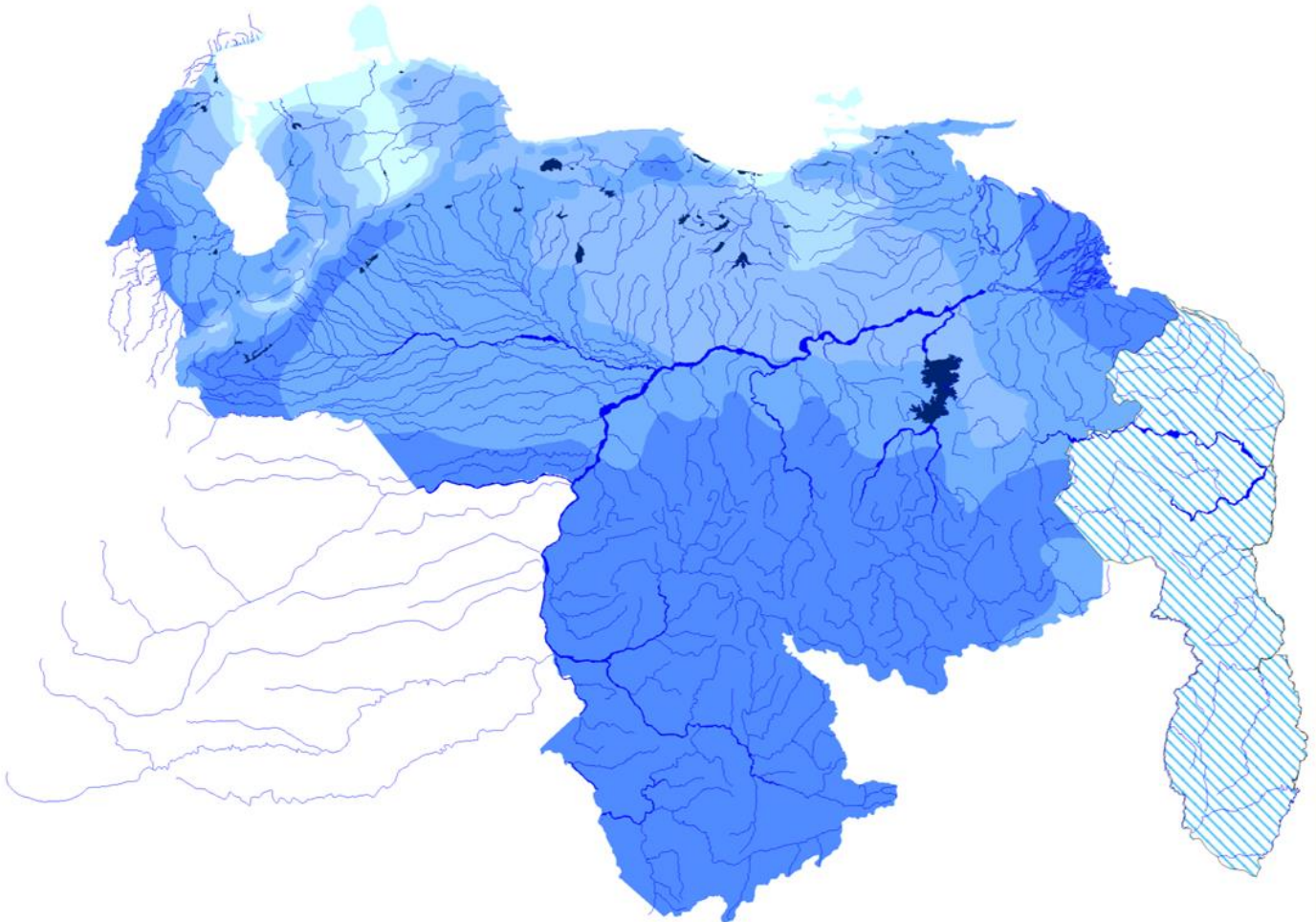


Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos (Memorias)

Del 17 al 21 de octubre, 2022



Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos

Instituciones co-organizadoras:

Academia Nacional de la Ingeniería y del Hábitat (ANIH)
Universidad de los Andes (ULA)
Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT)
Universidad Central de Venezuela (UCV)
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ)
Universidad de Carabobo (UC)
Academia de Mérida

Presidente del Comité Organizador

Eduardo Buroz (ANIH)

Vicepresidente del Comité Organizador

Luis Sandia (CIDIAT-ULA / AM)

Comité Científico:

Coordinador: Luis Mora (CIDIAT-ULA)
Adriana Márquez (CIHAM-UC)
Hervé Jégat (CIDIAT-ULA)
Franklin Paredes (UNELLEZ)
Oscar Silva (UCV)

Comité Técnico:

Coordinadora: Belkis Echenique (ANIH)
Kretheis Márquez (CIDIAT-ULA / CCCA-ULA)
Verónica Joffre (CCCA-ULA)
Lenis Prado (CIDIAT-ULA)

Coordinación del Comité Ampliado:

Luis Mora (CIDIAT-ULA)

Diagramación Memorias

Kretheis Márquez (CIDIAT-ULA / CCCA-ULA)
Oscar Tinjacá (CIDIAT-ULA)

Patrocinantes:

FARMSTILL CLIMA Y TECNOLOGÍA
FUNDACIÓN LAS PLUMAS
DCKSTUDIOS
Comisión Central de Coordinación Ambiental
de la Universidad de Los Andes



Contenido

I. Objetivos del Simposio	iv
II. Modalidad del Simposio.....	iv
III. Programa	v
IV. Instalación	1
Palabras de Bienvenida al Segundo Simposio Nacional de Recursos Hídricos	2
V. Resúmenes	9
V.1. Formación profesional y consideraciones sobre la información básica	10
Creación e implementación de un sistema portátil de adquisición de datos para un banco de pruebas de generador eléctrico de baja potencia para la conversión de energía hidráulica	11
Aplicación de las imágenes de la evapotranspiración global con MOD16 para la elaboración del balance hídrico en Venezuela	13
Comparación de dos métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria sobre la cuenca del río Chirgua en el estado Carabobo usando imágenes satelitales.....	14
Caracterización hidroclimática, geomorfométrica y del uso y cobertura de la tierra como insumos para la gestión de las inundaciones desde una perspectiva local en la costa ecuatoriana	15
Caracterización edafoclimática de un sector de La Otra Banda desde quebrada Buena Vista hasta quebrada La Ceibita en el municipio Torres, estado Lara, Venezuela.....	16
V.2. Gestión del agua, institucionalidad y gobernanza - Procesos y riesgos: ecohidrología, inundaciones, sequía y cambio climático, contaminación	17
Modelo de prestación de servicios de agua potable y saneamiento a escala municipal en Venezuela	18
Gestión del agua en cuencas altoandinas de abastecimiento urbano ante la incidencia del cambio climático, el caso de la subcuenca del río Mucujún, en el estado Mérida.....	19
Evaluación de los recursos hídricos usando información de las misiones satelitales Grace/Grace-Fo y SMOS en la cuenca del río Orinoco.....	22
Estructuras prehispánicas en los llanos de Barinas, alternativa de solución para los problemas de drenaje	23
Modelado de transporte y transformación de plaguicidas organoclorados en ríos	24
Evaluación de la influencia del uso de los recursos de la cuenca del río Yaracuy sobre la calidad del agua del embalse Cumaripa.....	25
Protección de Caracas contra Aludes Torrenciales	26
Inundaciones, epidemias: una posible convergencia en la gestión de sus riesgos	27
V.3. Disponibilidad de agua y gestión de cuencas hidrográficas - Nuevos enfoques aplicados a la gestión de los recursos hídricos	28



El análisis de sensibilidad ambiental como instrumento para la zonificación ecológica - económica de cuencas hidrográficas. Caso de estudio: microcuenca La Pedregosa-La Resbalosa. Mérida-Venezuela	29
Diseño de microcentrales de generación hidroeléctrica usando infraestructura de los embalses Pao Cachiche, Pao las Balsas, Dos Cerritos, el Pueblito en Venezuela	30
La GIRH y la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas.....	31
La gestión integral del agua y sus aportes para el logro de los ODS	32
Remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel usando un sistema de biofiltración con diferentes empaques orgánicos.....	33
El micromodelo torrencial: enseñanza a través de la visualización y la experimentación	34
V.4. Usos del agua, seguridad alimentaria e hídrica - Hidroinformática. Modelos de simulación	35
Las fuentes de agua por regiones hidrográficas de Venezuela, con fines de abastecimiento de la agricultura bajo riego.....	36
Cuantificación de la demanda de agua para riego en una zona semiárida del Valle de Quibor, mediante el uso del modelo CROPWAT 8.0. De la FAO, estado Lara, Venezuela.	37
La Cosecha de agua como técnica de Seguridad Hídrica	38
Aplicación de técnicas contemporáneas de drenaje urbano en el campus de la UNAL Bogotá...	39
Calibración de modelos matemáticos de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua del lago de Valencia, utilizando imágenes satelitales.....	40
Boorie.AI, su apoyo a sistemas de APyS y al ODS 6.0	42
Validación de modelos de pronóstico de variables de operación del sistema de embalses del Acueducto Regional del Centro.....	43
V.5. Aportes del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM - UC).....	44
Administración sostenible de los recursos hídricos de la zona norte del municipio Guacara del estado Carabobo.....	45
Análisis de la variabilidad espacial y temporal de los constituyentes presentes en las aguas y suelos de las zonas de explotación petrolera de los estados Anzoátegui y Monagas.....	46
Análisis de la vulnerabilidad de acuíferos de los municipios Guacara y San Diego del estado Carabobo.....	47
Análisis espacio – temporal de parámetros biofísicos en el estado Aragua usando imágenes satelitales	48
Análisis espaciotemporal de los índices biofísicos en la cuenca del río Pao.....	49
Detección de cambio de uso y cobertura terrestre para modelado de gestión de humedales tropicales.....	50
Efectos del transporte de sedimentos de la cuenca del río Chirgua sobre la capacidad de almacenamiento del embalse Pao Cachinche con el uso de imágenes satelitales	51
Enfoque de método para la modelación del riesgo de inundaciones en una cuenca tropical.....	52
Evaluación de hábitats con potencial para corredores ecológicos en el estado Carabobo – Venezuela	53



Evaluación de la influencia de la variación espacio temporal de la cobertura vegetal sobre la producción hídrica de la cuenca del río Chirgua, estado Carabobo-Venezuela	55
Evaluación de la influencia del balance de componentes hidrogeoquímicos sobre el uso sostenible del agua del acuífero de San Diego en el período 2015 – 2018.....	56
Formulación de relaciones matemáticas entre el cloro residual, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo público en el municipio Valencia, estado Carabobo	58
Gestión integrada de recursos hídricos, una prospectiva necesaria.....	60
Modelación de la erosión hídrica y el transporte de sedimentos en una cuenca del embalse Pao-Cachinche	62
Modelación de parámetros físico-químicos del embalse Pao Cachinche utilizando la reflectancia superficial desde imágenes de satélites Landsat.....	64
Modelado dinámico de los procesos de remoción de materia orgánica y nitrógeno de los efluentes de tenería utilizando un reactor por lote secuencial	66
Modelado geoestadístico espacio-temporal de parámetros hidrogeoquímicos en el acuífero de San Diego, Venezuela.....	68
Modelos para el diseño de filtros anaeróbicos de flujo ascendente separados en dos y tres fases	69
Predicción espacio-temporal del balance hídrico en la cuenca del río Urama, Venezuela.....	70
Propuesta de remediación de suelos y aguas subterráneas en un acuífero de Venezuela mediante modelación geoestadística de transporte de hidrocarburos	72
Propuesta para el manejo de los desechos de colados de fruta en una empresa de alimentos infantiles	74
Un enfoque metodológico para la predicción espacio-temporal del rendimiento del agua en cuencas sin registros.....	76
Validación de modelos de estimación del proceso lluvia- escorrentía en la cuenca del río Unare (Guárico-Anzoátegui)	78
Validación de modelos de transporte de sedimentos en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo, usando imágenes de satélite.....	79
Reactivación de tres bancos de prueba de generadores eléctricos de alta, media y baja potencia para la conversión de energía hidráulica	81
Evaluación de la operación del embalse Pao-Cachinche en el período 1983-2009	82
Evaluación de la variación temporal de la concentración de contaminantes de efluentes emitidos por grupos industriales a la cuenca del Lago de Valencia	84
Requerimientos constitucionales de los sistemas de evaluación ambiental en las obras de ingeniería.....	86
Prototipo de infiltrometro automatizado.....	88
VI. MEMORIAS INTERACTIVAS	89

I. Objetivos del Simposio

Este simposio tiene como objetivo constituir una plataforma de actualización y discusión sobre el estado del arte de los recursos hídricos en Venezuela, sus características, potencialidades, amenazas y problemas, en la que todos los interesados desde los sectores de la administración pública, la academia, la investigación, la participación ciudadana, los medios de comunicación y la opinión pública relacionada puedan presentar distintos puntos de vista sobre la gestión del agua en el país como aspecto fundamental para el desarrollo y el logro de la sostenibilidad.

El simposio está abierto a la participación como ponentes a la extensa comunidad de gestores de conocimiento y actores de desarrollo vinculados a los recursos hídricos de Venezuela, o de experiencias en otros ámbitos geográficos que puedan enriquecer la experiencia venezolana al respecto.

II. Modalidad del Simposio

En su segunda edición para el desarrollo del simposio se diseñó un aula virtual, alojada en el Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje del Programa de Educación a Distancia del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de nuestra Ilustre Universidad de Los Andes (ULA) - <https://cidiatula.com/aulavirtual> -. El Programa se planificó día a día en modalidad asíncrona y síncrona. En el caso de la modalidad síncrona la misma se desarrolló del lunes 17 al viernes 21 en horas de la tarde con ayuda de un servicio de videoconferencia basado en la nube y retransmisión directa.

III. Programa

Lunes 17 de octubre

Instalación	
Hora	Tarde (sesión síncrona)
02:30 p.m.	Palabras de Bienvenida. Eduardo Buroz. Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH)
03:15 p.m.	Conferencia Magistral: Plan de Iniciación: Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela. Luis Sandia (director del CIDIAT - ULA) y Yamel Pérez (PNUD, Venezuela)
04:00 p.m.	Preguntas y Respuestas

Martes 18 de octubre

Formación profesional y consideraciones sobre la información básica	
Hora	Mañana (sesión asíncrona)
09:00 a.m.	Creación e implementación de un sistema portátil de adquisición de datos para un banco de pruebas de generador eléctrico de baja potencia para la conversión de energía hidráulica. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
09:30 a.m.	Aplicación de las imágenes de la evapotranspiración global con MOD16 para la elaboración del balance hídrico en Venezuela. Angela Henao (CIDIAT - ULA)
09:40 a.m.	Comparación de dos métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria sobre la cuenca del río Chirgua en el estado Carabobo usando imágenes satelitales. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
10:00 a.m.	Caracterización hidroclimática, geomorfométrica y del uso y cobertura de la tierra como insumos para la gestión de las inundaciones desde una perspectiva local en la costa ecuatoriana. William Méndez (Universidad Técnica de Manabí)
10:20 a.m.	Caracterización edafoclimática de un sector de La Otra Banda desde quebrada Buena Vista hasta quebrada La Ceibita en el municipio Torres, estado Lara Venezuela. José Lozano (CIDIAT - ULA)

Formación profesional y consideraciones sobre la información básica	
Hora	Tarde (sesión síncrona)
02:30 p.m.	Conferencia Magistral: Consideraciones estructurales en el diseño de obras hidráulicas, su importancia y propuestas de soluciones docentes. Sergio Marín (ANIH)
03:15 p.m.	Conferencia Magistral: Desarrollo de una red académico privada de estaciones hidrometeorológicas. Abraham Salcedo (UCV)
04:00 p.m.	Conferencia Magistral: Empleo de medios de información agroclimática en Venezuela. Cuando la dificultad es el contexto. Oscar Silva (UCV)
04:45 p.m.	Preguntas y Respuestas

Miércoles 19 de octubre

Gestión del agua, institucionalidad y gobernanza - Procesos y riesgos: ecohidrología, inundaciones, sequía y cambio climático, contaminación	
Hora	Mañana (sesión asíncrona)
09:00 a.m.	Modelo de prestación de servicios de agua potable y saneamiento a escala municipal en Venezuela. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
09:20 a.m.	Gestión del agua en cuencas altoandinas de abastecimiento urbano ante la incidencia del cambio climático, el caso de la sub-cuenca del río Mucujún, en el estado Mérida. Alberto Pérez (CIDIAT - ULA)
09:40 a.m.	Los Sistemas de Alerta Temprana en la Gestión Integrada de Riego. Hervé Jégat (CIDIAT - ULA)
10:00 a.m.	Evaluación de los recursos hídricos usando información de las misiones satelitales Grace/Grace-Fo y SMOS en la cuenca del río Orinoco. Franklin Paredes (UNELLEZ)
10:20 a.m.	Estructuras prehispánicas en los llanos de Barinas, alternativa de solución para los problemas de drenaje. Rafael España (UNELLEZ)
10:40 a.m.	Modelado de transporte y transformación de plaguicidas organoclorados en ríos. Samuel Cárdenas (CIHAM - UC)
11:00 a.m.	Evaluación de la influencia del uso de los recursos de la cuenca del río Yaracuy sobre la calidad del agua del embalse Cumaripa. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
11:20 a.m.	Protección de Caracas contra Aludes Torrenciales. Francois Courtel (UCV)

Gestión del agua, institucionalidad y gobernanza - Procesos y riesgos: ecohidrología, inundaciones, sequía y cambio climático, contaminación

Hora	Tarde (sesión síncrona)
02:30 p.m.	Conferencia Magistral: Inundaciones urbanas, Cambio Climático, Vargas y Las Tejerías. José Luis López (UCV)
03:15 p.m.	Palabras de Introducción al Glosario de Términos en Hidrología. Dr. Eduardo Buroz (ANIH)
03:15 p.m.	Saludo del presidente de la Real Academia española (RAE). Dr. Antonio Colino
03:30 p.m.	Conferencia Magistral: Las implicancias del correcto uso de terminologías aplicadas a la Gestión de Recursos Hídricos y Agua. Axel Dourojeanni (The Nature Conservancy, Chile)
04:15 p.m.	Saludos del Coordinador del Grupo IFI-LAC UNESCO. Dr. Alfonso Gutiérrez
04:20 p.m.	Exposición del Proyecto de Léxico del Grupo IFI-LAC. Alejandro Vargas (Universidad de Querétaro)
05:00 p.m.	Preguntas y Respuestas

Jueves 20 de octubre

Disponibilidad de agua y gestión de cuencas hidrográficas - Nuevos enfoques aplicados a la gestión de los recursos hídricos

Hora	Mañana (sesión asíncrona)
09:00 a.m.	El análisis de sensibilidad ambiental como instrumento para la zonificación ecológica - económica de cuencas hidrográficas. Caso de estudio: microcuenca La Pedregosa-La Resbalosa. Mérida-Venezuela. Yhimaina Trejo (Escuela de Geografía ULA)
09:20 a.m.	Diseño de microcentrales de generación hidroeléctrica usando infraestructura de los embalses Pao Cachiche, Pao Las Balsas, Dos Cerritos, El Pueblito en Venezuela. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
09:40 a.m.	La GIRH y la gestión integrada de cuencas hidrográficas. Kretheis Márquez (CIDIAT - ULA)
10:00 a.m.	La gestión integral del agua y sus aportes para el logro de los ODS. Luis Sandía (CIDIAT - ULA)
10:20 a.m.	Remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel usando un sistema de biofiltración con diferentes empaques orgánicos. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
10:40 a.m.	El micromodelo torrencial: enseñanza a través de la visualización y la experimentación. José Luis López (UCV)

Disponibilidad de agua y gestión de cuencas hidrográficas - Nuevos enfoques aplicados a la gestión de los recursos hídricos	
Hora	Tarde (sesión síncrona)
02:30 p.m.	Conferencia Magistral: Energía solar y eólica en espejos de agua. Nelson Hernández (ANIH)
03:15 p.m.	Conferencia Magistral: HydroBID. Mauro Nalesso (BID)
04:00 p.m.	Preguntas y Respuestas

Viernes 21 de octubre

Usos del agua, seguridad alimentaria e hídrica - Hidroinformática. Modelos de simulación

Hora	Mañana (sesión asíncrona)
09:00 a.m.	Las fuentes de agua por regiones hidrográficas de Venezuela, con fines de abastecimiento de la agricultura bajo riego. Abigail Castillo (MINEC)
09:20 a.m.	Cuantificación de la demanda de agua para riego en una zona semiárida del Valle de Quibor, mediante el uso del modelo CROPWAT 8.0. De la FAO, estado Lara, Venezuela. José Lozano (CIDIAT - ULA)
09:40 a.m.	La cosecha de agua como técnica de aumento de seguridad hídrica. Luis Mora (CIDIAT - ULA)
10:00 a.m.	Aplicación de técnicas contemporáneas de drenaje urbano en el campus de la UNAL- Bogotá. Maryori Puente (CONAGUA México)
10:20 a.m.	Calibración de modelos matemáticos de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua del lago de Valencia, utilizando imágenes satelitales. Adriana Márquez (CIHAM - UC)
10:40 a.m.	Boorie AI. Su apoyo a los sistemas de agua potable y saneamiento y al ODS 6. Luis Mora (CIDIAT - ULA, DCKStudios)
11:00 a.m.	Validación de modelos de pronóstico de variables de operación del sistema de embalses del Acueducto Regional del Centro. Oscar González (CIHAM - UC)

Usos del agua, seguridad alimentaria e hídrica - Hidroinformática. Modelos de simulación

Hora	Tarde (sesión síncrona)
02:30 p.m.	Conferencia Magistral: Usos del Agua Seguridad Alimentaria e Hídrica. María Alejandra Moreno (Universidad de Sao Paolo)
03:15 p.m.	Conferencia Magistral: La problemática de la cuenca del Lago de Valencia: prioridades de política pública para una solución sustentable. Abel Mejía (Consultor Senior del Banco Mundial)
04:00 p.m.	Preguntas y Respuestas
04:45 p.m.	Clausura

IV. Instalación

Palabras de Bienvenida al Segundo Simposio Nacional de Recursos Hídricos

Para la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat es muy grato recibirlos en la ocasión de celebrar un nuevo Simposio Nacional de Recursos Hídricos. Este año la Academia, conjuntamente con el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial y la Academia de Mérida y con el apoyo de la Universidad Central de Venezuela, de la Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora y de la Universidad de Carabobo han invitado a instituciones como la Asociación Venezolana del Agua (Global Water Partnership Venezuela) y Global Water Partnership Suramerica a sumarse este esfuerzo por difundir el conocimiento que va surgiendo de las universidades y centros de investigación en una serie de materias que fueron escogidas por los organizadores como aspectos cruciales para el avance del comprensión de los procesos que incumben a la mejor gestión de las aguas, de su comportamiento natural, de la recuperación de su calidad y de la necesaria la formación y actualización académica.

