (<i>Strike-Slip</i>) Falla transcurrente
(<i>Mechanism Based on Rake Angle</i>)	8) 01 (<i>Normal</i>) Falla normal
	9) 02 (<i>Reverse</i>) Falla inversa
	10) 03 (<i>Reverse - Oblique</i>) Falla inversa-oblicua
	11) 04 (<i>Normal - Oblique</i>) Falla normal-oblicua
12) La profundidad del hipocentro (<i>Hypocenter Depth (km)</i>)	
13) La distancia epicentral (<i>EpiD (km)</i>)	
14) La distancia al hipocentro (<i>HypD (km)</i>)	
15) La distancia de Joyner&Boore (<i>Joyner-Boore Dist. (km)</i>)	
16) La distancia más cercana desde el sitio de registro hasta el área de falla (<i>CIsD (km)</i>)	
17) La velocidad de onda de Corte (<i>Vs30 (m/s) selected for analysis</i>)	
18) Periodo de vibración para los primeros tres segundos (<i>T(s)</i>)	
VARIABLES A PREDECIR	
1) Pseudo-aceleración para los primeros tres segundos (<i>Psa(g)</i>)	

Del 100% de las observaciones, es necesario destinar ciertos porcentajes para el entrenamiento de la red, la validación y la prueba del modelo. El entrenamiento de la red se realiza con el 80% de las observaciones, de este porcentaje se aparta un 10% para la validación. La prueba o test de las predicciones del modelo se realiza

con el restante 20%, en este porcentaje se incluyen observaciones que no fueron empleadas ni en la fase de entrenamiento ni en la fase de validación, es decir, representan nuevos escenarios para testear o probar la calidad del modelo generado.

Lo que se busca es que, a partir de nuevos datos de entrada, este modelo sea capaz de estimar de manera fiable unos valores de *pseudo-aceleración sísmica* para los primeros 3 segundos, lo que vendría a representar el espectro de respuesta buscado. Es necesario aclarar que estas variables necesitan ser estandarizadas para evitar sesgos durante la fase de entrenamiento. De acuerdo al análisis de correlación realizado, la relación existente entre estas variables respecto a la variable objetivo (*pseudo-aceleración*) es baja, por lo que aplicar una técnica de predicción tradicional resultaría ineficiente ante estas condiciones.

DEL MODELO GENERADO

Una red neuronal necesita aprender y para ello necesita ser entrenada, este entrenamiento se realiza proporcionando a esta red un gran conjunto de datos etiquetados u observaciones, es decir, cada observación viene dado con la parte antecedente y consecuente del fenómeno observado. Este entrenamiento es un proceso iterativo de prueba y error evaluando diferentes topologías de red, resolver una red neuronal es encontrar los pesos adecuados entre las conexiones neuronales entre capa y capa, el éxito de este entrenamiento se mide a través de métricas de validación como ser: el error cuadrático medio (*mse*), la covarianza entre el valor estimado y el valor real (*cov*), etc. El modelo generado por la red neuronal deberá buscar alguna relación presente entre las variables evaluadas, es ahí donde se hace evidente el verdadero potencial del uso de las redes neuronales artificiales respecto a otros métodos tradicionales de predicción como la regresión lineal múltiple.

En este trabajo, la topología más adecuada encontrada para el modelo predictivo tras varios ensayos de prueba y error corresponde a la configuración: **18x400x400x400x400x1** (una capa de entrada con 18 neuronas para los 18 atributos a evaluar, cinco capas ocultas cada una con 400 neuronas y una capa de salida que presenta la estimación de la aceleración), este modelo fue validado con un error cuadrático medio ***mse=0.047*** y una covarianza entre la estimación y el valor real de ***cov=0.954*** tras 250 iteraciones (*epochs*). El tipo de red neuronal aplicado corresponde a la clase Perceptron multicapa con un algoritmo de entrenamiento *Backpropagation* con optimizador *adam*. Se emplearon funciones de activación tipo rectificador lineal unitario (*ReLU*) para las conexiones de las neuronas entre las