Los organizadores del Simposio invitamos a instituciones académicas, asociaciones técnicas profesionales, entidades gremiales, empresas consultoras y usuarios de agua a concurrir con su soporte y difusión de nuevos conocimientos. Nos es muy grato informar que tres empresas del sector privado nos han honrado con su patrocinio y concurrencia.

Se trata de la empresa Plumas y Asociados C.A. que declara su visión como *proveer soluciones agropecuarias integrales, bajo un sólido esquema financiero, apoyados por la capacidad innovadora y el crecimiento continuo de su capital intelectual*. La sociedad acumula 38 años de experiencia, lo cual es un lapso significativo. Su contribución a la tecnificación del desarrollo agropecuario se evidencia en sus guías técnicas y videos demostrativos. Esperamos que aquellas novedades que aprecien como útiles para los agricultores y ganaderos en el Simposio, sean difundidas a través de los medios que utilizan para tal fin.

También ha brindado su soporte la firma Farm Still, que es una empresa proveedora de equipamiento agrotecnológico para el manejo de la relación agua – suelo – planta, capaz de medir y transferir a centros de procesamiento datos climatológicos, luz disponible para las plantas, salinidad y humedad del suelo, nivel de clorofila en el cultivo y otros sensores.

Igualmente, concurre al evento la empresa DCK Studios, que es una agencia de diseño computacional con sedes en Barcelona (España), Medellín (Colombia) y próximamente en Mérida (Venezuela) está vinculada a la creación de activos digitales, registro e interpretación de datos, con énfasis en seguimiento y control de movilidad de productos, analítica y ciencia de datos, inteligencia artificial y aceleración del adelanto digital de empresas.

La presencia de este tipo de empresas constituye un indicador del proceso de transformación que está ocurriendo en el conocimiento y en las nuevas técnicas para la gestión de las aguas.

Al hacer contabilidad de los trabajos recibidos y, sin menoscabo de las otras muchas contribuciones de diversas instituciones y actores, es necesario hacer un reconocimiento al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo. Los científicos de

ese Centro proveyeron ideas y desarrollaron múltiples líneas de investigación que produjeron tal cantidad de trabajos que se decidió presentar uno por cada área temática del evento y los demás pueden ser consultados en el aula virtual.

Esta bienvenida es también una manifestación de gratitud al equipo humano que lo ha hecho posible, en primer lugar, al incansable Coordinador General del Simposio Dr. Luis Eduardo Mora Mora, profesor del CIDIAT, seguido del Comité Científico constituido por los Doctores Adriana Márquez, profesora del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo y Franklin Paredes de la UNELLEZ, y por el candidato a doctor, Ing. MS Oscar Silva de la facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, asesorados todos por el Dr. Herve Jegat profesor del CIDIAT, a ellos les cupo la misión cumplida a cabalidad de dar a conocer las bases técnicas del Simposio, organizar el proceso de recepción y selección de propuestas de trabajo, admisión de los resultados de los arbitrajes de los artículos presentados y la selección final con base a los ajustes realizados por los autores según los dictámenes de los revisores.

Especial agradecimiento al equipo técnico constituido por la Ing. MS Kretheis Márquez, profesora del CIDIAT y la Ing. Belkis Echenique, Secretaria de la Comisión de Ambiente de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, quienes asistidas por la Geógrafa Verónica Joffre, investigadora de la Comisión Ambiental de la Universidad de los Andes y la Licenciada Dilia Pestana de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat tuvieron la responsabilidad de la difusión del evento y de la recepción y verificación de los videos bajo los cuales se expondrán los trabajos. Con reconocimiento especial a Ing. Márquez por el desarrollo del aula virtual que recogerá toda la documentación surgida del evento.

Cuando se realiza un trabajo de equipo de esta magnitud, suele faltar tiempo para nombrar a los múltiples colaboradores en todos los órdenes sin cuya contribución no sería posible realizar el evento, personal de secretaria, ayudantes, auxiliares, estudiantes colaboradores, diseñadores, técnicos en computación y sistemas digitales de comunicación y muchos más a todos ellos nuestro más profundo agradecimiento.

Esta bienvenida es también una presentación de lo que será el evento y de las razones que privaron en la selección de los temas que serán tratados.

Es menester iniciar recordando el desarrollo expansivo y modernizador de la gestión de recursos hídricos, de su inserción en el ámbito mayor de la gestión ambiental, de su transformación del abordaje sectorial a la comprensión de su condición integral, del uso inmediato desde el caudal fluente al transporte y distribución desde lugares cada vez más lejanos, de comprender que más allá de beber, cocinar, asearnos, y satisfacer las necesidades de plantas y ganado, había otros usos que demandaban conocimiento como aprender a transformar su energía de posición o su energía cinética en energía mecánica. De tomar conciencia que, en ausencia de caminos y carreteras, nuestro país se comunicaba por ríos.

Que fuimos capaces de comprender que para preservar su disponibilidad y satisfacer nuestras necesidades era necesario planificar, que para regular el flujo de los distintos ríos había que construir represas. En fin, que no somos unos neófitos en el manejo de las aguas. Docenas de libros escritos por venezolanos dan cuenta de nuestros conocimientos. Miles de obras esparcidas por todo el país, de diversas magnitudes satisfacen las necesidades de agua. Ciertamente es que algunas requieren mejoras, reparaciones o mantenimientos que con seguridad sabremos hacer.

Por eso es siempre necesario comenzar por la historia. En ella encontramos nuestra íntima valoración. Somos crisol de razas, bien, a esa conjunción, los hombres llegados de las tierras áridas tanto de la Península como de las islas Canarias aportaron conocimientos en el manejo del agua, que se tradujeron en leyes sobre múltiples temas vinculados a ella. Los aborígenes localizados en tierras áridas también lo sabían y quizás por eso la integración fue más fácil en esas zonas. Los habitantes de zonas inundables habían desarrollado un modelo de agricultura que les permitió asentarse en esas regiones.

Los intercambios producto de desplazamientos de los pueblos tienen consecuencias y una de ellas es la movilización y adaptación de animales domésticos o el agotamiento de las poblaciones de animales silvestres por su abundancia y facilidad de caza. La desaparición de los grandes mamíferos americanos, algunos autores lo relacionan con la llegada de las poblaciones asiáticas por el congelado estrecho de Bering. Lo cierto es que no había grandes mamíferos en las llanuras venezolanas, pero ellas eran atractivos ecosistemas para el desarrollo de la ganadería bovina y caballar, como en efecto ocurrió. Quizás por eso se abandonó la práctica de cultivo en túmulos que ahora estamos redescubriendo. Carne y unas cuantas verduras en las vegas de los ríos cercanos a las casas, comida para la cual no se necesitaba la complejidad de la agricultura en camellones. Así trascurrieron más de cuatrocientos años en los llanos venezolanos.

La historia es partera de la Nación. Solo podremos respetarnos en la medida que podamos alcanzar el nivel de abstracción necesario para observar nuestro pasado, entender el presente y poder imaginar el futuro.

En este Simposio vamos a hablar de futuro. Un Simposio es un evento especial de comunicación profesional y científica, estructurado de modo que permite considerar diversas facetas de un mismo asunto, generando un conocimiento posible de ensamblar para tratar posteriormente el problema complejo objeto del Simposio.

Ese problema complejo que queremos tratar posteriormente está constituido por los principios, directrices, investigaciones, levantamiento de información, conocimiento de avances internacionales, elementos legales e institucionales que deben conformar el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas, previsto en el artículo 46 de la Ley de Aguas (2006), donde se establece como estratégico y orientador, y con un horizonte de planificación de largo plazo.

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat ha venido participando en reuniones de expertos sobre el enfoque que debe darse al Plan, el cual, a tenor de lo previsto en el artículo citado, debe contener

1. Las disponibilidades y
2. Las demandas de agua para las regiones hidrográficas,
3. La estimación del balance actual y prospectivo
4. Las decisiones sobre trasvases entre regiones hidrográficas
5. La identificación de las cuencas hidrográficas prioritarias y
6. El uso primordial al que se destinarán las aguas en cada caso.
7. La definición de lineamientos y directrices para la distribución de las aguas, entre las distintas actividades que demanden su uso y según su importancia socio-económica.



Se puede apreciar que ese es el enfoque bajo el cual se formuló el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos publicado en 1972.

Los intercambios de opinión mencionados han evidenciado posiciones diferentes entre los expertos; por eso la Academia decidió elevar la escala de análisis y solicitó la colaboración del CIDIAT, que es el órgano de mayor jerarquía en investigación y docencia de gestión de recursos hídricos y aprovechamientos hidráulicos de Hispanoamérica. Como resultado ambas instituciones decidieron llevar adelante simposios nacionales de recursos hídricos. El primero fue una exploración del conocimiento disponible a partir de diversas conferencias sobre una temática acorde con las posibles necesidades del Plan. El resultado fue excelente por la elevada participación y por la intervención activa de los asistentes al simposio.

El segundo simposio, aunque mantiene las conferencias magistrales sobre los aspectos temáticos se abrió a la presentación de trabajos en esas áreas, de modo de tener una evaluación más fundamentada del avance en el conocimiento nacional sobre los temas catalogados como fundamentales y que constituyen el núcleo de este evento.

Desde el inicio se invitó a participar a la Academia de Mérida como órgano de máxima jerarquía académica estructurado de modo intercolegiado donde puede producirse una mayor complementación entre las disciplinas que no pueden dejar de considerarse en la formulación de un plan de gestión integral de las aguas.

Los avances de estas actuaciones fueron comunicados a la comunidad de expertos en planificación y gestión el Día de Agua del año 2021, allí se precisó que este trabajo tenía una meta concreta: *establecer nuevos enfoques en la planificación de recursos hídricos e hidráulicos para Venezuela, capaces de conducir a la publicación de un documento sobre criterios y principios para el desarrollo de un nuevo plan de aprovechamiento de recursos hídricos e hidráulicos en Venezuela.*

Con el propósito claro se indagó sobre las configuraciones metodológicas para realizar el trabajo. Surgieron tres perspectivas:

- Repetir el proceso de planificación seguido en los sesenta – setenta con nuevas técnicas.
- Renovar el proceso concibiéndolo más amplio al sumar nuevos usuarios e ir más allá de las técnicas conocidas a la aplicación de nuevos métodos
- Reformular conceptualmente el proceso introduciendo complementaciones como relación agua – energía, ordenamiento del territorio, servicios ambientales del agua, ahorro del agua, nuevas tecnologías de obtención de información, posibilidades financieras, técnicas empresariales, etc.

A esas consideraciones se sumaron otras sobre el horizonte del plan y una más sobre la capacidad actual en cuanto a personal requerido para realizarlo.

Sin embargo, afortunadamente se ha alcanzado un consenso en cuanto a la definición y alcances de los planteamientos en consideración. Esto facilita la toma de decisiones.

1. Una política hidráulica es previa al plan. Establecido un acuerdo sobre el propósito y contenido de la política, se debe verificar su concordancia legal e institucional vigente y efectuar los ajustes que sean necesarios. Igualmente se debe constatar el orden de magnitud de los recursos financieros para llevarla a cabo y la demanda y oferta de personal para ejecutarla. Con ambos elementos restrictivos considerar el cumplimiento de las necesidades prioritarias.
2. Un plan para administrar el equipamiento físico e institucional para la gestión de las aguas. Es necesario conocer el estado actual de la infraestructura para prestación de los servicios, de la degradación de cuencas, de los servicios administrativos, del recurso humano disponible en cuanto a número y entrenamiento. Bajo este enfoque el plan estaría destinado a resolver lo prioritario. Se requerirá modular las inversiones y dotar las instituciones de técnicos y profesionales formados bajo nuevos conocimientos propios de la revolución tecnológica y gerencial. Este enfoque procura poner en valor lo que se dispone. No plantea cambios en el marco jurídico vigente sino usarlo acorde a sistemas gerenciales eficientes.
3. Un plan desde la sociedad civil y para las urgencias significativas. Bajo este enfoque se pretende aliviar las consecuencias de los servicios ineficientes con los recursos que se disponen en el marco político vigente. Acompañar a las personas y procurar mejoras sanitarias y de disponibilidad del recurso con soluciones al alcance de la gente. Desplegar investigaciones y análisis de posibilidades de desarrollo de los recursos hidráulicos en los medios universitarios. Impulsar la concienciación de cumplimiento de los deberes ambientales. Procurar la formación de ciudadanía verde. Valorar la baja tecnología.

También se han alcanzado consenso en cuanto a que:

1. La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, el CIDIAT ULA y las universidades que deseen sumarse deben limitarse a formular un documento que contenga los criterios y principios que deben seguirse para formular un nuevo plan de aprovechamiento de recursos hídricos e hidráulicos para Venezuela. Cada uno de los tres enfoques podría ser objeto de una conceptualización de criterios y principios.
2. Es necesario acometer sin dilación el proceso de actualización, formación y entrenamiento de una generación profesional de relevo capaz de utilizar las últimas herramientas técnicas disponibles y de comprender los planteamientos prospectivos y analíticos que se requerirán para concretar las propuestas del plan.
3. Se debe incorporar la experticia requerida para establecer criterios conceptuales, recomendaciones y lineamientos para el desarrollo de aspectos programáticos, institucionales, administrativos, financieros, legales, de recursos humanos y de participación. Es por eso que es tan importante la participación de la Academia de Mérida, tal como se mencionó previamente.
4. Un plan de gestión integral de las aguas como instrumento de desarrollo debe concebirse en el marco de un plan general de desarrollo económico y social de la nación y debe ser concurrente con el plan de ordenamiento territorial.
5. Un plan orientado a satisfacer necesidades de la gente puede desarrollarse según lo existente, en el plano de la realidad concreta y obedece a la noción de **primero la gente**.

Establecido el propósito de este Simposio como *conocer nuestras capacidades con el mayor fundamento posible pues proviene de los propios profesionales e investigadores*, conviene indicar los temas que fueron seleccionados y su por qué.

1. Formación Profesional. Se trata de conocer que se está enseñando actualmente en nuestras universidades en las distintas carreras y postgrados vinculados con la gestión de recursos hídricos y aprovechamiento de recursos hidráulicos.
2. Información básica: orientado a conocer el estado de las redes de captación de los datos hidrometeorológicos. El desarrollo de estaciones privadas y cómo integrarlas en red. La disponibilidad, uso y limitaciones de información de las redes mundiales.
3. Gestión del agua: reconceptualización desde la sociedad civil y los ciudadanos, las mesas de agua, la gestión condominial de las aguas, los acueductos propios, los pozos, las cisternas, las plantas micro potabilizadoras, el uso del agua de lluvia, el manejo del agua en el hogar.
4. Procesos y riesgos: los procesos que determinan la pérdida de calidad de las aguas, los que constituyen causas erosivas y sedimentaciones consecuentes, controles desde la ciudadanía, la conservación de calidad del espacio marino-costero, las inundaciones graduales, las crecidas, los aludes torrenciales, las afectaciones a infraestructuras, predicciones y pronósticos, el control de riesgos, las sequías, el cambio climático.
5. Disponibilidad de agua y gestión de cuencas hidrográficas. El uso múltiple de las aguas, el uso multipropósito de los embalses, las pilas hidráulicas, las prácticas comerciales de conservación de cuencas, modelos de gestión de campos de pozos, protección de zonas de recarga.
6. Nuevos enfoques aplicados a la gestión de recursos hídricos. Sistemas híbridos de generación hidroeléctrica, el reuso de las aguas, las mejoras tecnológicas de la desalación, la bioremediación, las unidades solares flotantes, la piscicultura, las granjas verticales, el riego por nebulización, las técnicas de condensación.
7. Usos del agua: mejoras en manejo de redes, sistemas de información geográfica, información en tiempo real, la participación de los usuarios en colecta de información, la agrotecnología, la microgeneración, los daños por fallas de suministro, la continuidad del servicio, la fiscalización e identificación de infracciones (inspecciones con drones).
8. Hidroinformática; modelos de simulación, modelos matemáticos, inteligencia artificial, uso de modelos mundiales, formación y entrenamiento de personal, nuevos sistemas de medición, agricultura de precisión, trazabilidad de agua embotellada.

El evento prevé dos actividades adicionales: una conferencia sobre un caso real que integra varias de las áreas temáticas a ser desarrolladas y una destinada al correcto uso de nuestro idioma al referirnos a muchos de los temas que serán expuestos. Esto es importante por el empeño que estamos poniendo a través de organizaciones como Global Water Partnership – Sudamérica y las Academias de Ingeniería en elevar el intercambio de información y de conocimiento y acrecentar el acervo común. Noten que he usado, espero que con certeza, las palabras hídrico e hidráulico. Esa doble denominación no es casual, es expreso y es necesaria. La palabra hídrico se refiere al agua como elemento de la naturaleza, no a sus usos. La palabra hidráulico trata del arte de conducir, contener, elevar y aprovechar las aguas.

Como dije cada tema contará con una ponencia central, concluyó dando las gracias a cada uno de los conferencistas invitados. Académicos ingenieros Sergio Marín, Jose Luis López y Nelson Hernández; profesora internacional ingeniero María Alejandra Moreno; consultores internacionales ingenieros Abel Mejía, Mauro Nalesso, Axel Dourojeanni y Carlos Sgro y el presidente de GWP. Sus disertaciones serán pauta para el tratamiento de los temas.

Al desear que este evento resulte satisfactorio para todos los asistentes y gratifique a quienes contribuyeron con su esfuerzo a hacerlo realidad, doy por instalado el Simposio y me dispongo a compartir salón con todos los colegas presentes con atención, disposición y mente abierta a los conocimientos que pueda asimilar. Estamos prestos a que dé comienzo el Simposio. Comencémoslo pues.

Muchas gracias

Eduardo Buroz Castillo

Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH)

Caracas, 17 de octubre de 2022

V. Resúmenes

V.1. Formación profesional y consideraciones sobre la información básica

Creación e implementación de un sistema portátil de adquisición de datos para un banco de pruebas de generador eléctrico de baja potencia para la conversión de energía hidráulica

Mairim Hortensia Márquez-Romance¹, Italo Américo Salazar¹, Bettys Elena Farías-De Márquez¹, Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Edilberto Guevara-Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

ammarquez@uc.edu.ve

En este estudio se describe la creación e implementación un sistema de adquisición de datos que facilite mediciones y agilice proceso de generación de curva característica de turbina Kaplan perteneciente al laboratorio de Hidráulica “Elías Sánchez Díaz” de la Escuela de Ingeniería Civil de Universidad de Carabobo (permita al usuario estudiar el proceso de generación hidroeléctrica a través de una turbina y de esta forma mostrar al usuario el comportamiento de la misma frente a cambios que puedan ocurrir en el proceso y así procesar gran cantidad de mediciones.

El proceso se llevó a cabo siguiendo una metodología de cuatro fases: **Fase 1. Selección de sensores y módulos de acondicionamiento de señal;** siendo el objetivo de esta fase, seleccionar los componentes a ser implementados en el sistema de adquisición de datos que permitirán medir la variable física de interés (especificando los rangos de presión, la compatibilidad de los instrumentos de medición con el medio, el Spam de la salida y tipo de salida (Digital o Analógica), tipo y numero de transductores que permitan definir tipo de acondicionamiento de señal requerido para asegurar óptima conversión Analógico/Digital y obtener una medida confiable que cumpla con rangos de tolerancia aceptables. **Fase 2. Diseño, implementación y programación del centro de control del sistema de adquisición de datos;** En esta etapa se busca generar el sistema patrón, un sistema virtual que permita verificar funcionamiento del sistema propuesto antes de ser implementado permitiendo asegurar su funcionamiento al igual que compatibilidad entre distintos bloques de medición y acondicionamiento. **Fase 3. Realización de pruebas y calibración de instrumentos transmisores, convertidores de señales y comunicación entre equipos;** Esta etapa consiste en verificar el funcionamiento del sistema de adquisición de datos implementado en comparación con el sistema virtual modulo por modulo (Adquisición de datos, Acondicionamiento de Señales, Transmisión de datos, Programación Matlab) y sistema completo para de esta forma identificar y minimizar errores, para obtener funcionamiento óptimo. **Fase 4. Generación de un manual de usuario y material de apoyo para el uso correcto del sistema;** En esta última fase se indica que el estado funcional del sistema de adquisición de datos requiere desarrollo de manual que explique metodología de funcionamiento.

Los sensores seleccionados para esta investigación son tres (3): el primero es un modelo HW 24PCBFA6D y los otros dos modelos HW24PCCFB6G, el sensor HW24PCBFA6D de tipo diferencial se emplea para las mediciones de vacío.

Como resultado se obtiene que la adaptación de la señal para su correcta interpretación en los procesos siguientes, requiere de la amplificación de la señal, la cual se logró mediante el diseño de un módulo de adaptación basado en amplificadores de instrumentación.

El desarrollo del Sistema de Adquisición de Datos (SAD), permitió optimizar la práctica del Laboratorio de Hidráulica “Elías Sánchez Díaz” que tiene por objetivo principal estudiar el comportamiento de la Turbina Kaplan. Esto se logró a través de la automatización de las mediciones de las presiones en los puntos estratégicos del sistema. Lo cual se refleja en la reducción del tiempo de ejecución de la práctica, en comparación con el procedimiento de medición manual.

Aplicación de las imágenes de la evapotranspiración global con MOD16 para la elaboración del balance hídrico en Venezuela

Angela Henao O.¹

¹ Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes (CIDIAT – ULA), Mérida - Venezuela.

hangelamaria@gmail.com

El balance hídrico es una herramienta que permite identificar zonas conflictivas o potencialmente conflictivas. Para poder manejar los recursos hídricos de un país es necesario conocerlos. El balance de agua es ideal para determinar la oferta de agua a nivel nacional y regional. Si la estimación es anual con valores promedios para un periodo “suficientemente largo”, se puede emplear la ecuación simplificada que considera solamente precipitación, evapotranspiración (ETP) y escorrentía. Se debe contar con una red de estaciones que facilite un análisis de alta resolución espacio-temporal, una situación complicada después del año 2000 sobretodo para el cálculo de la ETP.

Existen muy pocas estaciones que midan evaporación y lograr acceso a la información es complicado, más aún cuando no es de libre acceso como en la mayoría de los países a nivel mundial. Adicionalmente, la incertidumbre es elevada, hay pocas estaciones disponibles con registros de longitud reducida, incompleta o no actualizada. Esto es crucial porque no se deberían tomar decisiones con datos antiguos en un tiempo de cambio climático. NASA cuenta con un programa multimillonario para monitorear la tierra a través de satélites. En particular, el sensor MODIS a bordo de los satélites Terra y Aqua cubre el planeta cada 1-2 días y el MOD16 produce información de nivel 4, (resolución 500 m). El algoritmo para la ETP real está basado en la ecuación de Penman-Monteith, incluyendo dentro de su lógica datos diarios de reanálisis junto con imágenes de información dinámica de vegetación, albedo y cobertura. El resultado es aplicable para la gestión integral de los recursos hídricos y cuantificación de los efectos del cambio climático. La Universidad de Montana en EUA es responsable de esta componente del proyecto.

Esta tecnología se aplicó en el estudio sobre el estado de los recursos hídricos del país generándose la ETP anual y el balance hídrico nacional. Se determinó la disponibilidad de agua para cada región hidrográfica. Esta nueva metodología facilita el análisis a nivel de cuencas y cambia la perspectiva del análisis hidrológico tradicional, cuestionando muchas de las técnicas que aún se emplean en forma manual y no automatizada. Su uso significaría un avance en el área de la hidrología obligando a una actualización curricular. Se espera que para el Plan Integral de los Recursos Hídricos se emplee a nivel mensual, incluyendo la variable humedad del suelo mejorando la toma de decisiones bajo diferentes escenarios futuros.

Comparación de dos métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria sobre la cuenca del río Chirgua en el estado Carabobo usando imágenes satelitales

Eliana Figueira¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

elizabethelyan@hotmail.com , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve

El objetivo de esta investigación fue el de comparar dos métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria sobre la cuenca del río Chirgua, estado Carabobo, usando imágenes satelitales. El procesamiento de los datos obtenidos se realizó mediante la aplicación del Algoritmo para el Balance de Energía Superficial (SEBAL) y el uso de mediciones observadas a través de estaciones de monitoreo meteorológico. Para el desarrollo de la investigación se requiere disponer de información base, recopilada de diferentes fuentes públicas. Las imágenes satelitales de la cuenca del Río Chirgua, se adquirieron de la página web EarthExplorer USGS.

La información de estaciones meteorológicas fue recopilada de las bases de datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) y del Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana, ubicada en el estado Aragua. El procesamiento de datos comprende la explicación del procedimiento necesario para la aplicación de los modelos de determinación de temperatura para la estimación de la evapotranspiración diaria mediante el uso del Software ArcGIS 10.0.

Para el desarrollo de la investigación se hizo uso de herramientas de cálculo e imágenes de satélite contenidas en los programas de Sistemas de Información Geográfica y procesamiento de imágenes satelitales para la estimación de las variables físicas propias de la cuenca del río Chirgua mediante la aplicación de los métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria en función de los años. Se realiza la comparación de dos métodos de diferenciación de temperatura para estimar la evapotranspiración diaria sobre la cuenca del río Chirgua en el estado Carabobo usando imágenes satelitales. La estimación de la evapotranspiración mediante el método SEBAL requiere la estimación de 23 variables físicas mientras que el método de estimación basado en el modelo geoestadístico de Krigging Ordinario se selecciona uno de los 11 modelos disponibles para el ajuste entre observaciones y estimaciones de la evapotranspiración. La estimación de la evapotranspiración a través del modelo SEBAL proporciona como resultado una estimación que puede variar de una a tres veces los valores observados en campo, lo cual se ve afectado directamente por la cercanía al cambio de estación climática.

Caracterización hidroclimática, geomorfométrica y del uso y cobertura de la tierra como insumos para la gestión de las inundaciones desde una perspectiva local en la costa ecuatoriana

Williams Méndez^{1,2}, Julissa Anchundia¹, Duinght Bowen¹ y Jen Mendoza³

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Departamento de Construcciones Civiles. Avenida José María Urbina, Portoviejo EC130104, provincia de Manabí, Ecuador

² Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Centro de Investigación Estudios del Medio Físico Venezolano. Avenida J. A. Páez, El Paraíso 1020, Caracas, Distrito Capital, Venezuela

³ Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos. Avenida José María Urbina, Portoviejo EC130104, provincia de Manabí, Ecuador

williams.mendez@utm.edu.ec , janchundia1255@utm.edu.ec , dbowen8063@utm.edu.ec , jmendoza9859@utm.edu.ec

En Ecuador, las inundaciones son una de las amenazas socio-naturales que ocurre con mayor frecuencia, cuyos riesgos vinculados se incrementan en áreas con alta intervención antropogénica, sobre todo donde gran parte del territorio se ha destinado a las actividades agrícolas y pecuarias, lo que ha ocasionado un deterioro de sus cuencas hidrográficas. Esto afecta en mayor medida a las comunidades que se encuentran asentadas en las riberas o cerca de la desembocadura de los ríos, como es el caso de la parroquia Convento (provincia Manabí), localizada en las inmediaciones de la confluencia de tres hidrosistemas, por lo que se plantea la necesidad de caracterizar las condiciones hidroclimatológicas en el área de las microcuencas de estos cursos de agua, como insumos para la zonificación de la amenaza por inundaciones a escala parroquial.

La metodología contempló la (a) revisión y recopilación de información topográfica, meteorológica, geopedológica y de cobertura vegetal y usos del suelo disponible; (b) mediciones y cálculos de parámetros morfométricos de las microcuencas y sus redes de drenaje; (c) estimación del número de curva (CN) de escurrimiento; (d) estimación de eventos extremos de precipitaciones; y (e) generación de hidrogramas de crecidas. Entre los resultados obtenidos se destaca que el 83% del territorio está ocupado por pastizales, de los cuales, la mayor parte (aproximadamente el 86% del territorio total), corresponde a sectores geomorfológicos de piedemonte, lo que se traduce en pendientes moderadas a altas que favorecen, incluso, a los procesos de remoción en masa. Los caudales pico de crecientes estimados para diferentes períodos de retorno, varían entre 5,40 m³/s – 122,8 m³/s, 28,8 m³/s – 403,9 m³/s y 38,8 m³/s – 517,3 m³/s para los esteros Gaspar y Moreira y el río Convento AJ Moreira respectivamente. Dichos datos corresponden a frecuencias entre 2 y 1000 años. Debido a las crecidas fluviales y la localización en condiciones de vulnerabilidad de la parroquia Convento, frente a la ocurrencia de eventos de inundaciones, es necesario desarrollar programas de autogestión comunitaria, y redefinir el plan de ordenamiento territorial local, a fin de que representen herramientas para la toma de decisiones y el accionar eficiente antes, durante y después de la ocurrencia de un evento hidrogeomorfológico adverso.

Caracterización edafoclimática de un sector de La Otra Banda desde quebrada Buena Vista hasta quebrada La Ceibita en el municipio Torres, estado Lara, Venezuela

José Lenin Lozano Calderón¹. Luis Eduardo Mora Mora².

¹ Programa de Especialización en Gestión de Sistemas de Abastecimiento Recolección y Tratamiento de Aguas del CIDIAT – ULA.

² Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial (ULA-CIDIAT)

jlozano278@gmail.com , lemoramora@gmail.com

La crisis del cambio climático conlleva a generar nuevos conocimientos que promuevan el desarrollo de la agricultura en zonas con adversidades edafoclimáticas, se cuantifica un cuarto de la superficie terrestre corresponde a tierras áridas o semiáridas, debido a la necesidad de alimentar a una población que superó los 8 mil millones de personas. Además, el cambio climático supone que, en las próximas décadas, zonas de clima templado y suelos fértiles se verán afectados por la escasez de lluvias y una tendencia a la salinización. La biotecnología está en constante búsqueda de genes para producir en condiciones extremas, de ahí la necesidad de identificar y preservar la biota de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas. En el presente trabajo se realizó una investigación de tipo descriptiva y aplicada, en él se recopilaron todos los estudios geomorfológicos, geología, suelos, clima, vegetación e hídricos de la Otra Banda. También se utilizaron métodos e indicadores usados en el país para medir, y calificar áreas con procesos de desertificación y niveles de erosión, esto permitió realizar una descripción de las características ambientales de la zona. La caracterización del área de estudio produjo un documento base, que permite y establece pautas para cualquier productor o institución que desee establecer en la zona un proyecto de producción agrícola o de producción animal, a la vez que establece que medidas proponer para conservar, recuperar aquellas zonas donde los procesos de deterioro ambiental son severos. Después de realizar la caracterización edafo-climática de la zona se encuentran resultados relevantes.

Específicamente en lo que respecta al elemento climático, la temperatura media máxima anual se ha incrementado en los últimos veinte años, con respecto a la precipitación se observa un predominio de años secos en el período 1989-2003 con un porcentaje de ocurrencia de ochenta y siete por ciento mientras que en el periodo de 1974-1988 se evidencia una leve alternabilidad, es decir, dos años secos y dos años húmedos, con un porcentaje de ocurrencia de cuarenta y siete por ciento. De allí la regularidad de años secos y húmedos en este subperíodo. Después de la caracterización edafo-climática se hizo el análisis de sensibilidad ambiental encontrándose en la zona 88,74% afectada por erosión en surcos y un 11,26 por una erosión en cárcavas, con respecto a la protección que brinda la cobertura vegetal al suelo se infiere que es poca por sus características, se observa también indicios de una vegetación degradada con una erosión potente, se puede inferir que las condiciones del área bajo estudio son críticas, esto se confirma por la alta superficie erodada. Por lo tanto, se puede concluir que las condiciones erosivas activas, fragilidad litológica y escasos bienes y servicios, le sigue un nivel de desertificación moderado, esto por encontrarse áreas dedicadas a las explotaciones agrícolas, preferiblemente una ganadería caprina sin un manejo especial. Por lo tanto, debe establecerse un programa de conservación de suelos, vegetación y aguas dirigido a la comunidad que habita allí y orientado a los demás pobladores para la preservación máxima de la zona.

V.2. Gestión del agua, institucionalidad y gobernanza - Procesos y riesgos: ecohidrología, inundaciones, sequía y cambio climático, contaminación

Modelo de prestación de servicios de agua potable y saneamiento a escala municipal en Venezuela

Kerlyn Zoraida Lugo-Piña¹, Yorman Gustavo Peraza-Barreto¹, Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Edilberto Guevara Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹, y Eduardo Buroz-Castillo²

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

² Universidad Central de Venezuela. Universidad Católica Andrés Bello. Programa de Postgrado en Ingeniería Ambiental. Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Venezuela

elizabethelyan@hotmail.com , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve y eduardo.buroz@gmail.com

En este estudio se presentan las experiencias de dos modelos de gestión de servicios de agua potable y saneamiento (SAPS) en el Municipio San Joaquín, Estado Carabobo (MSJ-EC), el cual está compuesto por gestión pública directa-compleja, IAGUASANJO e HIDROCENTRO, así como gestión de empresas privadas (privatización) bajo modalidad de propiedad privada de activos (condominios urbanísticos, industria). El método aplicado en este estudio abarcó tres fases: 1) descripción de características organizativas de empresas de provisión de SAPS en MSJ-EC, 2) diseño de modelos de provisión de SAPS en MSJ-EC y 3) evaluación de los modelos de provisión de SAPS en MSJ-EC. El modelo para prestación de servicios de agua potable, tanto de Dirección de Obras Públicas del MSJ-EC como IAGUASANJO incluyó tres componentes: 1) rehabilitación e inspección de servicios de agua potable, 2) instalación de acueductos y 3) servicios de pozos profundos. La prestación de SAPS por la Dirección de Obras Públicas del MSJ-EC como IAGUASANJO abarcó las siguientes actividades: 1) Limpieza, inspección y reconstrucción de empotramientos a redes colectoras de aguas residuales, 2) Limpieza e inspección de pozos de registro, 3) rehabilitación de colectores de 6 pulgadas, 4) rehabilitación de colectores de 8 pulgadas, 5) rehabilitación de colectores de 12 pulgadas y 6) rehabilitación de colectores de 21 pulgadas.

La diferencia en el desempeño de la Dirección de Obras Públicas del MSJ-EC con respecto a IAGUASANJO estuvo asociada a autonomía adquirida respecto a gestión de recursos administrativos, humanos, ingeniería y gestión comunitaria para llevar a cabo funciones de planeamiento y ejecución de obras a través de adquisición de materiales y contratación de personal técnico especializado y capacitado para dirigir acciones de inspección, reconstrucción y rehabilitación de redes de acueductos y colectores de aguas residuales. El modelo de prestación de SAPS en el Municipio San Joaquín cambió para el año 2020, cuando se creó el Instituto Autónomo Municipal del Agua de San Joaquín (IAGUASANJO) transformando el modelo de gestión de SAPS desde una gestión pública directa a cargo de la Dirección de Obras Públicas de la Alcaldía del Municipio San Joaquín a una gestión directa delegada o compleja desde la Alcaldía del Municipio San Joaquín. En el año 2021, después de la transición de la Dirección de Obras Públicas de la Alcaldía del Municipio San Joaquín hacia el IAGUASAJO, la cantidad de acciones para el mantenimiento de las redes de acueductos de las comunas del Municipio San Joaquín se incrementó en un orden de 1000 veces. El modelo de entrega de SAPS en MSJ-EC es una estructura horizontal que cuenta con participación de empresas públicas delegadas en representaciones de HIDROCENTRO e IAGUASANJO así como asociaciones privadas e industrias que integran actividades territoriales en el municipio.

Gestión del agua en cuencas altoandinas de abastecimiento urbano ante la incidencia del cambio climático, el caso de la subcuenca del río Mucujún, en el estado Mérida

Alberto Pérez Maldonado¹

¹ Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela
lagumila@gmail.com

Mérida es un estado andino en donde el 84% de su población habita en centros urbanos, la mayoría de ellos (72%) concentrados en el área metropolitana de la ciudad de Mérida (358.000 hab.) y la ciudad de El Vigía (124.000 hab.). La dinámica de crecimiento de estos poblados ha estado íntimamente asociada a una relativamente buena disponibilidad de servicios públicos como agua potable, electricidad, telefonía fija y digital y vialidad y transporte.

A pesar de la diáspora migratoria que sufre particularmente la ciudad capital: Mérida, y el estancamiento de su aparato productivo urbano centrado en las actividades de educación superior, turismo receptivo, producción de servicios del terciario superior, el comercio y la agroindustria, se mantiene un crecimiento creciente de su consumo de agua potable y una mayor demanda de control del consumo urbano y de protección a sus cuencas abastecedoras ante los efectos que ya se manifiestan del cambio climático, sobretodo expresado en variaciones de las cantidades de precipitación anual y disminución importante de la duración de sus períodos de lluvia anual.

Ya resulta manifiesto en la ciudad de Mérida, el desmejoramiento del servicio de agua potable al ocurrir interrupciones/suspensiones (hasta 50 días/año), disminución de la regularidad y presión, problemas de calidad en el tratamiento y crecimiento de nuevos sectores que no reciben el servicio de forma continua (10% de la ciudad). Ello a pesar de disponer la ciudad de 5 fuentes de abastecimiento como son: los ríos Mucujún, Albarregas y Pedregosa y las quebradas Carvajal (Los Curos) y La Fría (Cuenca del Chama). Sin embargo, es el río Mucujún junto con su afluente la qda. La Cuesta los que suministran más del 70% del agua de la ciudad, siendo además la fuente más importante por lo segura y la capacidad de captación y tratamiento que en ella se ha establecido.

Todos los estudios internacionales y regionales reconocen como los efectos del cambio climático ya se encuentran afectando a Los Andes Sudamericanos y particularmente a la zona intertropical de los países andinos. Reconociendo una disminución drástica de las lluvias (hasta de un 30-35% anual) y del período de lluvias y extensión del período seco, asociado todo ello con incremento de las temperaturas medias bajas y una disminución de los glaciares y humedales. Refieren la incidencia del Fenómeno del Niño como responsable de alterar los períodos de lluvia y crear condiciones de lluvias intensas y cortas y extensión del período de sequedad particularmente a inicios del año.

Investigaciones de la ULA y mediciones de la propia empresa Aguas de Mérida (administradora del servicio de agua potable de la ciudad), refieren cambios interanuales tanto en períodos secos como lluviosos en el caudal del río Mucujún, además de un incremento en el arrastre de sedimentos.

Las series históricas de registro de precipitaciones diarias, mensuales y anuales muestran como la cuenca del Mucujún manifiesta reducciones entre 30y 35% cada 6 años y cada 20-22 años un

período continuo de 3 años secos. En los últimos 10 años las mediciones del caudal del río en el sitio de la bocatoma, muestran una disminución hasta del 30% a lo largo del año, incluso durante los períodos de lluvia (abril-junio y agosto-noviembre). En el largo “período seco” anual diciembre-marzo, esta disminución del caudal promedio año (4,1 m³/s.) ha llegado a ser mayor del 60% (2,3 m³/s.). Ello pareciese ser un claro indicio de las incidencias que podría estar teniendo el cambio climático regional y global, junto con efectos regionales de fenómenos asociados como El Niño y la propia zona de convergencia intertropical, en la disminución de la producción de agua de la cuenca, lo cual sin duda ya está afectando el suministro de agua a la ciudad.

A lo anterior se añade el hecho, que la subcuenca del río Mucujún desde el año 1985 fue afectada con la declaración de Zona Protectora para garantizar agua en cantidad y calidad a la ciudad de Mérida. A través de un Reglamento de Uso (1986) actualmente vigente, se establecieron serias limitaciones para prohibir los urbanismos, restringir las actividades agropecuarias y turísticas y buscar preservar la cuenca. A pesar de ello, la timorata y poco asertiva aplicación de estos instrumentos de ordenamiento territorial por parte de las autoridades competentes, permitió el asentamiento actual en la cuenca de 12.450 hab., en 34 centros poblados (en 1985 habitaban en la cuenca 3.860 personas en 7 asentamientos) y la existencia de cerca de 2.000 edificaciones entre viviendas, comercio, locales gubernamentales y hoteles, posadas y restaurantes. Ello junto con la existencia de más de 980 ha de cultivos agrícolas y pastos atendidos, están consumiendo más del 60% de las aguas que la cuenca produce. El 82% de todas estas actividades se ubican aguas arriba de la boca toma del Acueducto de El Vallecito el cual abastece a la ciudad de Mérida.

El artículo busca llamar la atención de entes como el Ministerio de Ecosocialismo, Aguas de Mérida, la Alcaldía de Libertador, la sociedad civil y comunidad organizada de la ciudad de Mérida y Subcuenca del río Mucujún, a atender estos pronósticos y buscar diseñar planes de acción que faciliten una mejor ocupación de la cuenca y consumo interno del agua sin comprometer los volúmenes asignados para atender la demanda la ciudad, y a mejorar los mecanismos de distribución y control en el uso del agua en la ciudad de Mérida para evitar pérdidas y despilfarros. Es importante adicionalmente, aumentar los almacenamientos e ir diseñando nuevas aducciones al acueducto metropolitano utilizando otras fuentes previendo estos efectos del cambio climático.