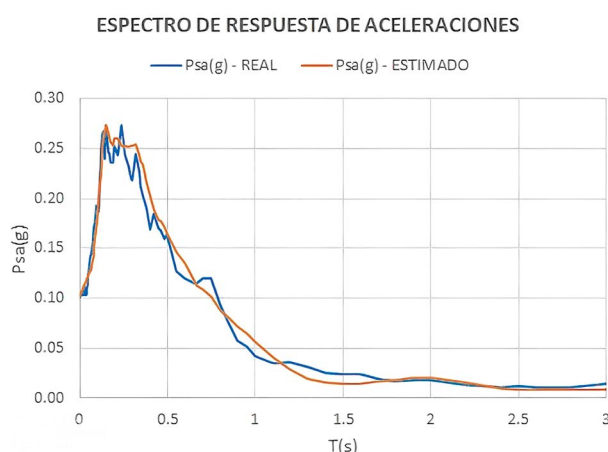
capas ocultas y una función tipo *Lineal* para la capa de salida. Toda la parte que conlleva con la definición de la red, con su entrenamiento y con la generación del modelo, ha sido realizado basándose en el lenguaje de programación *Python*. El modelo ha sido empaquetado en un archivo con extensión *h5*, actualmente se está trabajando en la fase de implementación de este modelo predictivo de inteligencia artificial a través de su puesta en producción mediante un aplicativo online.

DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS

La **Figura 1** presenta la comparativa entre el *espectro de respuesta estimado por el modelo* y el *espectro real* para el registro sísmico *RSN 140* del PEER.

• Record Sequence Number (RSN): 140	
Magnitud del sismo (<i>Earthquake Magnitude</i>):	7.35
Escala de la magnitud (<i>Magnitude Type</i>):	Mw
Falla Geológica (<i>Mechanism Based on Rake Angle</i>):	02
Profundidad del Hipocentro (<i>Hypocenter Depth (km)</i>):	5.75
Distancia Epicentral (<i>EpiD (km)</i>):	117.66
Distancia Hipocentral (<i>HypD (km)</i>):	117.80
Distancia de Joyner y Boore (<i>Joyner-Boore Dist. (km)</i>):	89.76
Distancia hacia el Plano de Falla (<i>CltD (km)</i>):	91.14
Velocidad de onda de corte (<i>Vs30 (m/s) selected for analysis</i>):	302.64
Periodo de Vibración (<i>T(s)</i>):	0 - 3s

Figura 1: Espectro de Respuesta Real y Estimado por el Modelo para el RSN 140



La estimación es aceptable, se mantiene la forma del espectro de respuesta estimado respecto al espectro real. El resultado es similar para otros casos evaluados.

CONCLUSIONES

Se ha logrado generar un modelo predictivo de espectros de respuesta de aceleración sísmica en función a los parámetros mencionados en la sección anterior aplicando redes neuronales artificiales con un error cuadrático medio de $mse=0.047$ y una covarianza entre espectros reales y estimados de $cov=0.954$.

El preprocesamiento de datos es fundamental a la hora de trabajar con redes neuronales, es posible generar modelos predictivos en problemas de ingeniería civil que carezcan de un algoritmo de solución siempre y cuando se cuente con la cantidad de observaciones adecuada para tal efecto.

Gran parte del éxito de generar modelos predictivos fiables a través de redes neuronales, radica en la fase de entrenamiento de la red.

Un número mínimo de neuronas y capas ocultas puede no ser del todo conveniente a la hora de generar modelos predictivos fiables, así como una cantidad exagerada puede llevar al sobreajuste impidiendo la generalización ante nuevos casos.

El número de iteraciones durante el entrenamiento de la red aumenta la calidad de la predicción, pero puede que no se presente mayor mejora ante un número exagerado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancheta D., T., Barragh B., R., & Stewart P., J. (2013). PEER NGA-West2 Database.
- Bojorquez Mora, J., Ruiz, S., & Bojorquez, E. (2011). Estimación de Espectros de Respuesta Inelásticos utilizando RNA. XVIII Congreso de Ingeniería Sísmica, Mexico.

Plastiforte apoyando a grandes proyectos de agua.

Plastiforte^P
Tecnología y soluciones para el agua



Los clientes de Plastiforte trabajan con los proyectos más importantes en todo el país, logrando un alto impacto, beneficiando a miles de familias. Ahora conoceremos 5 de los proyectos más importantes en los que se han utilizado tecnología y soluciones que son parte de la oferta comercial de Plastiforte.

Caso 1: Renovación de la red de agua potable del Casco Viejo de Cochabamba

La asociación accidental Sur Energy & Asociados ejecutó en el Distrito 10 del Municipio de Cochabamba el proyecto de renovación de la red de agua potable, modernizando 42 kilómetros de tubería, utilizando el Supertubo® HDPE de Plastiforte, cubriendo un área de 1'547.600 m² en casco viejo y centro histórico de Cochabamba, donde además se han instalado 2630 acometidas, 21 válvulas purgadoras de aire, 6 puntos de

control con válvulas purgadoras de aire y 38 hidrantes.

En este proyecto Plastiforte brindó los servicios de instalación de tubería a través de la tecnología Trenchless, por lo que se pudo hacer la instalación de la tubería sin abrir zanjas, evitando el cerrar calles y reduciendo al mínimo las molestias para los vecinos y comercios que trabajan en la zona de ejecución del proyecto; y también se aprovisionó al proyecto con accesorios de electro y termofusión prestando el servicio de soldadura a través de estos modernos métodos.

Ahora el casco viejo de Cochabamba cuenta con una moderna red de agua potable, libre de fugas, conexiones clandestinas y pérdidas por agua no contabilizada que está al nivel de las redes de agua potable de las principales capitales del mundo y con una garantía de 50 años.

Caso 2: Construcción de Sistema de Agua por Bombeo Katiri – Municipio de Llallagua

La empresa constructora Olsmayer estuvo a cargo de la construcción de un sistema de agua por bombeo para el municipio de Llallagua en Potosí, para este proyecto la empresa constructora se contactó con Plastiforte para poder contar con productos garantizados, es así que la empresa trabajó con Supertubo® HDPE de Plastiforte, accesorios de termofusión y 2 bombas multietapa de 150 HP de la marca SAER.

En este caso Plastiforte además de proveer estos elementos también trabajó en el montaje y puesta en marcha del proyecto, este moderno sistema automatizado permite que el sistema funcione de manera eficiente y segura.

Con este nuevo sistema de agua por bombeo que tiene una capacidad de bombear 20 litros por segundo a una altura máxima de 320 metros columna de agua, el municipio de Llallagua ha logrado garantizar el abastecimiento de agua en beneficio de su población.

Caso 3: Proyecto Multipropósito Pucarani, Batallas y El Alto

El proyecto Multipropósito de Agua Potable y Riego para los municipios de Batallas, Pucarani y El Alto tiene el objetivo de mejorar el abastecimiento de agua para estos municipios, además de mejorar y ampliar el uso de sistemas de riego en Pucarani y Batallas. Para este proyecto se utilizó más de 250 kilómetros de Supertubo® HDPE, accesorios de termo y electrofusión, así como accesorios estructurados (codos, tees, etc.) por Plastiforte en diámetros hasta de 800mm.

Este proyecto tiene un importante alcance porque beneficia a más 6000 familias en 56 comunidades de Pucarani y Batallas; dando agua para regar 4934 hectáreas de cultivos y aumentará la disponibilidad de agua potable en el municipio de El Alto, que es uno de los principales municipios de nuestro país.

Caso 4: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Pucara (Sacaba - Cochabamba)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Pucara construida en el municipio de Sacaba es un proyecto que tiene un triple impacto, ya que evita que la población tenga contacto con aguas contaminadas sin tratar, disminuye la contaminación del Río Sulti y brinda agua tratada para ser utilizada en el riego de cultivos.

En este proyecto Plastiforte ha participado con la provisión del equipamiento para dos filtros percoladores. Para cumplir con los requerimientos del proyecto la empresa montó una planta in situ para la fabricación de los paneles estructurados de polipropileno y los instaló al mismo tiempo dentro de cada tanque, cumpliendo con el trabajo requerido en un tiempo récord.