Los Sistemas de Alerta Temprana en la Gestión Integrada de Riego.

Herve Jégat¹

¹ Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial – Universidad de Los Andes

[hjégat@gmail.com](mailto:hjegat@gmail.com)

Los Sistemas de Alerta Temprana, constituyen una herramienta de gestión hídrica útil para las comunidades organizadas ante una eventual crecida de un río, ejemplo de ello, son los millones de personas en el mundo, que se han salvado gracias a su implementación.

Los SAT, por medio de un conjunto de procedimientos e instrumentos, permiten observar y llevar registro de eventos adversos permitiendo así, recopilar información que sirva para generar predicciones temporales sobre su acción y las posibles repercusiones que pueda generar.

Para que se pueda implementar un Sistema de Alerta Temprana, es necesario tener conocimiento de donde se ubican las amenazas; conocer el área geográfica donde se ubica la cuenca, tener un monitoreo constante y pronósticos de eventos inminentes, así como un procesamiento y difusión de alerta pública que sea de fácil entendimiento a todo tipo de usuarios, para posteriormente adoptar medidas oportunas, teniendo en cuenta, un plan de emergencia que ayude a mitigar los efectos adversos de la inundación, brindando seguridad a la población vinculada.

El SAT, posee un componente social; en la cual la comunidad debe tener una participación activa y un componente de carácter técnico; que varía desde tecnologías muy sofisticadas hasta muy sencillas, en la cual se deben de llevar control de las mediciones, bien sea de lluvia o del nivel de agua de los ríos, para posteriormente registrarlos y transmitirlos al centro de operaciones de emergencia para su posterior procesamiento, análisis y difusión en caso de pronóstico de inundaciones.

Evaluación de los recursos hídricos usando información de las misiones satelitales Grace/Grace-Fo y SMOS en la cuenca del río Orinoco

Franklin Paredes-Trejo¹, Luis E Mora M.² y Herve Jégat²

¹ Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora;

² Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial – Universidad de Los Andes

franklinpardes75@gmail.com , lemoramora@gmail.com y [hjégat@gmail.com](mailto:hjegat@gmail.com)

Venezuela cuenta con abundantes cuencas hidrográficas. La de mayor tamaño (994.368 km²), es la del río Orinoco (CHRO); caracterizada por ser transfronteriza (64,44% Venezuela y 35,56% Colombia) y contener el segundo río más caudaloso de Sudamérica (Ciudad Bolívar, Venezuela: 31.424 m³/s). A pesar de su importancia en términos de volumen de recursos hídricos y aprovechamiento en irrigación agrícola, es muy poco lo que se conoce sobre la variabilidad espacial y temporal de los recursos hídricos superficiales y subterráneos a escala de cuenca.

En este sentido y para tener una primera aproximación, se presenta algunos resultados relevantes provenientes de un análisis de la variación espaciotemporal del agua superficial y subterránea estimadas a partir de la información captada por diferentes sensores a bordo de los satélites de observación de la Tierra: SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) y GRACE-FO (GRACE Follow On). Estos datos se usaron para generar series temporales de los índices de Déficit Hídrico del Suelo SMOS (SMOS-based Soil Water Deficit Index, SWDIS), Almacenamiento de Agua GRACE/GRACE-FO (GRACE/GRACE-FO-based Water Storage Deficit Index, WSDI) y Sequía de Aguas Subterráneas GRACE (GRACE-based Groundwater Drought Index, GGDI). El GGDI es un balance hídrico simplificado, donde el almacenamiento del agua en el dosel, el agua equivalente bajo la forma de nieve y el agua asociada a la humedad superficial en el suelo fueron extraídas del modelo hidrológico superficial GLDAS NOAA (Global Land Data Assimilation System), mientras que el almacenamiento del agua superficial proviene del conjunto de datos globales Terraclimate.

El análisis de las anomalías del SWDIS reveló un déficit en la humedad superficial del suelo en más del 60% de la cuenca que persistió entre noviembre del 2013 y julio del 2014, luego la misma situación ocurrió entre febrero y agosto del 2020. En el primer evento, el mayor déficit se dio en la cuenca alta del río Paragua, y la totalidad de las cuencas de los ríos Ventuari, Cuao-Sipapo y Erebató. Por su parte, según el WSDI, el evento de déficit de almacenamiento hídrico más extremo se registró entre abril de 2015 y abril del 2016, concentrándose en las subcuencas Caroní, Paragua, Ocamo, y la parte del alta del río Caura. Finalmente, el GGDI reveló varios eventos secos de corta duración. Entre los productos evaluados, el WSDI capturó bastante bien los episodios secos que se han observados en los años recientes. La tendencia de largo plazo del WSDI a nivel de pixel muestra una tendencia negativa y estadísticamente significativa sobre casi todas las cuencas de los ríos que discurren en los estados Portuguesa, Cojedes, y Barinas, lo que podría causar conflictos entre los diferentes usuarios de los recursos hídricos en esta extensa región de Venezuela en el futuro cercano. Aunque los productos derivados de satélites tienen una moderada incertidumbre, los resultados presentados pueden sustentar los proyectos binacionales dirigidos a la protección y la conservación de los recursos hídricos en la cuenca del río Orinoco.

Estructuras prehispánicas en los llanos de Barinas, alternativa de solución para los problemas de drenaje

Rafael España, Hervé Jégat¹

¹ Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes (CIDIAT – ULA), Venezuela
respana1@gmail.com y [hjégat@gmail.com](mailto:hjegat@gmail.com)

Con el objeto de evaluar hidráulicamente las estructuras prehispánicas en los Llanos Occidentales de Barinas, se procedió a ubicarlas espacialmente usando coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) obtenidas de la información disponible en Cartografía Nacional, el Instituto de Patrimonio Cultural de Venezuela y estudios antropológicos e históricos sobre las calzadas y montículos, las condiciones topográficas, geológicas, suelos y vegetación, se procesaron usando un sistema de información geográfica (SIG), seguidamente se evaluó el trazado y conexión entre estas, así como el patrón de poblamiento de la zona en la época prehispánica y en la colonia, para determinar los posibles usos de las calzadas y montículos.

Se caracterizaron morfométricamente las cuencas, se realizó el análisis Intensidad Duración y Frecuencia (IDF) de las precipitaciones en 12 estaciones de la zona, se modeló el comportamiento hidráulico de las estructuras y los cauces detallando los trazados y los materiales utilizados para valorar las técnicas y su eficiencia como estructuras de drenaje prehispánico desde el punto de vista económico y ambiental.

Se encontró que los petroglifos están ubicados en la cordillera de los andes entre 200 y 560 msnm, donde la geología se caracteriza por la presencia de piedras de grandes dimensiones para ser talladas y ubicados cerca de los ríos. Las calzadas trazan vías de comunicación sobre las zonas inundables y protegen algunos montículos localizados entre las cotas 98 hasta los 200 msnm. Se encontró que los terraplenes o las calzadas están contruidos sobre suelos aluvionales y zonas inundables formados en la era del Cuaternario entre el Pleistoceno y el Holoceno y su trazado conecta los montículos y las zonas altas del piedemonte con las zonas de suelos agrícolas, clase I, II y III. Para su construcción fueron usados materiales de la zona firmemente compactados.

En los chequeos topográficos actuales a las calzadas, la cota de proyecto es aún uniforme, encontrándose que para crecientes con periodos de retorno 5, 10, 25 y 50 años permanecen secas, en el municipio Arismendi existen 50 km² de sistemas de canales y zonas de cultivo, con canales que pueden conducir hasta 5 m³/seg, de sección amplia 22 m y escaso tirante 0,5 m, adecuados a las suaves pendientes de los llanos, las calzadas cumplen la función de permitir el acceso y protegen áreas inundables, sobre la base de los hallazgos se concluye que el trazado de las calzadas, obedece a múltiples usos, y destaca la utilización de materiales autóctonos y la durabilidad refleja una técnica constructiva que aún es útil en la actualidad. En consecuencia, es un conocimiento que se debe valorar y proteger adecuadamente.

Modelado de transporte y transformación de plaguicidas organoclorados en ríos

Samuel Cárdenas¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

sfcardenas@uc.edu.ve , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve

Cuando se libera un contaminante al medio ambiente, existe la posibilidad de que ocurran procesos de transporte, transformación y / o acumulación. La escorrentía agrícola consiste en un flujo de agua que circula sobre la superficie de la tierra que mezcla partículas del suelo y compuestos químicos (por ejemplo, plaguicidas). Los plaguicidas se emplean para controlar y mitigar malezas e insectos. Cárdenas et al., (2018) detectaron valores medios totales de DDT y sus metabolitos, así como DRINs (Aldrin, Endrin, Dieldrin) en el agua y sedimentos de un río que atraviesa un asentamiento agrícola en órdenes de magnitud $10^{-1} \mu\text{g L}^{-1}$ y $102 \mu\text{g kg}^{-1}$, lo que indica que aún se está aplicando el manejo de plaguicidas organoclorados (POCs) prohibidos por la actividad en los campos agrícolas de algunos países tropicales. Estos resultados sugieren posible ocurrencia de procesos de bioacumulación y biomagnificación de sustancias clasificadas como tóxicas para el ser humano requiriendo aplicación de técnicas de biorremediación (Márquez et al. 2018). Este estudio presenta el modelado de cuatro escenarios para el transporte y transformación de plaguicidas organoclorados. Muestreo de campo y procesamiento de laboratorio. El muestreo de campo de POCs se realizó en red de drenaje del río Tucutunemo. Tres estaciones de monitoreo (MS) de POCs se ubicaron en zonas alta (MS1), media (MS2) y baja (MS3) de la cuenca del río Tucutunemo; cuya frecuencia de monitoreo del POCs se realizó en dos temporadas: seca y lluviosa durante período 2013-2016. Se analizaron un total de 126 muestras, en un periodo de 3 años y seis meses. Las pruebas de POCs se realizaron en Laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente.

Para determinar y cuantificar analitos se utilizó cromatógrafo de gases con detector de captura electrónico, marca SHIMADZU, modelo GC-14B, según criterio del Manual de Capacitación No. 430 / 1-74-012. La calibración del cromatógrafo se realizó con un kit de 14 POC; de este grupo, se seleccionaron ocho POCs. Modelado del proceso de transporte y transformación de POCs Se propusieron cuatro escenarios para modelado del proceso de transporte y transformación de POCs en un río tropical. Los escenarios 1 y 2 simulan ocurrencia de proceso de difusión molecular intracelular en fluido estático con transformación bioquímica, respectivamente. El escenario 3 combina procesos de difusión-advección. El escenario 4 combina cuatro procesos: a) difusión-advección, c) transformación bioquímica y d) sorción / desorción de sedimentos contenidos en la matriz sólida del río al medio acuoso. Las diferencias de componente principal (CP1) de DRINs disueltos en medio acuoso observadas y simuladas por ecuaciones de Escenarios 1 a 4 con respecto a un intervalo de media más 1,3 desviación típicas, durante período 2013-2016 en área agrícola de un río tropical ocurrieron en parte alta de la cuenca. La variación en distribución espacio-temporal del POCs en agua y sedimentos para área agrícola es una evidencia de ocurrencia de procesos de transporte y transformación tales como procesos de difusión-advección, biodegradación y sorción / desorción en interfaz agua / sedimento estimado por modelo acoplado en escenario 4.

Evaluación de la influencia del uso de los recursos de la cuenca del río Yaracuy sobre la calidad del agua del embalse Cumaripa

María Gabriela Hernández¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela.

marygaby1080@gmail.com , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve

La presente investigación tiene como propósito evaluar la influencia del uso de los recursos de la cuenca del río Yaracuy sobre la calidad de agua del Embalse Cumaripa, principal fuente de abastecimiento de agua potable en gran parte de municipios que conforman el Estado Yaracuy, mediante la descripción de red hídrica y el uso de tierra en cuenca en estudio y caracterización de fuentes de contaminación para determinar impacto de estas sobre calidad de agua del embalse. Se recopiló información estadística determinando características geográficas sobre el embalse de Cumaripa desde instituciones: Instituto nacional de Tierras y Ministerio de Ecosocialismo. El método involucró: 1) descripción de la red hídrica y el uso de la tierra en la Cuenca alta del río Yaracuy: los parámetros geomorfológicos de la red hídrica se obtuvieron de los mapas cartográficos. La información de la red hídrica corresponde a las cartas 1:100.000, Datum Regven Huso 19, 2) determinación de usos de la tierra. Para generar esta información del uso de la tierra se emplearon herramientas SIGs, utilizando escenas de imágenes de Landsat 8, de dos fechas diferentes para los años 2015, 2016 y 2017, 3) estimación los procesos físicos de transporte de sedimentos en la cuenca del río Yaracuy: se evaluó producción de sedimentos de suelos de la cuenca del río Yaracuy, aplicando SIGs.

Se utilizó el método de Langbein-Schumm, requiriendo entradas de lluvia efectiva y estimando producción de sedimentos por unidad de área. 4) determinación de la distribución espacial de los parámetros fisicoquímicos de la cuenca del río Yaracuy: se procedió a realizar una distribución espacial de las variables fisicoquímicas con datos suministrados por el Ministerio para el Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas del estado Yaracuy, del año 2015: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad total, sólidos totales disueltos, coliformes totales, fosfatos, cloruro y Demanda Química de Oxígeno (DQO). La distribución espacial de los parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Yaracuy permitió generar isoconcentraciones para tener una visión general del comportamiento de los mismos en toda la cuenca. El oxígeno disuelto y la temperatura registran comportamientos inversos a medida que el oxígeno disuelto disminuye aumenta la temperatura, desde la cuenca alta hacia la cuenca baja. Los variables sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, dureza total y alcalinidad tienen comportamientos similares en la distribución espacial, mostrando valores más bajos en la cuenca media del río Yaracuy. Lo contrario ocurre con las variables fósforo total, nitrógeno total, coliformes fecales y DQO que muestran valores máximos en la distribución espacial, en la cuenca media del río Yaracuy. Por otra parte, los niveles de concentraciones de sulfato y cloruro son bajos en la cuenca alta y registran máximos en la cuenca baja del río Yaracuy. En el embalse Cumaripa ocurre un efecto de biorremediación por lo que los valores de los parámetros de calidad de agua tienden a ser removidos y disminuir en la salida del mismo, las aguas contaminadas se purifican por sí mismas, siempre que se le deje en reposo durante suficiente período de tiempo.

Protección de Caracas contra Aludes Torrenciales

José Luis López¹, Francois Courtel¹, José Arismendi², Jesús Delgado³, José Gaspar¹, Reinaldo García⁴

¹ Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela

² Escuela de Geografía, Universidad Central de Venezuela

³ Centro de Estudios Integrales del Ambiente, Universidad Central de Venezuela

⁴ Hydronia LLC, Pembroke Pines, FL. USA

lopezjoseluis7@gmail.com , fcourtel7@gmail.com , jrdelgadov2@gmail.com

La ciudad de Caracas está amenazada por aludes torrenciales que pueden generarse en el flanco sur del macizo Ávila. Existen evidencias de grandes eventos torrenciales que han ocurrido en el pasado. A los fines de proteger a la ciudad de esta amenaza se propone la construcción de un conjunto de presas capaces de retener los volúmenes de sedimentos arrastrados por la creciente de 100 años de periodo de retorno. El área de estudio se circunscribe a las veintitrés (23) cuencas de las quebradas que drenan el flanco sur de la Serranía del Ávila y que tributan por la margen izquierda al río Guaire, el principal drenaje de la ciudad de Caracas. Se plantea, para cada una de las 23 cuencas en estudio, una secuencia de presas en serie, comenzando aguas arriba con presas abiertas y finalizando en el extremo aguas abajo con una presa cerrada, de forma de ir filtrando gradualmente los materiales de arrastre del alud torrencial. El estudio se complementa con estimaciones del riesgo en las zonas potencialmente afectadas y la elaboración de los análisis costo-beneficio de las obras propuestas. El estudio ha sido realizado por los autores entre los años 2016-2017 para analizar la problemática del riesgo de ocurrencia de aludes torrenciales provenientes del flanco sur del macizo Ávila (parque Waraira Repano) y proponer soluciones para su mitigación. El estudio fue realizado bajo el auspicio del Vice-ministerio de Gestión del Riesgo y Protección Civil con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El número total requerido de presas se ha estimado en 146 presas, repartidas en las 23 cuencas, las cuales son capaces de retener un volumen de sedimentos estimado en 1,5 millones de metros cúbicos. De estas presas, 27 son del tipo cerradas con estructuras de concreto, 75 son estructuras abiertas constituidas por malla flexible de acero, 34 son abiertas del tipo de enrejado de acero y 10 son abiertas del tipo de rastrillo de acero. Tomando en cuenta el alto número requerido de presas, se ha propuesto que en una primera etapa se construya la mitad de las obras. Para ello se plantearon dos opciones. La primera opción consiste en 76 presas repartidas proporcionalmente en las 23 cuencas, de forma de reducir parcialmente la amenaza en todas las áreas expuestas. La segunda opción consiste en 75 presas concentradas en quebradas consideradas como prioritarias, donde se eliminarían virtualmente la mayor parte de los sedimentos transportados, mientras las otras quebradas se quedarían en la situación actual.

En vista de los resultados del análisis costo-beneficio de las dos opciones propuestas para la primera etapa del proyecto, la Opción 2 consistiendo en concentrar la inversión en las quebradas consideradas como prioritarias (Agua Salud, Catuche, Cotiza, Anauco, Gamboa, Chacaíto, Chapellín, Tócome, Galindo y Caurimare) es más atractiva que la Opción 1 (construcción de un número reducido de obras en todas las quebradas), porque, si bien la relación costo-beneficio es parecida en términos monetarios para la dos opciones, esta opción permite en cambio una mayor disminución del número de víctimas potenciales y de personas afectadas.

Inundaciones, epidemias: una posible convergencia en la gestión de sus riesgos

Francois Courtel¹.

¹ Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela
fcourtel7@gmail.com

Los efectos desastrosos de la pandemia del Covid-19, y las drásticas medidas tomadas en todo el mundo para intentar de contrarrestarla, han llevado a muchos profesionales dedicados al control de inundaciones, tanto fluviales como torrenciales (causadas por flujos de agua, barro y escombros), a reconocer similitudes, algunas insospechadas, con las situaciones que encuentran en su área.

Se intenta en este trabajo profundizar la analogía, usando el enfoque de amplia aceptación en el campo de gestión de riesgos de origen natural (hidrometeorológicos, geodinámicos, sísmicos), el cual considera que los factores que componen el riesgo, y que se trata de minimizar para evitar la ocurrencia de desastres, son la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. Con la ayuda de esos conceptos, el estudio analiza las respuestas usuales a las emergencias hidrometeorológicas y epidemiológicas, identificando sus similitudes y diferencias. Se apoya especialmente en los episodios recientes más notables en Venezuela: inundaciones de 1999 y 2010, y epidemia del Covid-19. Luego, para alimentar la necesaria reflexión acerca de las medidas a tomar para evitar nuevos desastres por epidemias, se expone el abanico de acciones que componen una gestión integrada del riesgo de inundaciones, y se intenta formular equivalencias para la prevención-mitigación de epidemias. Se destaca la importancia que se da actualmente, en la gestión de todos los riesgos de origen natural, a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas, y al aumento de su resiliencia, entendida como capacidad de respuesta, de recuperación y de adaptación, y se sugiere que podría ser también un eje importante de las políticas de prevención de las epidemias.

Por el hecho de que las vulnerabilidades de un determinado grupo humano frente a los distintos tipos de amenazas tienen muchos elementos en común, se están uniendo en numerosos proyectos los esfuerzos de los especialistas de los distintos riesgos de origen natural, e incluso tecnológicos, en todas las etapas de la prevención-mitigación. Se sugiere entonces finalmente que un gran beneficio podría resultar de integrar en esta convergencia de esfuerzos, a los actores del área epidemiológica, con el objetivo común de la reducción de la vulnerabilidad global y el aumento de la resiliencia de las personas, las comunidades y las instituciones.

V.3. Disponibilidad de agua y gestión de cuencas hidrográficas - Nuevos enfoques aplicados a la gestión de los recursos hídricos

El análisis de sensibilidad ambiental como instrumento para la zonificación ecológica - económica de cuencas hidrográficas.

Caso de estudio: microcuenca La Pedregosa-La Resbalosa.

Mérida-Venezuela

Yhimaina Trejo¹, Kretheis Márquez^{2,3} y Esneira Quiñonez²

¹ Escuela de Geografía de la Universidad de Los Andes.

² Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes (CIDIAT ULA).