Caso 5: Instalación de válvulas en el municipio de Sacaba

En el municipio de Sacaba se ejecutó el proyecto de construcción de redes primarias del sector Este, al cual Plastiforte suministró la tubería HDPE y accesorios requeridos, dando continuidad a este proyecto. Plastiforte participó en la instalación de todo el sistema de válvulas, utilizando compuertas (entre 200 y 315mm), válvulas mariposa (entre 400 y 630 mm) y válvulas de purga de aire (entre 50 y 80mm). En este proyecto Plastiforte a través de su equipo técnico realizó el trabajo utilizando modernas soldaduras por los métodos de electrofusión y termofusión adaptándose al diseño de la red de agua que estaba construida, de esta manera se evitó realizar cierres prolongados en las vías, con el objetivo de no perjudicar a los vecinos de la zona donde se realizó este proyecto.



ACERGAL, encabeza la innovación en el mercado de las calaminas



Como líder del mercado de láminas de calamina prepintadas, Aceros Galvanizados S.R.L (Acergal), parte del Grupo Empresarial “GUTVAS”, ofrece la solución que se adapta a las necesidades de su proyecto.

Nuestra afamada línea Color Plus+, es cocida en el mercado por su amplia gama de colores, así como por su larga duración y durabilidad.

Con más de 25 años de trayectoria en el mercado, Acergal es una de las primeras empresas en comercializar el acero prepintado en Bolivia hace más de una década.

Hoy ofrecemos más de 20 colores más allá de los tradicionales Rojo Ferrari y Azul Zafiro, pues contamos con colores más llamativos como Chocolate o Verde Bosque y si busca una calamina con un acabado mate, nuestra línea Shingle es para usted. Hay un color para cada gusto.

¿Qué define nuestra Línea Prepintada Color Plus+?

En Primer lugar, la atención a los detalles es lo más importante para nosotros, así garantizamos que los materiales sean de alta calidad. Contamos con un amplio control de calidad, desde la obtención de la materia prima hasta el producto terminado, lo que nos da la capacidad de garantizar un buen resultado a nuestros clientes al momento de usar nuestras calaminas y tejas.

En segundo Lugar, cabe mencionar que nuestras calaminas prepintadas utilizan exclusivamente la pintura de la marca AKZONOBEL, de origen Holandés, la cual brinda características superiores de protección, tales como el acabado (color, textura, brillo y acabado estético), alta durabilidad, resistencia a la abrasión y radiación ultravioleta.



La línea de Calaminas Prepintadas Color Plus+ de Acergal ofrece distintos beneficios que la hacen perfecta para el uso en sus proyectos de construcción, como un alto recubrimiento de Alu-Zing y pintura, siempre superior a 25 micras, con un excelente desempeño contra la abrasión y radiación ultravioleta, con un tiempo de vida útil más larga que otros materiales de construcción.

La calamina Prepintada se ha convertido en un material muy popular por su versatilidad, ya que puede utilizarse en la obra que elija, desde las más comerciales como la calamina ondulada y trapezoidal hasta formas con un estilo más elegantes como la Teja Española y la Teja Americana, y en diferentes colores para adecuarse a los requisitos de diseño de cada proyecto.

También mencionar todas las variedades de espesores y anchos que hemos estandarizado para ofrecer la solución más completa. Con nuestra experiencia como líder en el mercado, le aseguramos un buen resultado eligiendo nuestra línea de Calaminas Prepintadas Color Plus+, calidad y estilo inigualable. Esperamos apoyar su futuro proyecto con el asesoramiento de expertos en techado, así como con un excelente servicio al clientes al momento de visitar una de nuestras sucursales en todo el país.

¿Qué productos nuevos y cuál es la tendencia en estilo para este 2023?

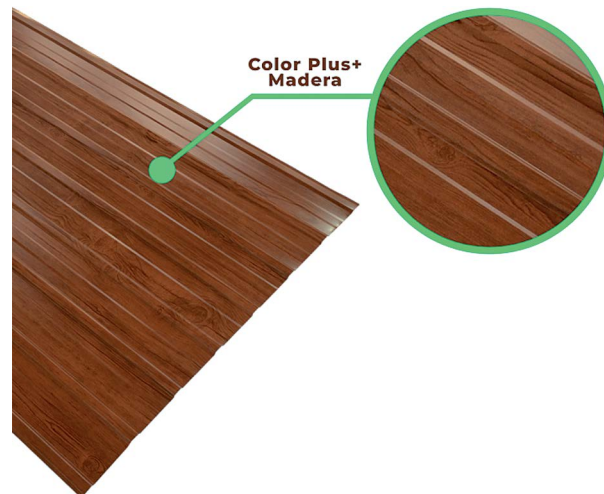
Acergal está inspirada en la innovación, nuestro slogan lo dice todo, "Innovación en Acero". Nuestro equipo siempre busca nuevos productos y soluciones para el mercado, con la idea de ofrecer a nuestros clientes una experiencia única a la hora de elegir sus materiales de construcción.



Una nueva adición es la línea de Calaminas Prepintadas Galvalum Plus. Es una alternativa más económica a la línea Color Plus+, con la misma materia prima y estándares de calidad pero, con un proceso de finalización diferente, mantiene un alto recubrimiento de Alu-zinc, en este caso con color. De esta manera, conseguimos que la lámina final obtenga un color de efecto metálico, algo que da al material un acabado distintivo y elegante, añadiendo resistencia al producto contra la corrosión y a los rayos UV para alargar su tiempo de vida.

Además, recientemente introdujimos al mercado láminas con pintura madera, con un aspecto de madera real, ideal para salir de lo común con un estilo diferente. La ventaja de esto es que tiene la apariencia de ese material pero no

es necesario preocuparse por el costo o el mantenimiento que tendría al usar madera real, las láminas de calaminas son asequibles y necesitan poco mantenimiento.



¿Sabía que nuestras láminas de calamina se pueden utilizar de diversas maneras, no solo como techo?

Se puede utilizar como revestimiento de paredes tanto interiores como exteriores. Un ejemplo es nuestro modelo plegado de pared, el cual es excelente para techos interiores ya que da una buena apariencia estética, por lo que es muy usado en galpones. Otro ejemplo es utilizar las hojas de calamina como diseño decorativo de interiores, para que así pueda conseguir ese aspecto especial que está buscando para su tienda o cafetería. No se limite a las formas tradicionales de utilizar el material de construcción, hoy en día el estilo de construcción industrial está rompiendo esquemas y tomando la delantera en tendencias de diseño, lo invitamos a inspirarse en nuevas e innovadoras maneras de construir su proyecto. Acergal Innovación en Acero.

Conoce más en

Acergal.com.



ENERGIZAMOS EL DESARROLLO RESPETANDO EL MEDIO AMBIENTE

Hansa Ltda., a través de su división Proyectos & Servicios, en su mejora continua y actualización de procesos ha invertido en plataformas que nos permiten gestionar de mejor manera los proyectos que nuestros clientes nos confían, en este sentido buscamos ser un aliado estratégico de nuestros clientes en el ámbito eléctrico, siendo un proveedor de materiales y servicios de alto valor. **A continuación mencionamos algunas de las plataformas digitales que nos permiten mejorar la ejecución de los proyectos.**

Sistema de gestión de procesos internos

Adquisición de materiales, servicios, equipos para los proyectos.



ProcessMaker

Sistema de control de almacenes (Materiales, equipos y herramientas)



SICAL

Sistema de gestión financiera global

Gestión financiera para control y optimización de costos.



SAP

Sistema de control de proyectos

Seguimiento de proyectos en línea.



Project Server

Sistema de gestión de atención al cliente

Atención personalizada al cliente.



CRM



Sistema de Gestión
ISO 9001:2015

www.tuv.com
ID 900014246



SUSCRIPCIONES DE SOFTWARE PARA INGENIERÍA (PERPETUAS, ANUALES O MENSUALES).

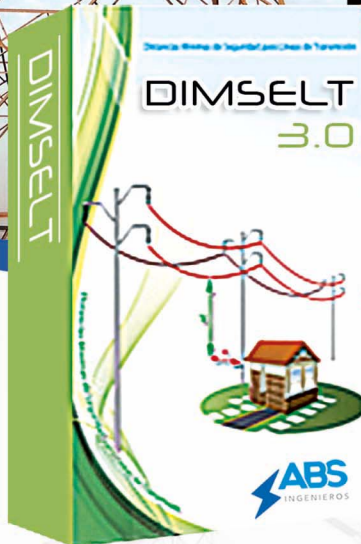
COMO RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL, PRECIOS ESPECIALES PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y ESTUDIANTES.