³ Coordinación Central de Comisión Ambiental de la Universidad de Los Andes

joahanayhi@gmail.com , kretheis@gmail.com , esneira@gmail.com

Cada día se acrecientan las preocupaciones por el incremento de los impactos ambientales y socioculturales en cuencas hidrográficas. Afectaciones como la contaminación de las aguas, contaminación del aire, contaminación y degradación de los suelos, pérdida de la biodiversidad, entre muchos otros impactos comienzan a ser cada vez más frecuentes. Esta situación tiene una alta vinculación con el uso desproporcionado de los recursos naturales y el manejo ineficiente de estos espacios, generando una grave problemática que atenta contra los principios del desarrollo sostenible al generar conflictos y tensiones entre la propiedad, el uso de la tierra y el aprovechamiento de los recursos, poniendo en riesgo a estas grandes “fábricas naturales”. La importancia de las cuencas hidrográficas como espacios de un alto valor ecológico y de relevancia para el desarrollo de las actividades humanas al ejercer funciones ambientales y territoriales y al ofrecer recursos naturales que proveen de bienes y servicios ambientales al hombre, hace necesario la implementación de planes de ordenamiento territorial basados en el conocimiento amplio y acertado de estas áreas, que permita la ocupación ordenada, el manejo eficiente y el uso adecuado de los recursos naturales. Es así como surge la Zonificación Ecológica Económica (ZEE), como un instrumento que va de la mano con el ordenamiento territorial, ya que constituye un proceso que contribuye con el diagnóstico biofísico y sociocultural de las cuencas y a la vez permite identificar las potencialidades y las limitaciones del territorio, con miras a un uso sostenible y más eficiente de sus espacios y sus recursos naturales, utilizando criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales.

La presente investigación pretende incorporar el análisis de sensibilidad ambiental a la zonificación ecológica-económica de una microcuenca ubicada en la ciudad de Mérida-Venezuela, como una herramienta adicional dentro de la metodología comúnmente utilizada en la zonificación de un territorio, permitiendo ir más allá de la simple consideración del uso actual y potencial de la tierra, sino que además considere el potencial de afectación que puede sufrir el área de estudio en función de una serie de factores ambientales y restricciones, que indican la posibilidad de uso del territorio de acuerdo al nivel de alteración que puedan sufrir sus componentes físico-naturales. La metodología parte de unos mapas insumos a saber: i) sensibilidad ambiental de la microcuenca; ii) uso potencial reglamentado; iii) unidades ambientales homogéneas y uso actual. La combinación de los mapas insumo, a través de criterios de decisión, dieron como resultado la zonificación de usos, llegando a determinar diez (10) zonas ecológicas-económicas, las cuales pretenden reflejar los usos más recomendados, considerando las condiciones de fragilidad de sus componentes ambientales. De esta manera se intenta contribuir con el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación de la microcuenca.

Diseño de microcentrales de generación hidroeléctrica usando infraestructura de los embalses Pao Cachiche, Pao las Balsas, Dos Cerritos, el Pueblito en Venezuela

Mairim Hortensia Márquez-Romance¹, Italo Américo Salazar¹, Bettys Elena Farías-De Márquez¹,
Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Edilberto Guevara-Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

mmarquer@uc.edu.ve , ammarquez@uc.edu.ve , bfarias@uc.edu.ve y eguevara@uc.edu.ve

En este estudio tiene como propósito analizar el potencial hidroeléctrico de embalses Pao Cachiche (Estados Carabobo-Cojedes), Pao Las Balsas (Estado Cojedes), Dos Cerritos (Estado Lara) y El Pueblito (Estado Guárico) empleados para usos de abastecimiento para consumo humano y desarrollo agrícola. A partir de este análisis, se realizó el diseño de microcentrales hidroeléctricas. FASE I. Recolección de datos. Los balances hídricos en el período 2005-2015 de los embalses Pao Cachiche y Pao Las Balsas fueron proporcionados por la compañía Hidrológica del centro (HIDROCENTRO C.A). El balance hídrico del embalse Dos Cerritos en el período 1988-2013 se obtuvo desde el Ministerio del Poder popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA). En cuanto al embalse El Pueblito se creó base de datos extrayendo información de área cubierta por el embalse en el período 2011-2015 desde imágenes de satélite LANDSAT 8OLI combinado con curva de área- volumen-elevación de dicho embalse. FASE II.- Análisis estadístico descriptivo de las variables de operación de los embalses. Las variables seleccionadas para ser parte del estudio fueron: elevación volumen, área, caudal de entrada, caudal de salida, caudal de alivio, caudal ecológico y caudal bombeo (Caudal de extracción). Un análisis estadístico descriptivo fue aplicado a variables de operación, obteniendo medidas de tendencia central (media, mediana y moda), medidas de dispersión (desviación típica, rango, coeficiente de variación) y medidas de forma (sesgo, curtosis), parámetros estadísticos que describen la distribución de las variables hidroenergéticas del embalse en estudio. Asimismo, se describe, la serie de tiempo que representa comportamiento a lo largo de la serie 10 años. FASE III.- Diseño de la microcentral hidroeléctrica. El procedimiento requerido para el diseño de la central hidroeléctrica involucró el diseño de las obras civiles que la conforman (obras de bocatoma, obras de conducción y sala de máquinas), considerando las variables hidroenergéticas de dicho embalse. Se determina la potencia hidráulica a generar, mediante el uso de ecuaciones de balance de energía y se propone la turbina que mejor se adapte a los requerimientos exigidos FASE IV.- Análisis de factibilidad de la central hidroeléctrica. En esta fase se evalúa la factibilidad de implementar una central hidroeléctrica a pequeña escala en los embalses de estudio. Se evalúan los costos involucrados en la construcción de la misma. El análisis estadístico descriptivo realizado a la variable elevación del agua, demuestra que los embalses Pao Cachiche, Pao Las Balsas y El Pueblito no alcanzaron niveles de agua críticos durante el período 2005-2015. El embalse Dos Cerritos presenta valores estables durante el periodo 1988-2013; donde las variables área y volumen han tenido un descenso en los últimos años, sin comprometer los niveles de operación del embalse. Mediante el estudio realizado se determinó que el caudal de diseño sería aproximado a 1 m³/s de acuerdo a los criterios empleados para su selección, tomando como referencia el gasto ecológico. La potencia de diseño varió entre 73.39 KW y 73.88 KW respectivamente, correspondiendo al rango de selección de la turbina Francis

La GIRH y la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas

Kretheis Márquez Benítez^{1, 2}

1 Centro Interamericano de Desarrollo de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes

2 Coordinación Central de Comisión Ambiental de la Universidad de Los Andes

kretheis@gmail.com

La degradación de las cuencas hidrográficas en el país está definida por los factores socioeconómicos y socio-culturales que conllevan a un uso irracional de los recursos naturales, esto a su vez produce una serie de efectos tanto in situ como ex situ que se traducen en problemas que comprometen el desarrollo y la rentabilidad de las actividades productivas. Es por ello que, desde el año 1825, Venezuela ha seguido las tendencias mundiales referentes a la conservación de los recursos naturales. Para esta fecha el Libertador Simón Bolívar propone al Movimiento Conservacionista Mundial la reforestación de algunas regiones del país (Rojas, 1990). Luego se promulgarían la Ley de Montes y Ley de Tierras Baldías y Ejidos en 1910 y 1936, respectivamente. Las primeras actividades de conservación de cuencas hidrográficas se iniciaron bajo la responsabilidad de la Dirección Forestal, dependiente del Ministerio de Agricultura y Cría (M.A.C.) en 1936, y consistieron en la implantación de ciertas obras mecánicas y labores de reforestación de conservación de suelos en la cuenca alta del río Chama y en áreas localizadas del estado Táchira: El Zumbador, Mesa de Aura, Cerro de la Laguna, Hato de la Virgen, Zorca y Coloradas. Posteriormente para el principio de la década de los años 60, bajo la asesoría del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América la División de Conservación de Suelos y Aguas (dependiente de la Dirección de Recursos Naturales Renovables) se introduce un instrumento técnico-social, denominado Subsidio Conservacionista.

De allí que, las principales actividades desarrolladas durante el período comprendido entre 1960 - 1986 se dirigieron hacia la capacitación de la familia campesina, orientada hacia la enseñanza de la conservación de los recursos naturales y el adiestramiento de las comunidades en la ejecución de medidas mecánicas y biológicas para el control de la erosión; la Dirección de Manejo de Cuencas y sus grupos antecedentes, a través de la labor de extensión conservacionista, abordaron esta responsabilidad.

En la actualidad a nivel nacional las actividades agrícolas y pecuarias representan un papel esencial en el desarrollo de la nación, pues las mismas contribuyen a mantener la economía rural y a proveer la seguridad alimentaria del país; sin embargo, gran porcentaje de estas actividades se realizan en las zonas altas con ausencia de las técnicas mínimas apropiadas que eviten, controlen o mitiguen los efectos de tal intervención. De allí la necesidad del estudio de los instrumentos técnico-ingenieriles y sociales que coadyuven a frenar los procesos de degradación ambiental que hoy enfrentan las cuencas, esto enmarcado dentro del enfoque del "Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas", a sabiendas de que el Manejo de Cuencas consiste en el proceso de formulación y ejecución de un sistema de acciones de desarrollo para aprovechar, proteger y conservar los recursos de una cuenca, teniendo como fin el mantenimiento y el mejoramiento de la calidad ambiental y los sistemas ecológicos en tal unidad territorial; cuando el enfoque es más amplio y se define que el centro de la planificación y manejo es el ambiente en su conjunto pero el recurso hídrico sobresale como aspecto estratégico se habla de este Manejo Integral de Cuencas.

La gestión integral del agua y sus aportes para el logro de los ODS

Luis Alfonso Sandía Rondón ¹

¹ Director del Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial (ULA-CIDIAT)

sandialuis@gmail.com

El logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Organización de las Naciones Unidas en el marco de la Agenda 2030, exige por parte de la sociedad actual, de los países, sus gobiernos y sus pueblos, representados por los actores sociales y comunitarios, un compromiso superior que, con el lema de “no dejar a nadie atrás”, permita en un cercano horizonte de tiempo (año 2030) ofrecer condiciones generales de Desarrollo Sostenible, en el cual las aspiraciones de bienestar de la humanidad estén en armonía con los objetivos de preservación de la naturaleza, sus recursos y el patrimonio cultural de la humanidad. Trabajar de manera mancomunada, voluntaria y solidariamente por parte de todos para alcanzar ese cometido humano mayor, constituye una respuesta prioritaria e indispensable frente a la urgente necesidad global de armonizar las fuertes presiones que en los últimos dos siglos y especialmente en las últimas décadas ha desplegado la sociedad en post del desarrollo que, si bien ha generado riqueza económica y avances en muchos sentidos, también ha dejado graves daños y peligrosas alteraciones sobre los ecosistemas y los recursos naturales, así como sobre el patrimonio cultural.

Esas consecuencias desde hace años se manifiestan a través las restricciones de acceso a los recursos naturales en condiciones óptimas de calidad y cantidad. Entre esas alteraciones cuenta de manera muy importante las restricciones del acceso al agua que, siendo un recurso vital para la naturaleza y para el hombre, es a su vez un elemento escaso, pues del total del agua del planeta, solo un 3% es agua dulce, disponible para el consumo humano. De esta, solo un 1% se encuentra en los cuerpos de agua superficiales; 30% es agua subterránea y 69% está contenida en los glaciares. En esta ponencia se presenta un análisis de la importancia del aporte que un adecuado proceso de Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) puede tener en favor del logro de los ODS. En efecto, el agua por una parte, es un elemento determinante para potenciar las condiciones para el desarrollo, la prosperidad, el bienestar humano y la sostenibilidad natural del sistema planetario, y por otra, es un elemento determinado y condicionado por la propia configuración de los ecosistemas naturales, pero también, por las formas, que desde el punto vista económico, tecnológico, científico, político, legal, institucional o comunitario, adopte la sociedad en su relación de uso del ambiente y de sus recursos naturales.

A partir de esta visión y con base en la concepción de la interdependencia del agua y los recursos hídricos con los aspectos ecológicos, sociales, productivos y culturales del ambiente, se analiza aquí “la gestión integral de los recursos hídricos y sus aportes para el logro los objetivos del desarrollo sostenible”, en tanto que el acceso al recurso agua constituye un factor fundamental para el logro de la sostenibilidad del desarrollo, especialmente si se analiza a la luz de los 17 ODS planteados en el marco de la Agenda 2030.

Remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel usando un sistema de biofiltración con diferentes empaques orgánicos

Eliana Silva, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela
elianajsilva14@gmail.com , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve

El trabajo especial de remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel usando un sistema de biofiltración con diferentes empaques orgánicos, tiene como finalidad evaluar la eficiencia de tales biofiltros, para proponer como una alternativa en el tratamiento biológico de tal agua residual y poder reusarla en el proceso de producción de papel tissu. Se creó un efluente simulando una planta de destintado de papel, el cual obtuvo un color valor promedio 136,3 Pt-Co. Se incluyen siete materiales orgánicos y se seleccionan tres para ser evaluados como empaque en los biofiltros: concha de arroz, cascara de coco y tusa de maíz.

El diseño conduce a las dimensiones del biofiltro: diámetro 10 cm y altura: 40 cm, material: acrílico transparente. Caracterización del color del efluente generado en una planta de destintado de papel. En el proceso de destintado de una planta, la desintegración en el pulper del papel junto con agua y productos químicos produce una pasta que contiene fibras celulósicas y contaminantes muy variadas en cuanto a tamaño, densidad y propiedades superficiales. Es por ello que existe una diversidad de equipamientos para eliminar de manera selectiva los contaminantes gruesos y finos de la pasta generada en el pulper. Seleccionar los tipos de empaques orgánicos a ser usados en el proceso de remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel.

En la selección de empaques para los biofiltros se procedió a una revisión bibliográfica de los diferentes materiales utilizados en dichos equipos por otros investigadores. Entre ellos se tienen los siguientes: 1. Aserrín de madera: Utilizado para tratar aguas contaminadas como los fármacos desechados por los escusados. 2. Cascara de coco: Utilizada en varias publicaciones para el tratamiento de aguas residuales y aire contaminado. Es el material utilizado para fabricar el carbón activado, el cual es usado en procesos de filtración. 3. Fibra de coco: Es utilizado en tratamiento de aguas residuales y aire contaminado. 4. Concha de arroz: Considerado como material de empaque en la decoloración fúngica de efluentes industriales con colorantes en sistemas de biofiltración con diferentes empaques orgánicos. 5. Tusa de maíz: ha sido utilizada en la remoción de nitratos de aguas residuales. 6. Paja de maíz: utilizada en una investigación en residuos agroindustriales para la elaboración de biofiltros como alternativa para el tratamiento de efluentes. 7. Bagazo de caña: utilizada en biofiltración de ácido sulfhídrico (H₂S), utilizando bagazo de caña de azúcar y piedra pómez como material de soporte. Diseño de Sistema de Biofiltración. Para la remoción de color del efluente proveniente de una planta de destintado de papel, se realizará por medio de un proceso aerobio de tratamiento de cultivo fijo. Los porcentajes de remoción de color fueron bajos para todos los biofiltros de diferentes empaques orgánicos. El biofiltro con mayor porcentaje de remoción de color fue el de material de empaque concha de arroz, el cual se recomienda que sea evaluado en cuanto a su disposición final en una investigación continuada.

El micromodelo torrencial: enseñanza a través de la visualización y la experimentación

José Luis López¹, Enrique Luque² y Jimmy Gomes²

¹ Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería (UCV).

² Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería (UCV).

lopezioseluis7@gmail.com , luquev14@gmail.com , jimmy74848@gmail.com

Se ha diseñado y construido un micromodelo hidráulico funcional, portátil, de carácter didáctico, a los fines de reproducir cualitativamente los procesos vinculados a la ocurrencia de aludes torrenciales en ríos de montaña, así como los efectos de diversos tipos de presas, cerradas o abiertas, para retener y separar las diferentes fracciones del arrastre sólido, cumpliendo con el propósito de proteger a la población asentada aguas abajo. El micromodelo didáctico es una réplica en pequeña escala de un cauce torrencial, el cual reproduce dos partes fundamentales de la cuenca: la garganta del torrente y el abanico aluvial.

Tiene unas dimensiones de 1,6 m de largo, 0,80 m de ancho, y 1,20 m de altura, cuyo tamaño es adecuado para ser trasladado en un vehículo grande o camioneta tipo Pick-Up. Se realizaron ensayos demostrativos para los casos de alud torrencial sin presas, con presa cerrada, con presa abierta del tipo ranurada, con presa abierta de ventana y con un sistema estructurado conformado por las tres presas actuando simultáneamente. Se pudo verificar a través de comparaciones con observaciones de campo, la capacidad del modelo de replicar los fenómenos de resalto hidráulico, transporte y deposición de sedimentos, obstrucción de cauces, desbordes del flujo e inundación de agua y sedimentos en el abanico aluvial, retención y filtrado de sedimentos en presas abiertas y cerradas, formación de pendientes de equilibrio, efecto de aguas claras y el efecto de la ruptura de un dique natural.

El modelo permite visualizar procesos físicos generados por la interacción entre el flujo del río y las presas de retención de sedimentos, los cuales son muy difíciles de observar en la naturaleza y que son usualmente invisibles para el ser humano, debido a la dificultad de acceso a las obras y al peligro existente en las cercanías de los cauces en el momento de la ocurrencia de los aludes torrenciales.

El micromodelo constituye una poderosa herramienta didáctica que refuerza la capacidad para divulgar información del fenómeno de aludes torrenciales, sus consecuencias y la efectividad de las presas de retención para proteger a la población aguas abajo. Está concebido y orientado como un medio educativo dirigido especialmente a personas que no manejan conceptos de ingeniería hidráulica, pero que pueden estar en riesgo de sufrir las consecuencias de estos eventos catastróficos.

La característica de ser portátil le permite ser transportado directamente hacia las comunidades afectadas, escuelas o instituciones vinculadas con la gestión del riesgo, estableciendo un puente directo entre la academia y la población en general.

V.4. Usos del agua, seguridad alimentaria e hídrica - Hidroinformática. Modelos de simulación

Las fuentes de agua por regiones hidrográficas de Venezuela, con fines de abastecimiento de la agricultura bajo riego

Abigail Castillo Carmona ¹, Carlin C. Ferreira Torres ¹, Carmen Parra Zambrano ¹, Felicia Contreras Zambrano ¹, José Antonio Fariñas González ¹, Josefa Morles ², Nellys María Navas Reyes ² y Rolesma Coromoto Jiménez Atacho ²

¹ Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC)

² Ministerio del Poder Popular de Atención a las Aguas MinAguas

abicastillo13@gmail.com, cferreira0507@gmail.com, carmenteresaparra@gmail.com,
felicidad7@gmail.com, joseantoniofarinas1959@gmail.com, jmorles827@gmail.com,
nellymnnavas@gmail.com, rolesmajimenez@gmail.com

En el marco del Curso "La Agricultura Bajo Riego en la Gestión de los Recursos Hídricos" auspiciado por la Universidad de Los Andes (ULA) el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, (CIDIAT) CorpoULA y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se presenta un análisis de las fuentes de agua por regiones hidrográficas con fines de abastecimiento de la agricultura bajo riego, siendo el mismo estructurado u organizado mediante tres (3) esferas de trabajo: Regiones y Cuencas Hidrográficas, los Espacios Agrícolas y los Espacios de Riego.

Las Regiones y Cuencas Hidrográficas: Incluye los ámbitos espaciales de estas unidades de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), así como la identificación de rasgos característicos sobre sus fuentes de agua, caudales, embalses, cursos superficiales y aguas subterráneas.

Los Espacios Agrícolas: Dirigidos a identificar a nivel nacional y de las Regiones Hidrográficas (RH) los ámbitos espaciales con mayor potencialidad para desarrollar actividades agrícolas, es decir Áreas Agrícolas de Preservación (AAP) (Máxima y Mediana) con recomendaciones de uso de riego para la producción. Espacios de Riego: Representan la territorialización o confluencia dentro de las Regiones Hidrográficas (RH) de los espacios en donde se han desarrollado sistemas oficiales de riego o es empleada esta técnica dentro de las Unidades de Producción Agrícolas (UPA).

Como resultado relevante se tiene las 16 RH agrupan 72 cuencas hidrográficas en donde se emplaza 66% de la infraestructura hidráulica (58 embalses) que tienen dentro de sus fines el abastecimiento para riego, además de 30 fuentes potenciales de abastecimiento de aguas subterráneas. Además de contar con superficies Área Agrícola de Máxima y Mediana Preservación para Riego muy importantes en la RH de los Llanos Centrales, Centro Occidentales, Apure y Lago de Maracaibo. Además, se logró determinar que un 51 de las Unidades de Producción Agrícola en Venezuela aplican algún tipo de riego.

Cuantificación de la demanda de agua para riego en una zona semiárida del Valle de Quibor, mediante el uso del modelo CROPWAT 8.0. De la FAO, estado Lara, Venezuela.

José Lenin Lozano Calderón¹. Luis Eduardo Mora Mora².

¹ Programa de Especialización en Gestión de Sistemas de Abastecimiento Recolección y Tratamiento de Aguas del CIDIAT – ULA.

² Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial (ULA-CIDIAT)

jlozano278@gmail.com , lemoramora@gmail.com

El crecimiento poblacional con una mayor demanda de productos agrícolas, está generando presión sobre los recursos naturales en especial sobre las variables ambientales, el cambio climático ha generado modificaciones de los componentes del ciclo hidrológico, principalmente la evapotranspiración y la precipitación, teniendo un efecto radical en las demandas de agua para riego y en la gestión de los sistemas de riego. Las proyecciones del cambio climático indican un incremento de la temperatura ambiental, con variabilidad espaciotemporal. Lo anterior está conduciendo a los tomadores de decisiones sobre el uso del agua en la agricultura de irrigación a mayores presiones sobre los sistemas ambientales.

El objetivo de este estudio fue cuantificar el requerimiento de agua para riego bajo el escenario del impacto esperado por el cambio climático en las demandas hídricas en una zona semiárida del Valle de Quibor, en el estado Lara, Venezuela, asimismo definir la lámina de riego, frecuencia de riego en la producción de hortalizas de piso bajo, del estado Lara durante el año 2016. Se utilizaron datos de clima y suelo de 1970-2002 obtenidos de la estación meteorológica del Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales, se utilizó la base de datos climáticos CLIMWAT en combinación con el programa informático CROPWAT para estimar las necesidades de agua del cultivo.

Se consultaron fuentes de datos secundarias para obtener datos como coeficiente de cultivo, duración del cultivo, profundidad de enraizamiento y cultivo, se determinó la presencia de periodos secos y húmedos a través del coeficiente pluviométrico de Angot para definir los meses secos y húmedos. La década de 1970 a 2002 representa la década más seca con ocho años secos, seguida de la década de 1981 a 1991 con siete años secos y de 1991 a 2002 con cinco años secos, se precisó mediante el coeficiente de pluviosidad de Angot que los meses de Diciembre a Marzo y, los meses de Julio y Agosto corresponden históricamente a meses secos, los meses de Abril, Mayo, Junio a meses húmedos y un segundo periodo Septiembre Octubre y Noviembre corresponden a meses húmedos, siendo Octubre como el mes más húmedo. En general se presenta una demanda de riego del sistema de 27,03 l/s/ha, en la estación seca la demanda de riego es de 12 l/s/ha, representando el 44% del total de la demanda de agua para riego, siendo los meses de diciembre a marzo como los de mayor demanda de agua, específicamente de 2,14 l/s/ha, 1,42 l/s/ha, 5,51 l/s/ha y 3,66 l/s/ha. Evaluando los métodos de riego, se estimó una demanda de agua de 51,70 l/s/ha por el método de riego de conducción a través de canales de riego (Eficiencia: 60%) en contraste con una demanda de 31 l/s/ha por el método de conducción a través de tuberías (Eficiencia: 99%) permite resaltar que hay un ahorro del 60 % en el consumo de agua para riego usando métodos de riego eficientes. Por tanto, es necesario implantar acciones de adaptación: en primer lugar, el uso de cultivares, híbridos o variedades con resistencia al estrés térmico.

La Cosecha de agua como técnica de Seguridad Hídrica

Luis Eduardo Mora Mora¹.

¹ Profesor del Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial (ULA-CIDIAT)

lemoramora@gmail.com

El presente trabajo tiene como objetivo, mostrar la Cosecha de Agua como una técnica apropiada para la Seguridad Hídrica, además de las diferentes bondades como medida sin arrepentimiento para la adaptación al cambio y la variabilidad climática. Es importante destacar, que la cosecha de agua es considerada como una hidrotecnología ancestral, desarrollada en muchos pueblos del planeta como medida de adaptación y aseguramiento de la provisión del recurso agua, tanto para la sobrevivencia como para las actividades productivas. Lo anterior le confiere un alto valor socializable, sobre todo en el ámbito rural y periurbano para las poblaciones en el país. Para estimar el recurso a cosechar, es importante determinar la oferta. Para fines de consumo doméstico, se toma una lluvia media anual de 90% de probabilidad de excedencia. Otro aspecto importante es la demanda para los usos previstos, para lo cual, se pueden utilizar valores módulos o provenientes de los requerimientos de cultivo y abrevaderos si fuese el caso.

La determinación de los volúmenes de almacenamientos requeridos, se puede realizar mediante valores de precipitación media mensual; aunque para el caso de Captura de Crecidas es recomendable que se trabaje con valores diarios o eventos promedios. Así pues, el volumen a utilizar en el caso de consumos domésticos, proviene de un análisis oferta-demanda de masas acumuladas, obteniéndose el mismo, a partir de los máximos déficits y excesos. Se presentan dos casos de análisis ampliamente utilizados en el ámbito rural y periurbano del país. El primero, es la cosecha de agua en viviendas para fines de uso doméstico; y el segundo; es la captura de crecidas en el ámbito rural, el cual es muy utilizado en Venezuela en regiones semiáridas.

Para ambos casos, el CIDIAT-ULA, ha realizado investigaciones en el área, desarrollando enfoques metodológicos y numéricos que ayudan a la socialización de estas técnicas. Entre las que cabe mencionar, la adaptación metodológica del modelo EPANET y el desarrollo del modelo en Runge Kutta de grado V, para el tránsito de crecidas y movimiento de embalses. Los desarrollos metodológicos y numéricos, se han probado en propuestas conceptuales y prácticas, para la cuenca del río Mucujún, estado Mérida y en el Valle de Quíbor, estado Lara, Venezuela. Las investigaciones a mayor profundidad para la valorización de la cosecha de agua con fines productivos, se encuentran actualmente en desarrollo, los cuales se presentarán en futuros trabajos. Esperándose contar con mayores datos para su socialización, en el desarrollo de actividades domésticas, agrícolas y pecuarias en el ámbito rural y periurbano para Venezuela. Se concluye, que es necesario sistematizar la técnica, para los casos más usuales en el país, debido a que este enfoque de provisión de agua, además de considerarse como medidas sin arrepentimiento para la adaptación al cambio y la variabilidad climática, posee un alto nivel de socialización y aceptación por las comunidades y productores en el ámbito rural y periurbano; y ayuda a incrementar los niveles de seguridad hídrica, en las poblaciones que sufren de escasa oferta de agua en el ámbito nacional.

Aplicación de técnicas contemporáneas de drenaje urbano en el campus de la UNAL Bogotá

Maryory del Valle Puente Lanten¹, Luis Eduardo Mora Mora²

¹ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México

² Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes (CIDIAT – ULA), Venezuela.

maryorypuente@gmail.com , lemoramora@gmail.com

En Colombia, específicamente en la ciudad de Bogotá existe una problemática durante los periodos de precipitación, debido al rápido desarrollo urbano que ha generado la impermeabilización de la ciudad teniéndose pocas coberturas vegetales, esta impermeabilización trae consigo el aumento de los volúmenes de aguas pluviales lo que conlleva en repetitivas ocasiones el desbordamiento de los sistemas de drenaje existentes. Debido a esta problemática éste trabajo se centró en evaluar la mitigación de flujos de agua de lluvia en el campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, antes y después de la implementación de técnicas contemporáneas de drenaje urbano mediante la modelación hidrológica e hidráulica usando el software SWMM.

Para llevar a cabo este estudio fue necesario conocer la microcuenca de la Universidad Nacional de Colombia, la cual estaba localizada en la zona central de la ciudad de Bogotá y contaba con un área de 1,2 km², con respecto a la proporción de áreas verdes e impermeabilizadas, Rodríguez *et al.*, (2008) determinaron que el 60 % del área corresponde a zonas verdes, mientras que la parte restante eran zonas impermeables. Por otra parte, se realizó una estimación de las entradas de agua de lluvia, y se requirió conocer los elementos como diámetros, cotas, pendientes y rugosidad de las tuberías que conforman el sistema de drenaje pluvial actual en el campus, conocer la distribución de zonas verdes y zonas impermeabilizadas y sus características como el área y rugosidad.

Derivado del potencial de zonas verdes que poseía el campus de la Universidad se evaluó el sistema de drenaje urbano del campus de la UNAL- Bogotá considerando como técnicas contemporáneas de drenaje urbano un tanque de recolección de agua de lluvia y pavimentos porosos. Haciendo la simulación del drenaje pluvial del campus, se calculó el caudal que circulaba por las tuberías el cual tenía un valor de 203,04 L/s para un Tr=3 años y 245.46 L/s para una lluvia real esto previo a la aplicación de las técnicas contemporáneas, una vez aplicadas estas técnicas se obtuvo una disminución del caudal de 66.55 L/s con lluvias sintéticas y 80.91 L/s para lluvias reales, esto representa una reducción del 33% para periodos de retornos de 3 años y 32% para la lluvia presentada el día 17/12/2007 en el campus.

Los sistemas de recolección de agua de lluvia ayudan a mitigar los efectos de las escorrentías en zonas urbanas, por lo tanto, su implementación a gran escala significaría una contribución al manejo de drenaje urbano, ya que podrían imitar la capacidad de almacenamiento natural del suelo y consigo retrasarían la necesidad de aumentar la capacidad del alcantarillado.

Calibración de modelos matemáticos de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua del lago de Valencia, utilizando imágenes satelitales

Cristina Lara, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

crislara197@hotmail.com , ammarquez@uc.edu.ve , eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve

La importancia estratégica del lago de Valencia tanto para el Estado Carabobo (LV-EC) como para Venezuela, por ser una gran fuente de recursos naturales y económicos, lleva a la constante búsqueda de soluciones que sobre planes de control y monitoreo de parámetros relacionados a la Calidad de sus aguas puedan promoverse en el contexto científico y tecnológico. Esta investigación promueve el uso de procesamiento de imágenes satelitales con fines de Investigación en áreas de evaluación de calidad de aguas en tiempo real y a una reducción de costos por monitoreo de parámetros relevantes, promoviendo el uso de la herramienta de teledetección en nuestro país.

El método involucra las siguientes fases: Fase I: Recolección de información. Identificar las Imágenes Satelitales a ser utilizadas en los Modelos Matemáticos de parámetros fisicoquímicos y biológicos de calidad de agua del Lago de Valencia. Se utiliza Landsat-8 el cual es un satélite que cuenta con dos sensores, OLI (Operational Land Imager), cuya información de radiancia detectada se registra en nueve bandas espectrales, y TIRS (Thermal Infrared Sensor), con dos bandas espectrales en el infrarrojo térmico. Las imágenes Landsat contienen el código LC80040532014021LGN01, y fue adquirida por el satélite en fecha 2014-01-21, siendo descargada de la página web del USGS Earth Explorer, omitiendo las imágenes que tienen más de un 80 % la cobertura de nubes. Los datos tienen una resolución espacial de 30 metros y fueron proyectados usando la Zona UTM 19 y datum WGS84. Fase II: Procesamiento de datos. Aplicar técnicas de corrección de imágenes Satelitales a ser usadas en los Modelos matemáticos. A la imagen seleccionada se les aplicaron técnicas geo-estadísticas direccionadas a los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad total, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, fósforo, nitrógeno total, nitrato, nitrito, sulfato, cloruros, sólidos totales) que se registran o evalúan en las diferentes estaciones de monitoreo habitual del Lago de Valencia. Para ello se inicia con el procesamiento empleando el programa ERDAS IMAGINE 2014. Fase III: Calibración de modelos matemáticos de parámetros fisicoquímicos y biológicos de calidad de agua del Lago de Valencia, utilizando imágenes satelitales.

Para calibrar los modelos matemáticos de parámetros fisicoquímicos se tiene que los coeficientes de dichos modelos están asociados a la variable independiente Reflectancia la cual es medida por el satélite Landsat 8 OLI en siete bandas espectrales en las regiones visibles e infrarrojas, quedando la etapa de validación para estudios prospectivos. La reflectancia espectral obtenida por el detector en la región espectral del infrarrojo cercano del espectro electromagnético resultó más baja desde el LV-EC, variando entre 0 y 10%. La reflectancia se incrementó hasta el máximo valor en las zonas agropecuarias ubicadas en la interfaz agua – suelo con LV-EC, variando entre 40 y 70%. Así como, la reflectancia espectral varió entre 24 y 32 % en la zona urbana que antecede a la zona agropecuaria de LV-EC, siendo concordante con lo esperado ya que resulta más baja en el Lago de Valencia (cuerpo de agua) y se incrementa en la zona urbana, alcanzando el máximo en

las zonas agropecuarias Se logra el modelado matemático de parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad total, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, fósforo, nitrógeno total, nitrato, nitrito, sulfato, cloruros, sólidos totales) y biológicos (coliformes totales) importantes para el monitoreo en tiempo real de calidad de agua del Lago de Valencia con el procesamiento de imágenes satelitales Landsat 8 OLI y de la obtención de reflectancia registrada en las bandas espectrales en las regiones visibles e infrarrojas.

Boorie.AI, su apoyo a sistemas de APyS y al ODS 6.0

Luis Eduardo Mora Mora

Hydraulic Lead. DCKStudios

Javier Molina. CEO DCKStudios, Ricardo Pérez. CFO DCKStudios

luis.mora@dckstudios.com

El presente trabajo tiene como objetivo, mostrar las diferentes oportunidades Boorie.AI en el apoyo a empresas de Agua Potable y Saneamiento (APyS) y a la disminución de la brecha en el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) específicamente el ODS 6.0, referente a agua limpia y saneamiento. Boorie es un emprendimiento de DCKStudios de Inteligencia Artificial (AI) que desarrolla Agentes Autónomos Descentralizados (AI DAA) para las empresa de servicios, con el principal objetivo de apoyar el logro de los ODS, particularmente el ODS 6.0, bajo paradigmas de Digitalización del Sector APyS (Industria 4.0) con énfasis en reducir las pérdidas y los costes operacionales de éstas, cuidando los recursos; en sistemas de infraestructura crítica como son la del agua, el gas y la electricidad, entre otros. Entendiéndose como un Agente Autónomo Descentralizado (DAA AI) Activos Digitales que, a través del diseño y la computación, adquieren experiencia y habilidades en determinadas áreas donde son más eficientes y más creativos a la hora de operar sistemas, generando Valor y Retorno sobre la Inversión (ROI). El proceso metodológico del emprendimiento Boorie se puede esbozar como a) Partiendo de un modelo numérico que se define como un gemelo digital del sistema o subsistema físico considerado. b) Se entrena a Boorie en un sistema controlado mediante técnicas AI como Aprendizaje por Refuerzo (RL) o Aprendizaje por Refuerzo Profundo (DRL). c) Se obtiene luego, un modelo con simulación óptima, que puede ser visualizado en ambientes interactivos adecuados. d) Se desarrolla un motor de recomendaciones para los operarios del sistema, demostrando su efectividad, e impacto en los indicadores de gestión (KPI) relacionados al reto planteado.

Finalmente, los insumos y recomendaciones encontrados, enriquecen al gemelo digital del sistema, cerrando el círculo. Así bien, entre las capacidades de Boorie, se puede mencionar: a) disminución del agua no registrada, contabilizada o facturada, ODS 6.4.1. b) reducción energética en sistemas de bombeo, mediante esquemas de encendido y apagado; y bombas a velocidad variable, ODS 6.4.1 y 13. c) gestión de niveles en estanques para mejorar la prestación en APyS, ODS 6.4. d) Detección de fraudes en medidores y conexiones ilegales, ODS 6.4. e) Prospección de consumos ODS 6.0 y 12. f) Mejores sitios para reinyección de cloro residual en sistemas de AP, ODS 6.5. g) Infraestructura vulnerable ODS 6.5. h). Igualmente se han conceptualizado interacciones en software libre como HydroBID, pudiendo enlazarlo para requerimientos hidrológicos y de drenaje urbano sostenible como HydroBID-Flood y SWMM. Igualmente, investigaciones propias en el CIDIAT-ULA, lo hacen adecuado para las operaciones de embalse mediante EPANET. Boorie puede predecir de manera eficaz la necesidad de rehabilitaciones en el sistema APyS, ODS 6.0. Como conclusión, se puede decir, que con las diferentes herramientas desarrolladas por Boorie, podemos ayudar al alcance efectivo del ODS 6.0 disminuyendo brechas, aumentando los niveles de eficiencia de prestación de servicios de empresas de APyS y demás empresas de servicios como sistemas de infraestructura crítica. Es evidente el apoyo que presenta Boorie al desarrollo de ciudades inteligentes.



Validación de modelos de pronóstico de variables de operación del sistema de embalses del Acueducto Regional del Centro

Oscar José González-Ron¹, Amaruth Aponte¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

[Josegon 01 04@hotmail.com](mailto:Josegon0104@hotmail.com) , amaruthaponte@gmail.com , ammarquez@uc.edu.ve ,
eguevara@uc.edu.ve , sperez@uc.edu.ve

En este estudio se validan modelos de pronóstico de variables de operación del sistema de embalses del acueducto regional del centro. La presente investigación lleva a cabo para el Sistema de Embalses del Acueducto Regional del Centro un conjunto de análisis de series de tiempos para variables climatológicas y operacionales que en estos coexisten, mediante las observaciones realizadas de balances hídricos para el Embalse Pao Cachinche durante (1985-2014), el Embalse Guataparo (1993-2014) y Pao la Balsa (1992-2014). Fase I: Recolección de información. La información sobre ubicación geográfica, establecer los límites del embalse y visualización de mancha de inundación fue extraída a partir de imágenes de Google Earth. La información sobre niveles de agua de los embalses, curva área-nivel-capacidad y balance hídrico de los embalses Guataparo, Pao Cachinche y Pao Las Balsas en el período 1980-2015 fue provista por la compañía Hidrológica del Centro, C.A. Fase II: Procesamiento de datos. El procesamiento de datos se realizó mediante el uso de software estadístico Statgraphic, usado para modelar patrones de comportamiento históricos, pronósticos y posteriormente análisis de resultados. Las variables climáticas, tales como precipitación y evaporación presentes en el Sistema de Embalses del Acueducto Regional del Centro tienen un comportamiento estacional con un periodo de frecuencia anual, reflejando los máximos aportes de volúmenes en los embalses en los meses lluviosos, comportamiento estudiado entre los años (1983-2014) para el Embalse Pao Cachinche, (1993-2014) para el Embalse Guataparo y el Embalse Pao La Balsa (1992-2014). Las variables operacionales del embalse, presentan un comportamiento aleatorio, en función de demandas que ha presentado el mismo durante las observaciones realizadas, exceptuando las variables cota, volumen y área de embalses, donde para el embalse Pao Cachinche y Pao La Balsa este comportamiento aleatorio está ausente, exhibiendo una frecuencia relativa de 0.0028 y 0.0027 respectivamente cayendo en un periodo de repetición de un año para ambos, mientras que para el embalse de Guataparo su periodograma muestra frecuencia de 0.00038 con un periodo de repetición de siete años, este resultado a partir de observaciones que van desde 2011-2014 para el Embalse Pao Cachinche, (1993-2014) para el Embalse Guataparo y (2003-2014) para el Embalse Pao La Balsa. Se realizaron pronósticos, estos determinaron los niveles en un periodo donde no se tenían datos observados. En el caso de Pao-Cachinche se obtuvo el modelo ARIMA(1,0,1) para datos diarios y el modelo ARIMA(2,0,1) para datos mensuales. Para el embalse Guataparo se obtuvo el modelo ARIMA(2,1,1) para datos diarios y el modelo ARIMA(2,0,2) para datos mensuales. Para el embalse Pao-la Balsa se obtuvo el modelo ARIMA(1,1,1) para datos diarios y el modelo ARIMA(2,1,2) para datos mensuales. Se realizaron seis (6) validaciones de los modelos de pronóstico para las variables del sistema de embalses del acueducto regional del centro. Específicamente para los embalses Cachinche, Guataparo y Pao-la Balsa, con un total de dos (2) validaciones para cada embalse. En una primera etapa se validaron los modelos para datos diarios y en una segunda etapa para datos mensuales. El modelo Pao-Cachinche con datos diarios se ajustó a los datos ($R=0,53$ y $MAE=2,5cm$), comparado con el modelo Pao-Cachinche con datos mensuales ($R=0,72$ y $MAE=4,4cm$) este último resultando con un mejor ajuste, pero con menor exactitud.

V.5. Aportes del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM - UC)

Administración sostenible de los recursos hídricos de la zona norte del municipio Guacara del estado Carabobo

Samuel Reyes¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

Introducción

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis la situación actual del suministro de agua potable en la zona de Vigirima del municipio Guacara, estado Carabobo (MG-EC), para así plantear una propuesta de administración sostenible de recursos hídricos de la zona norte del MG-EC.

Métodos

El método involucró: a) Análisis del estado de los recursos hídricos, estructuras hidráulicas de captación y distribución y población abastecida. Fue llevado a cabo mediante visitas de campo para hacer un diagnóstico de la situación actual de los recursos hídricos, distribución, y estructuras hidráulicas y población abastecida. Las visitas de campo implicaron recolección de material fotográfico de la zona, mediciones de variables hidrológicas, y captación de muestras para determinación de la calidad de agua. b) Examen del marco jurídico, político, económico y estratégico, la conservación, uso y distribución de los recursos hídricos disponibles. El examen está basado en el análisis de normativa en escala nacional, regional y local. c) Estimación del balance hídrico de la cuenca del río Guacara. Para realizar un balance hídrico se establece un lugar y un periodo para así poder determinar las pérdidas y los aportes de agua en ese lugar y para ese periodo. Para estimar el balance hídrico se usó la información anual de precipitación (mm) y evaporación (mm) de la estación Vigirima, del Ministerio de los Recursos Naturales Renovables ubicada en Vigirima (N10°20'03",O67°52'40") en el periodo desde 1970 hasta 1982. d) Diseño de plan de administración integral de los recursos hídricos. Consiste en realizar un manual para proporcionar una guía que permita mejorar la gobernabilidad de los recursos de agua.