CURSOS DE CAPACITACIÓN PRESENCIALES O VIRTUALES (NIVEL BASICO O AVANZADO).

ASESORAMIENTO DE TESIS Y PROYECTOS DE GRADO.

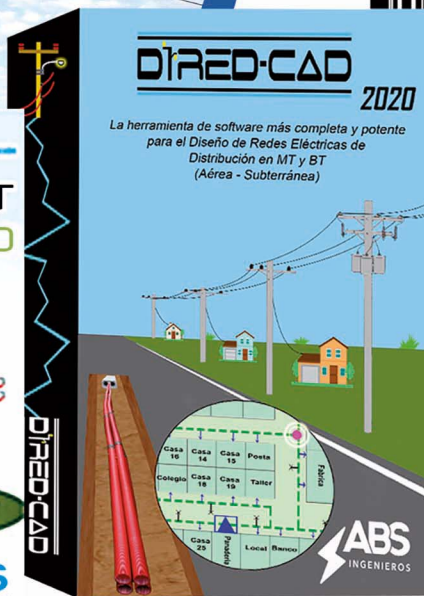
ASISTENCIA TECNICA PERMANENTE.

ORGANIZACIÓN DE SEMINARIOS Y
EVENTOS INTERNACIONALES.



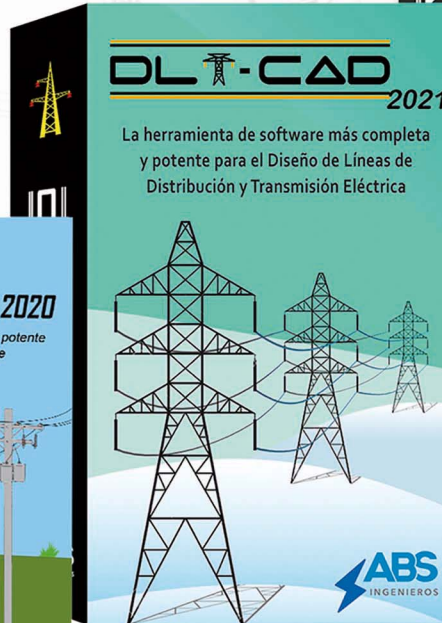
DIMSELT 3.0

Software que permite evaluar y analizar el cumplimiento de las Distancias Mínimas de Seguridad entre conductores eléctricos de Líneas de Transmisión y edificaciones cercanas.



DÍRED - CAD 2022

Herramienta tecnológica de última generación que unifica todas las fases del diseño de una Red de Distribución eléctrica aérea o subterránea (MT/BT).



DIREC - CAD 2021

Software para diseño de Redes de Distribución y Líneas de Transmisión eléctrica, que automatiza todo el proceso del diseño mecánico y eléctrico. (AT/MT/BT).



CAMRELT v.2021

Software para Cálculo Mecánico de Estructuras, para Redes de Distribución eléctrica (MT/BT)

Desarrollado por:



EMPRESA DE SERVICIO SELCON S.R.L.

 (591) 71558837

 selconsrl2020@gmail.com



Calamina Línea **Color Plus+** **NEGRO JET SHINGLE**



30 MICRAS DE
PINTURA



GARANTIZAMOS
10 AÑOS
DE PINTURA



ACABADOS
ALTAMENTE
DECORATIVOS



MAYOR
RESISTENCIA
ESTRUCTURAL



ACERGAL

Conoce más sobre este producto

Acergal.com

Sucursal **El Alto**: Av. Litoral Z. Rosas Pampa Industrial #145
Sucursal **El Alto**: C. Nery Z. 16 de Julio #2869
Sucursal **El Alto**: Av. 6 de Marzo (Altura Surtidor Ventilla) #212
Sucursal **La Paz**: Av. Ballivián C. 11 Z. Calacoto #498
Sucursal **Santa Cruz**: Av. Doble Vía la Guardia Entre 4° y 5° Anillo Z. Jenecherú #4115
Sucursal **Tarja**: Av. Julio Delio Echazú Casi Av. Circunvalación (Lado EMTAGAS y DRR.RR.)

 **Línea Gratuita**
800 10 1732