Resultados y conclusiones

En la escala anual, la evaporación en todo momento superó a los valores de precipitación. Los caudales medidos en tres estaciones de monitoreo en el río Guacara fueron, La Manga (17-66 L/s), La Fabianera (26-34 L/s) y El Jengibre (19-51 L/s). La calidad del agua del río Guacara en una estación sobre el río Guacara (N10°20'34",O67°54'4.5") cumplió en los parámetros físicoquímicos (calcio, magnesio, sulfato, cloruro, nitrito, nitrato, hierro total, manganeso total, níquel total, plomo total) y biológicos (coliformes totales) con el decreto 3219. Las estructuras hidráulicas de captación y distribución se encuentran en una situación bastante precaria debido a la falta de mantenimiento, mala operación, errores de diseño o que ya cumplieron su vida útil. Adicionalmente, la comunidad del sector La Manga de 408 habitantes, aunque no presenta problema de abastecimiento de agua, carece de red de acueducto, los habitantes están conectados ilegalmente a la tubería de aducción del tanque de reserva que esta fuera de servicio. Se estableció un plan de administración de los recursos hídricos de la zona y se propuso, a través de una ordenanza, creación de un ente rector de dicho plan, encargado de direccionar y ejecutar políticas públicas de asistencia técnica, control y conservación de recursos hídricos de la zona norte del MG-EC, de regular las actividades de captación, conducción potabilización, almacenaje y distribución del agua potable, así como también de conservar y generar actividades económicas sustentables en la cuenca del río Guacara.

Análisis de la variabilidad espacial y temporal de los constituyentes presentes en las aguas y suelos de las zonas de explotación petrolera de los estados Anzoátegui y Monagas

Olgy Figueira¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

Venezuela es un país rico en recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Para garantizar la calidad y cantidad de estas aguas en tiempo es necesario establecer un sistema de control continuo sobre el uso de estas aguas, lo cual significa balancear la explotación del recurso en términos de cantidad, calidad y relación con otros recursos naturales.

Métodos

El método involucró a) descripción de las características bacteriológicas y físico-químicas de suelos y aguas superficiales de zonas de explotación petrolera de estados Anzoátegui y Monagas de acuerdo a decretos 2635 y 883. El periodo de muestreo incluye los años 2009 al 2013 este período fue seleccionado debido al gran incremento de actividades antrópicas allí desarrolladas a partir del año 2008 como consecuencia de una serie de acuerdos comerciales con distintos países para la explotación petrolera en los estados Anzoátegui y Monagas, al reconocerse su potencial como por la acumulación de grandes reservas de petróleo pesado y extrapesado que existe en el mundo, b) determinación de los índices de calidad del agua y suelos de las zonas de explotación petrolera de los estados Anzoátegui y Monagas. Se investigaron los diferentes tipos de índices de calidad ambiental y su aplicación en la zona de estudio, c) análisis de las variaciones espaciales y temporales de los parámetros bacteriológicos y físicoquímicos determinados a través del uso de sistemas de información geográfica. Se elaboró una base de datos usando el programa ArcGIS Desktop, considerando los puntos de muestreo y sus características físicas y químicas. Se digitalizaron mapas de topografía, red hídrica y organización político territorial de los estados Anzoátegui y Monagas. Las aguas superficiales presentan una baja calidad respecto a los resultados obtenidos por otros investigadores, sin embargo, no alcanza valores característicos de las aguas residuales domésticas.

Resultados y Conclusiones

Para el Estado Aragua todos los índices de vegetación utilizados, desde 1990 hasta 2018, muestran el crecimiento de vegetación considerable como alta solo en zonas propias de la cordillera de la costa y en zonas alrededor del lago de Valencia propias de zonas rurales agrícolas, mientras que en el área total del estado predominan las vegetaciones bajas y medias. Como muestra, para NDVI en el año 2001, se observa claramente un aumento en los valores de zonas no vegetadas con valores hasta -0.95, como consecuencia del crecimiento poblacional acelerado que presenta el estado Aragua, de acuerdo a datos del INE posteriores a los años post-industrialización. El estado Aragua en cuanto a los usos de la tierra, evidencia el deterioro en su vegetación característica a través de los años desde 1990 hasta 2018 producto del auge industrial y su creciente crecimiento poblacional posterior a los años post industrialización.

Análisis de la vulnerabilidad de acuíferos de los municipios Guacara y San Diego del estado Carabobo

Yorman Gustavo Peraza Barreto, Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Edilberto Guevara Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

El presente trabajo tiene como propósitos el análisis de la vulnerabilidad de acuíferos de municipios Guacara y San Diego del estado Carabobo, estimando los grados de vulnerabilidad a la contaminación en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto en diferentes sectores de municipios en la escala mensual de los años en el período 2015- 2017. Identificación de ubicación geográfica y propiedades geofísicas de pozos subterráneos en Municipios Guacara y San Diego, Estado Carabobo.

Metodología

Se realizó recolección de información que permitan la ubicación e identificación de las propiedades geofísicas de los pozos ubicados en los municipios Guacara y San Diego. Esta información fue obtenida desde Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA), la Alcaldía de Guacara (IMAGUA) e HIDROCENTRO. Descripción de composición geofísica en pozos en Municipios Guacara y San Diego, Estado Carabobo. Se describe la composición geofísica de los pozos en estudio de municipios Guacara y San Diego, usando el programa ArcGIS 10.0, con licencia del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales UC, realizando mapas de elevación de terreno, pendiente de terreno, porosidad efectiva, permeabilidad, transmisividad y espesor saturado del acuífero del municipio. Aplicación de método para estimar la vulnerabilidad del acuífero en Municipios Guacara y San Diego, Estado Carabobo. Con información recabada en campo y procesada mediante el programa ArcGIS 10.0, se elaborarán los diferentes mapas de factores del método DRASTIC. Elaboración de mapas de vulnerabilidad en Municipios Guacara y San Diego, Estado Carabobo. Los mapas de vulnerabilidad de acuífero se generaron para representar mensualmente los grados de vulnerabilidad de acuíferos de municipios Guacara y San Diego. Aplicando herramientas del programa ArcGIS 10.0.

Resultados

Los acuíferos de municipios Guacara y San Diego están constituidos por arena o grava, arenisca y caliza masiva en un 48,74%. Al aumentar la recarga neta, la vulnerabilidad aumenta en las zonas de alta elevación y altas pendientes de terreno. La vulnerabilidad de acuíferos de municipios Guacara y San Diego se distribuye espacialmente en el territorio entre (0-3) % en niveles alto, (67-79) % en niveles moderado, (14-27) % en nivel bajo y (4-7) % en nivel muy bajo.

Análisis espacio – temporal de parámetros biofísicos en el estado Aragua usando imágenes satelitales

Luilly Bracho, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

El estudio de diferentes parámetros biofísicos del estado Aragua obtenidos a partir de imágenes satelitales a través de los SIG mejora la evaluación espacio – temporal de áreas a nivel local, regional, nacional o global en menor tiempo. Los parámetros biofísicos obtenidos a partir del análisis de imágenes satelitales, de la colección de imágenes de los satélites Landsat, disponibles en el portal web del Earth Explorer (USGS), se generaron desde 4 imágenes del Estado Aragua correspondientes a los años 1990, 2001, 2015 y 2018 respectivamente. Fase I: Obtención de las imágenes satelitales y soporte técnico inicial: Se ubicaron imágenes satelitales que serán utilizadas para inicio de la investigación. Fase II: Procesamiento inicial de las imágenes a través de SIG: Durante esta fase, se deberán procesar todas las imágenes a ser utilizadas con el fin de obtener los raster a utilizar para el desarrollo de los mapas que serán generados gracias a la información recabada del análisis espectral de las imágenes a través del SIG. Fase III: Estimación de Índices de Vegetación: Con el procesamiento de las imágenes a utilizar para fines de la investigación, se podrán medir los parámetros ambientales establecidos para los alcances de la investigación a través de herramientas de SIG. Se establecerán los valores para cada índice. Fase IV: Elaboración de mapas de usos de la tierra y cobertura terrestre: Posterior al procesamiento de todas las imágenes, se procederá a elaborar mapas de distribución de usos de la tierra en el estado Carabobo, con mayor énfasis en las zonas que presenten mayor potencial para corredores ecológicos. Fase V: Análisis de los índices de vegetación y la distribución de usos de la tierra de los datos recabados de toda la información procesada, mapeada y delimitada; se compararán los mismos y la posible influencia que tienen entre sí para el análisis de los parámetros biofísicos en el Estado Aragua – Venezuela.

La obtención de los índices de vegetación analizados (NDVI, SAVI y LAI), pueden demostrar la presencia de vegetaciones, su densidad y el área de la misma en las zonas de estudio. Para el Estado Aragua todos los índices de vegetación utilizados, desde 1990 hasta 2018, muestran el crecimiento de vegetación considerable como alta solo en zonas propias de la cordillera de la costa y en zonas alrededor del lago de Valencia propias de zonas rurales agrícola, mientras que en el área total del estado predominan las vegetaciones bajas y medias. Como muestra, para NDVI en el año 2001, se observa claramente un aumento en los valores de zonas no vegetadas con valores hasta -0.95, como consecuencia del crecimiento poblacional acelerado que presenta el estado Aragua, de acuerdo a datos del INE posteriores a los años post-industrialización. El estado Aragua en cuanto a los usos de la tierra, evidencia el deterioro en su vegetación característica a través de los años desde 1990 hasta 2018 producto del auge industrial y su creciente crecimiento poblacional posterior a los años post industrialización.



Análisis espaciotemporal de los índices biofísicos en la cuenca del río Pao

María Nieves¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

Entre las técnicas que emplean el uso de datos satelitales multiespectrales destacan los índices de vegetación. La cuenca del río Pao (CRP) se caracteriza por condiciones socioambientales particulares, siendo amparada bajo instrumentos legales.

Métodos

El método aplicado involucró:

Fase I: Selección de imágenes satelitales. Los datos satelitales multiespectrales fueron obtenidos del satélite Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) C1 Level -1, desde la página web del Departamento Geológico de los Estados Unidos de Norte América, Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Global Visualization Viewer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Fase II: Procesamiento preliminar de las imágenes satelitales. Se le realizaron correcciones topográficas, atmosféricas y radiométricas a las imágenes. Fase III: Estimación de los índices biofísicos. Se empleó el software ARCGIS 10 para esta etapa, y dentro de este software se empleó la caja de herramientas con el modelo SEBAL versión 1.0 (SEBAL, 2002). El modelo posee las ecuaciones para el cálculo de los índices de vegetación NDVI, SAVI. Fase IV: Análisis espaciotemporal del uso y cobertura de la tierra. En esta etapa para poder analizar el cambio en el uso y cobertura de la tierra, primero hay que realizar la clasificación y detección del uso y cobertura. Fueron establecidas siete tipos de coberturas terrestres sobre la CRP: vegetación, urbano, suelo descubierto, cuerpos de agua, agropecuario, nubes y sombras. Fase V: Análisis de los índices de vegetación y la distribución de usos de la tierra de los datos recabados de toda la información procesada, mapeada y delimitada; se compararan los mismos y la posible influencia que tienen entre sí para el análisis de los parámetros biofísicos en el Estado Aragua – Venezuela.

Resultados y Conclusiones

El análisis estadístico comparativo de los índices de vegetación NDVI y SAVI sobre los cuarenta puntos de muestreo durante las tres temporadas secas, indican la ausencia de diferencia significativa entre los años comparados, excepto el resultado de la media de NDVI de la temporada 2016-2017 respecto de los dos años anteriores. De manera general, se puede decir que la falta de una diferencia marcada durante los tres años estudiados, sea debido a la cercanía entre ellos y a la baja cantidad de temporadas secas estudiadas. De modo que incrementando la cantidad de años evaluados y además realizando un análisis comparativo por cada tipo de cobertura, podría extraerse mayor cantidad de información para un análisis espacio-temporal de la cuenca, cuya información sea calibrada con mediciones de terreno. Las características per se de los cinco tipos de cobertura terrestre establecidos sobre la CRP pudieron haber influenciado las diferencias observadas en el patrón de cobertura terrestre durante el tiempo evaluado.

Detección de cambio de uso y cobertura terrestre para modelado de gestión de humedales tropicales

Nereida López ¹, Adriana Márquez ¹, Edilberto Guevara ¹ y Sergio Pérez ¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

El propósito de este estudio fue analizar la dinámica de los cambios bitemporales y espaciales en el uso de la tierra (LU) y cobertura del suelo (LC) en una cuenca tropical con un humedal natural: el río Urama, Venezuela. El humedal se ha visto afectado por la demanda de tierras para la producción agrícola y ganadera.

Metodología

Fase 1. Recopilación de datos de imágenes de satélite. Se utilizaron siete imágenes multiespectrales adquiridas por sensores Landsat. El criterio utilizado para analizar la detección de cambios de LULC fue el período de recopilación de datos de 31 años de 1986 a 2017, incluidos 1991, 2000, 2008, 2015, 2016 a 2017. Fase 2. Procesamiento preliminar de imágenes de satélite. El procesamiento preliminar de imágenes Landsat consistió en realizar correcciones geométricas, radiométricas, topográficas y atmosféricas absolutas y relativas correspondientes a cada imagen. Fase 3. Aplicación de métodos de detección de cambios. Los métodos seleccionados fueron: 1) Preclasificación: A) métodos algebraicos (diferenciación de imágenes de reflectancia) y B) método de transformación (diferenciación de imágenes de componentes principales); 2) Método de posclasificación. Resultados del método de diferenciación de imágenes de reflectancia de clasificación previa. Las imágenes de diferenciación de reflectancia durante seis períodos (1986-2017, 1991-2017, 2000-2017, 2008-2017, 2015-2017, 2016-2017) mostraron la ocurrencia de valores positivos, negativos y sin cambios. La mayor parte de la cuenca del Urama está cubierta por vegetación. La disminución de reflectancia podría deberse al cambio de vegetación a suelo degradado. El aumento de reflectancia podría deberse a un cambio en uso agrícola.

Resultados

Resultados del método de preclasificación: diferenciación de imágenes de componentes principales. Los resultados del método de preclasificación basados en la diferenciación de imágenes de componentes principales (CPs) se obtienen transformando las variables de reflectancia en el componente principal de cada imagen Landsat. La similitud en los coeficientes de covarianza de reflectancia en las bandas de región óptica y diferencia con respecto a covarianza de banda 5 (infrarrojo cercano) pueden surgir porque la cobertura del paisaje predominante es la vegetación. Resultados del método de posclasificación. Las proporciones de áreas asociadas con clases LULC de mapas clasificados en la Cuenca Urama de 1986 a 2017 muestran que el orden de prevalencia de ocurrencia de clases fue: a) vegetación (50-85%), b) agricultura (15-20%), c) áreas rurales (5-10%), d) suelo desnudo (5-10%), e) masas de agua (5%), f) nubes (1-10%) y g) sombras (<1%). Al comparar los resultados de este método con los del método de las CPs, se demuestra que el patrón encontrado en covarianzas de banda espectral en región infrarroja óptica coincide con el perfil espectral correspondiente a vegetación o áreas agrícolas. El método de posclasificación permitió la validación de clases en las que se detectaron cambios o ningún cambio utilizando métodos de preclasificación. La combinación de métodos descritos permitió niveles más altos de precisión en las predicciones de cambio LULC del método CPs en escenarios donde predomina una clase, una de las características de los humedales tropicales.

Efectos del transporte de sedimentos de la cuenca del río Chirgua sobre la capacidad de almacenamiento del embalse Pao Cachinche con el uso de imágenes satelitales

Luzmary Camacho, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

La estimación de la erosión hídrica en la cuenca del Río Chirgua a partir de la ecuación universal de la pérdida de suelo (EUPS) y el transporte de Sedimentos con la ecuación universal de la pérdida de suelo modificada (MUSLE), con el uso de 36 imágenes satelitales de Landsat de los años 2015 al 2017, con la integración del Sistema de información Geográfica, para la obtención de cada uno de los factores en la Cuenca del Río Chirgua estimando la Erosividad de la lluvia (R) a partir de precipitaciones mensuales y anuales ,con el uso de mapa de tipos de Suelo en Venezuela para obtener el factor K y el empleo de la ecuación sugerida por (Wischmeier y Smith) para su obtención, el factor topográfico (LS) con la ecuación propuesta por Moore and Burch , el factor de cobertura de Suelo (C) basado en la clasificación realizada de los usos de suelos para cada una de las imágenes, estableciendo seis clases: agrícola, vegetación, suelo deforestado, nubes, sombras y urbano presentes en la zona de estudio y el factor P prácticas de conservación usadas para el desarrollo de los cultivos.

Métodos

Fase I: Recopilación de información. En esta fase se realizó la revisión de la documentación relacionada con el tema, la ubicación de las fuentes bibliográficas, textos, investigaciones afines, entre otros.

Fase II: Procesamiento preliminar de las imágenes satelitales. Para llevar a cabo la caracterización de la Cuenca del Río Chirgua a través de imágenes satelitales con el uso de sensores remotos se utilizó el satélite Alos Palsar el cual tiene una resolución de 12,5 m para la obtención del Modelo de Elevación Digital (DEM) de la Cuenca del Río Chirgua y con el uso del Software Argis 10.1 bajo la herramienta de Hidrología que contiene el programa se obtiene los factores topográficos (longitud y pendiente) y los factores hidrológicos (dirección y acumulación de flujo). Con el uso del Earth Explore del Servicio Geológico de Suelo de los Estados Unidos (USGS) se obtendrán imágenes satelitales pertenecientes a Landsat 8 para el periodo de estudio establecido en esta investigación desde el año 2015 al 2017.

Resultados y conclusiones

Cada uno de los factores que conforman la ecuación de la pérdida de suelo es de gran influencia en la obtención de la erosión hídrica ya que su relación es proporcional con la tasa de pérdida de suelo, así como también es necesario destacar que para obtener la erosividad de la lluvia, el factor R de la ecuación es necesario contar con un registro de precipitaciones en el entorno del área de estudio para poder obtener la estimación correcta y ajustada a la zona de estudio. El transporte de sedimentos en la Cuenca del Río Chirgua ha ido incrementándose con el tiempo, desde el año 2015 al 2017 ha tenido un incremento de 3 a 15 % con respecto al área total del Embalse.

Enfoque de método para la modelación del riesgo de inundaciones en una cuenca tropical

Bettys Farías¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

El presente estudio tiene como objetivo novedoso crear un método para estimar riesgo de inundaciones en una cuenca tropical. El método incluye estimación de la precipitación efectiva y asociaciones de esta variable con el riesgo de que las estructuras hidráulicas diseñadas para mitigar los eventos de inundación sean excedidas al menos una vez durante la vida útil de las obras hidráulicas.

Metodología

Estimación del mapa de lluvia efectiva. La estimación del mapa de lluvia efectiva implica obtención de tres mapas previos: 1) precipitación, 2) Almacenamiento de agua en el suelo y 3) Lluvia efectiva. Generación de mapa de orden de la precipitación efectiva El mapa de orden de la precipitación efectiva se produce aplicando la herramienta de reclasificación contenida en el módulo de herramientas de análisis espacial del programa ArcGIS 10.0. Modelización del mapa de la probabilidad de excedencia de lluvia efectiva Se produce utilizando el método empírico de diseño basado en eventos extremos hidrológicos expresados por la Ecuación 1. $P(X \geq x_T) = m/(n+1)$ Donde, m es el orden asociado con los datos de la serie de precipitación efectiva y representada en la calificación del mapa de lluvia efectiva obtenido en el paso 2 y n el número de datos en el conjunto de valores de lluvia efectiva. Estimación del mapa del riesgo de inundaciones El riesgo de inundación se determina utilizando la ecuación de diseño para eventos hidrológicos extremos indicada como $R = 1 - [1 - (P(X \geq x_T))]^n$ Donde, $P(X \geq x_T)$ es la probabilidad de excedencia del evento de precipitación efectiva mensual, a través de su representación en el mapa. En esta ecuación el término x_T corresponde al valor umbral determinado, n es la vida esperada de la estructura; R es la probabilidad de que un evento ocurra al menos una vez en n años. Validación del método.

Resultados

En este estudio, la validación del método se realiza mediante la aplicación de dos técnicas estadísticas de detección de cambios empleando herramientas SIG en una secuencia donde se utiliza la primera técnica basada en el análisis de componentes principales seguida de la segunda técnica relacionada con la diferenciación de mapas de componentes principales. La validación de los resultados encontrados en el CP1 derivados del mapa de riesgo de inundaciones para la serie temporal 1980-2000 se llevó a cabo mediante la utilización de la serie temporal actualizada 2015-2018 del mapa de riesgo de inundaciones aplicando la técnica de detección de cambios basada en la diferencia del CP1 en la cuenca del río Pao, Venezuela encontrando que el riesgo de inundación no cambió la ocurrencia del patrón espacial de manera significativa. La estimación del riesgo de inundaciones se realizó combinando modelos deterministas y estocásticos. El componente determinista se basa en el número de curva derivado de mapas de uso y cobertura del suelo, siendo una variable dinámica soportada en imágenes de satélite. Los resultados de la validación permitieron demostrar que existe un patrón espacio-temporal en la ocurrencia del riesgo de inundaciones.

Evaluación de hábitats con potencial para corredores ecológicos en el estado Carabobo – Venezuela

Naimelys Díaz Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹ Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

Introducción

La era industrial exigía mayor demanda de la tierra por lo que el crecimiento poblacional en el estado Carabobo (EC), con el mayor parque industrial de Venezuela, generó fragmentación de los ecosistemas naturales. Se adquirieron 6 imágenes de satélites Landsat para EC correspondientes a los años 1975, 1990, 2001, 2015, 2017 y 2018.

Métodos

El método aplicado involucró:

Fase I: Obtención de las imágenes satelitales y soporte técnico inicial: En esta fase se adquirieron seis imágenes del grupo de satélites Landsat: 1) Landsat 2 (MSS-RBV) para 1975, 2) Landsat 5 – Thematic Mapper (L5 TM) (1990 y 2001), 3) Landsat 8 - Operational Land Imager (L8-OLI) (2015, 2017 y 2018).

Fase II: Procesamiento inicial de las imágenes usando Sistema de Información Geográfica (SIG): Las correcciones absolutas radiométricas, topográficas y atmosféricas fueron aplicadas a cada imagen en el programa ERDAS IMAGINE.

Fase III: Estimación de Índices de Vegetación: se estimaron valores para NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) y LAI (Leaf Area Index) a través de herramientas de ArcGIS 10.0, convirtiendo número digital a radiancia espectral y ésta a reflectancia superficial desde siete bandas espectrales, incluyendo las regiones visible e infrarrojo (cercano, de onda corta y térmico) del espectro electromagnético, desde estas variables se estimaron los índices de vegetación.

Fase IV: Elaboración de mapas de usos de la tierra y cobertura terrestre: en esta fase aplica un método de clasificación supervisada de imágenes de satélite, usando el algoritmo de Máxima Probabilidad para determinar la cobertura de la vegetación.

Fase V: Evaluación de la influencia de los índices de vegetación y la distribución de usos de la tierra con los hábitats con potencial para corredores ecológicos. Usando gráficos de cajas y bigotes se compararon los índices de vegetación. Los índices de vegetación (NDVI, SAVI y LAI), demostraron la presencia de vegetaciones, su densidad y área en EC.

Resultados y conclusiones

Como muestra, se analizaron 142 puntos por cada año de estudio correspondiente para NDVI. Los valores para mínimo y máximo muestreados para dicho índice son -0.43 y 1.19. El valor promediado para NDVI en 1975 es de 0,17 lo que permite evidenciar que de acuerdo a las muestras tomadas el EC presenta baja densidad de vegetación, para 1990 el promedio sube a 0,59, lo que demuestra que hubo incremento en la vegetación del estado, para 2001 baja a 0,40 manteniendo un rango bajo también de crecimiento en la vegetación. Los valores para 2015, 2017

y 2018 variaron entre 0,66 y 0,61. Para el EC, todos los índices de vegetación, desde 1975 hasta 2018, mostraron el crecimiento de vegetación considerable como alta y en grandes áreas, solamente en zonas alrededor del lago de Valencia propias de zonas rurales agrícolas y en las partes altas de la cordillera de la costa. Las áreas con mayor potencial para corredores ecológicos son aquellas cuencas que nacen sus ríos en la cordillera de la costa, que mantienen una conectividad verde con mayor calidad que aquellas cuencas más deterioradas.

Evaluación de la influencia de la variación espacio temporal de la cobertura vegetal sobre la producción hídrica de la cuenca del río Chirgua, estado Carabobo-Venezuela

Alejandra Franceschi, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹ Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

Introducción

En este estudio se estimó la influencia de la variación espacio temporal de la cobertura vegetal sobre la producción hídrica de la cuenca del río Chirgua, Estado Carabobo-Venezuela, a través de mapas de uso y cobertura de la tierra; variables asociadas al uso y cobertura; y la precipitación efectiva; utilizando imágenes del satélite Landsat 8(OLI) del periodo (2015-2016).

Métodos

Este estudio se lleva a cabo en tres etapas: Etapa 1: Recolección de los datos. Selección de imágenes provenientes del satélite Landsat 8 (OLI) periodo 2015- 2017, temporada seca. Las imágenes satelitales fueron obtenidas a través del portal del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), web site: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Se utilizó el satélite Landsat 8 (OLI), operado por la NASA, el cual permitió capturar información espectral de la cobertura terrestre. La información precipitación fue obtenida desde el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) en el período 2015-2018. Etapa 2: Procesamiento de datos. Las imágenes e información meteorológica fueron procesados bajo la interfaz de ArcGis 10.0 (herramientas de geoestadística y análisis espacial), Erdas Imagine y Envi, a través del cual se logró obtener los mapas de uso y cobertura de la tierra; número de curva (CN); precipitación (P); almacenamiento de agua en suelo (S), y por último la estimación de lluvia efectiva, para poder así dar respuesta a los objetivos planteados. Etapa 3: Obtención de resultados: a través del procesamiento de las imágenes obtenidas del satélite Landsat 8 (OLI), se obtuvieron los siguientes mapas: uso y cobertura de la tierra. Numero de curva (CN). Precipitación (P). Almacenamiento de agua en suelo (S). Lluvia efectiva. A través del portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se logró descargar con éxito y de forma gratuita imágenes provenientes del Satélite Landsat 8 (OLI), un total de 36 imágenes.

Resultados y conclusiones

En la clasificación de usos y cobertura de la tierra de la cuenca del río Chirgua, se encontró en mayor proporción por área ocupada, la cobertura vegetal; seguido de áreas de uso agrícola; área urbana y en menor proporción suelos degradados. Por otra parte, el índice de cobertura vegetal se clasificó según US soil conservation service (SCS) como tipo regular, el cual gobierna medianamente el grado de influencia la producción hídrica de la cuenca. En cuanto a las variables asociadas al uso y cobertura de la tierra, a través del método (SCS) se estimó la lluvia efectiva mediante el número de curva (CN); precipitación (P) y almacenamiento de agua en suelo (S). Para (CN) se consiguió para la cobertura vegetal un alto potencial de escorrentía; mientras que para el uso de la tierra con fines agrícola y urbano (granjas agroindustriales) un nivel medio (entre moderadamente bajo- alto) de potencial de escorrentía. La mayor cantidad de precipitación efectiva es producida en suelos sellados y de ocupación territorial; mientras que para el uso de la tierra con fines agrícolas se posicionó de segundo lugar, y por ultimo suelos con cobertura vegetal primaria. La producción hídrica es influenciada por el uso de la tierra donde la mayor proporción por área ocupada es correspondiente a la cobertura vegetal; seguido de áreas de uso agrícola; área urbana y en menor proporción suelos degradados.

Evaluación de la influencia del balance de componentes hidrogeoquímicos sobre el uso sostenible del agua del acuífero de San Diego en el período 2015 – 2018

Gerardo Arturo Huguet-Sierra¹, Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Edilberto Guevara-Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹, Eduardo Buroz-Castillo²

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

²Universidad Central de Venezuela. Universidad Católica Andrés Bello, Programa de Postgrado en Ingeniería Ambiental, Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Venezuela

Introducción

Este estudio cubre cinco objetivos: (i) caracterización de componentes hidrogeoquímicos del acuífero de San Diego en el período 2015-2018, (ii) determinación de los parámetros geofísicos e hidráulicos del acuífero del municipio de San Diego en período 2015-2018, (iii) estimación de parámetros de balance hídrico subterráneo del acuífero de San Diego en el período 2015-2018, (iv) análisis de influencia de constituyentes hidrogeoquímicos del acuífero de San Diego en el uso sostenible de su agua, y (v) evaluación de componentes hidrogeoquímicos del acuífero de San Diego en período 2015-2018, en relación a su equilibrio e influencia en el uso sostenible del agua para el abastecimiento urbano. Caracterización de los componentes hidrogeoquímicos del acuífero de San Diego en el período 2015-2018.

Metodología

En este estudio, la unidad de análisis estuvo conformada por 24 pozos de agua potable registrados por la Compañía Hidrológica Central, 38 pozos del Ministerio de Ecosocialismo y Aguas, y 65 pozos monitoreados en 21 tesis de pregrado asistidas por el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC), respectivamente. Determinación de los parámetros geofísicos e hidráulicos del acuífero del Municipio de San Diego en el período 2015-2018. El acuífero del Municipio de San Diego tiene características que lo identifican como un tipo confinado, ya que posee estratos impermeables (arcillas, arenas finas) en las capas superior, intercalada e inferior, como se puede verificar en los 28 perfiles litológicos de los pozos registrados antes. Ministerio de Ecosocialismo y Aguas, y ubicado dentro del acuífero. Determinación de parámetros hidráulicos por método gráfico. Las propiedades T y S del acuífero se determinan bombeando un caudal variable Q y midiendo la reducción durante varios intervalos de tiempo, usando técnicas gráficas para su determinación indirecta, siguiendo el método Theis explicado en Guevara & Cartaya, (2004). Determinación de los parámetros de balance de aguas subterráneas del acuífero de San Diego en el período 2015-2018. Tres fuentes de información fueron consultadas: a) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, b) Compañía Hidrológica del Centro a través del suministro de caudales en el período 2015-2018, c) Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM -UC) a través de 21 tesis de pregrado aprobadas durante 2015-2019.

Resultados

El caudal extraído varió predominantemente en un rango de hasta 6 L/s en áreas residenciales y aumenta desde el área norte hasta la zona sur del acuífero donde los niveles de agua disminuyeron desde las áreas montañosas del acuífero hacia la planicie acuífera, siendo más bajos en el límite entre la zona norte y la zona central del Municipio de

San Diego donde se encontró un intervalo entre 385 - 435 metros sobre el nivel del mar registrado, lo que implica hasta 50 m de diferencia relativa con respecto a la superficie del suelo. La fuente subterránea tiene las condiciones para complementar la demanda de forma sostenible, pero la forma en que se utiliza actualmente no se basa en un modelo de gestión integrado adecuado para ambos suministros.

Formulación de relaciones matemáticas entre el cloro residual, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo público en el municipio Valencia, estado Carabobo

Ely Díaz¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo formular relaciones matemáticas entre el cloro residual y los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de consumo público en el municipio Valencia, estado Carabobo. Para recolectar la información se empleó la revisión documental, una data histórica correspondiente al período 2009 -2016 y la obtención de datos de campo con la colaboración de Hidrolab Toro Consultores C.A.

Métodos

Recopilación de los Datos

Construcción de mapa de la red de distribución de agua potable de la localidad en estudio: Obtención de la información digital e impresa de instituciones públicas. Se solicitó información correspondiente al catastro de redes de distribución de agua potable, los mapas de redes existentes de la Compañía Hidrológica del Centro, C.A.

Caracterización espacial y temporal del agua de abastecimiento público del municipio Valencia

-Revisión de la data proporcionada por el Laboratorio Hidrolab Toro Consultores, C.A. sobre análisis realizados en diferentes tomas de agua de empresas de servicio e industrias conectadas a la red del acueducto Regional del Centro Etapa I durante el período enero 2009 julio 2016.

-Selección de los parámetros que aportan mayor información de la red de distribución durante los años evaluados: pH, color, turbiedad, sólidos disueltos totales, cloro residual, organismos aerobios mesofilos, coliformes totales, hierro total, manganeso total, aluminio total, dureza total, cloruros, sulfatos, nitritos y nitratos.

Procesamiento de datos

Caracterización espacial y temporal del agua de abastecimiento público del municipio Valencia:

Determinación de los valores promedio anuales de las variables de estudio para crear el archivo geodatabase en ArcMap. Se insertó la hoja de cálculo de Excel y para cada hoja se generó una clase de entidad en ArcCatalog para georreferenciar los puntos de muestreo. Se utilizó para ello el Sistema de Coordenadas Proyectado, especificando el Huso Horario del Hemisferio Sur.

Obtención de los Resultados

Análisis de la influencia de los parámetros físico-químicos y microbiológicos sobre el cloro residual en el agua de abastecimiento público: Con el software Statgraphics Centurion XV se estudió la existencia de correlación entre las diferentes variables cuantitativas y el cloro residual mediante la obtención del coeficiente de correlación de Pearson y la aplicación de las pruebas de significación estadística, falta de ajuste e independencia de los valores residuales.

Resultados

Los parámetros analizados que presentan valores superiores al máximo aceptable por las Normas Sanitarias de calidad del agua potable, publicadas en la Gaceta Oficial N° 36.395, son: el color, la turbiedad, el hierro total, el aluminio total, los nitritos y los coliformes totales; siendo principalmente afectadas las parroquias San José y Rafael Urdaneta, con una tendencia al crecimiento de las concentraciones de estos parámetros desde el año 2014.

Conclusiones

Se determinaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas del cloro residual con el aluminio, el hierro, el manganeso, el color y el pH. La presencia de cloro residual en el agua de consumo se asocia de forma significativa con la ausencia de contaminación microbiológica en la misma expresada como organismos heterótrofos aerobios y los coliformes totales. Formulación De Relaciones Matemáticas Entre El Cloro Residual, Parámetros Fisicoquímicos Y Microbiológicos Del Agua De Consumo Público En El Municipio Valencia, Estado Carabobo.

Gestión integrada de recursos hídricos, una prospectiva necesaria

Edilberto Guevara¹, Adriana Márquez¹ y Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

Introducción

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación referencial sobre la situación global de los recursos hídricos y la necesidad de plantear una prospectiva sobre la gestión integrada del agua. Se lleva a cabo un análisis de la crisis mundial del agua; se evalúa el desarrollo histórico de la administración del agua y algunas experiencias sobre la aplicación de modelos de gestión integrada de los recursos hídricos. Sobre esa base, se propone un lineamiento general para establecer un plan de gestión integrada. Finalmente se presenta un resumen del modelo de gestión de los recursos hídricos desarrollado para el Perú. Se analiza la crisis mundial del agua; se evalúa el desarrollo histórico de la gestión del agua a través de experiencias sobre la aplicación de modelos de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH); se propone lineamientos generales para establecer un plan de gestión integrada. Finalmente se presenta un resumen del modelo de gestión de los recursos hídricos desarrollado para el Perú. Fundamentos del modelo peruano.

Métodos

El modelo está conformado por los cuatro (4) marcos fundamentales integrados e interrelacionados entre sí, formando un ciclo y convergiendo hacia el centro:

Marco Conceptual: Consta de tres (3) elementos y coinciden con los dados por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiental (2004): principios generales y criterios fundamentales para la Gestión Ambiental del Recursos Hídrico (GARH), esquema metodológico general, política para la gestión integral del agua. Los principios y políticas hídricas integran a 10 y 12 componentes, respectivamente. El esquema metodológico incluye estrategias e instrumentos de gestión, los cuales se encuentran articulados y direccionados por la política hídrica, incluyen a 12 componentes repartidos entre cada uno de ellos.

Marco Institucional: el número y nombres de los elementos del marco institucional se ha adoptado de la Global Water Partnership (GWP), Netherlands Water Partnership, Netherlands Program Partners for Water (2003), que considera: reforma de instituciones para una mejor gobernabilidad y organización de la cuenca hidrográfica. Los elementos del marco institucional para una mejor gobernabilidad, incluyen la Institución Nacional y la Organización de Cuenca Hidrográfica (OCH), las mismas que se hallan interrelacionadas y agrupan a seis (6) y 15 componentes.

Marco Normativo: contempla una reforma de la legislación existente orientada a mejorar la institucionalidad y la gobernanza; consta de 4 componentes.

Marco Geofísico: Comprende tres (3) componentes: Espacio continental, espacio marítimo y espacio atmosférico, relacionados entre sí.

Resultados

La GIRH en Perú está regida por las siguientes características y principios: a) Valoración y gestión integrada del agua, prioridad en el acceso al agua para el uso poblacional. b) Participación de la población en la toma de decisiones y fomento de cultura del agua. c) Seguridad jurídica respecto al régimen de derecho en el uso del agua. d) Fomento del fortalecimiento institucional y técnico de las organizaciones de usuarios de agua y su participación en la toma de decisiones que afecta la disponibilidad y uso del agua.

Modelación de la erosión hídrica y el transporte de sedimentos en una cuenca del embalse Pao-Cachinche

Edilberto Guevara¹, Adriana Márquez¹ y Sergio Pérez¹

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

Introducción

La investigación trata sobre la modelación de la erosión y transporte de sedimentos en una cuenca del embalse Pao-Cachinche. Se emplean modelos basados en procesos físicos, regresiones y técnicas de inteligencia artificial. Los modelos físicos de procesos: infiltración, lluvia-escorrentía, capacidad de desprendimiento de partículas sólidas, transporte de sedimentos y erosión-deposición. Entre los modelos de erosión se usan: WEPP, DWEPP, EUROSEM y CIHAM-UC.

Métodos

La investigación se llevó a cabo en las siguientes fases: Selección del área experimental. La selección del área experimental se basó en información suministrada por HIDROCENTRO y el Ministerio de Agricultura y Tierras. Recolección de los datos existentes y evaluación de los estudios previos en la cuenca experimental. La recolección de la información básica y de los estudios previos sobre la cuenca se llevó a cabo mediante visitas a HIDROCENTRO, Ministerio de Agricultura y Tierras, y el Ministerio del Ambiente. Implementación del área piloto. Instalación de la red de monitoreo. La red de monitoreo consistió en la instalación de un pluviógrafo en la zona y elección de una muestra representativa de parcelas agrícolas en seis sectores, realizando mediciones de lluvia, infiltración, escorrentía, propiedades físicas de suelo y erosión. Desarrollo de un programa de observación y monitoreo en sitio. El programa de observación y monitoreo en sitio consistió en; realizar salidas de campo para la medición de las características físicas de canales y la recolección de muestras para la determinación de características físicas del suelo y flujo en parcelas agrícolas de la cuenca del río Chirgua, durante el lapso comprendido entre 2008 y 2009. Evaluación de la aplicabilidad de los modelos existentes de erosión/sedimentación al área experimental. Se evaluaron los siguientes modelos de erosión y transporte de sedimentos evaluados fueron los siguientes: modelos basados en procesos físicos: WEPP (Flanagan et al., 2001), y EUROSEM (Morgan et al., 1998); modelos basados en regresiones y técnicas de inteligencia artificial, (Redes Neuronales Artificiales y Sistemas de Inferencia Difuso). Procesamiento e interpretación de los datos colectados. Se desarrollan diversas opciones dentro de los modelos basados en procesos físicos, en regresiones y las técnicas de inteligencia artificial. Desarrollo de un modelo para una cuenca del embalse Pao-Cachinche que permita evaluar la sensibilidad de las diferentes medidas de Conservación/Protección para el control de la erosión/sedimentación. El modelo se implementó en el centro de cómputo de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo con la participación de co-investigadores de la Escuela de Ingeniería Civil. Lineamientos sobre el plan de manejo de la cuenca, utilizando el modelo de erosión de la cuenca. Se establecieron lineamientos para aplicar un plan de manejo de cuenca, mediante utilización del modelo de erosión de la cuenca.

Resultados

Mediante el modelo lineal de esfuerzo cortante excedente, se logró cuantificar la relación entre el esfuerzo cortante del flujo y el esfuerzo cortante crítico del suelo. Para la estimación de erosión en

los surcos se propone el modelo CIHAMUC, el cual incluye ecuaciones ajustadas para los procesos de desprendimiento de partículas y transporte de sedimentos.



Modelación de parámetros físico-químicos del embalse Pao Cachinche utilizando la reflectancia superficial desde imágenes de satélites Landsat

Abnel Estaba, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹ Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

Introducción

Este trabajo de investigación aborda un tema de relativa novedad en el área de ambiente, referido a las aplicaciones de correlacionar variables ambientales medidas en campo con aquellas estimadas mediante detección remota satelital. La relación se llevó a cabo utilizando un vector de reflectancias superficiales estimadas desde siete bandas espectrales, incluyendo las regiones visible e infrarrojo (cercano, de onda corta y térmico) del espectro electromagnético, a partir de las radiancias espectrales (RE) detectadas por los sensores del grupo de satélites Landsat: 1) Landsat 5 – Thematic Mapper (L5 TM), 2) Landsat 7 - Enhanced Thematic Mapper (L7-ETM) y 3) Landsat 8 - Operational Land Imager (L8-OLI), como variables independientes. Las variables dependientes estuvieron representadas por los muestreos en campo anuales llevados a cabo en cuatro estaciones de monitoreo (EM) dentro del embalse Pao Cachinche (EPC), desde los cuales se determinaron ocho parámetros físicoquímicos y biológicos (PFQB), siendo determinados analíticamente por el laboratorio de la empresa Hidrológica del Centro, C.A.. El propósito fue evaluar la calidad de la predicción de modelos matemáticos lineales multivariantes, de cada uno de los ocho parámetros de calidad de agua del embalse Pao Cachinche, dos de éstos determinados en 20 años, mientras que seis PFQB en 10 años, con un vector de RS desde 7 bandas espectrales de cada imagen de satélite. La RS fue estimada a partir de la RE emitida desde la superficie del EPC y detectada en las regiones visible e infrarrojo, desde las 3 plataformas satelitales Landsat en forma remota, para cada EM-PFQB, con una resolución temporal de 16 días.

Métodos

El método involucró:

1) Recolección de datos. Se adquirieron 6 imágenes de L5-TM (1996-2011), 11 imágenes de L7-ETM + (2002-2013) y 3 imágenes de L8-OLI (2014-2016) en una versión corregida geométricamente por el USGS (United States Geological Survey, en inglés).

2) Procesamiento de datos. Las correcciones absolutas radiométricas, topográficas y atmosféricas fueron aplicadas a cada imagen y ejecutadas en el entorno del programa de procesamiento de imágenes ERDAS IMAGINE. Las estaciones de monitoreo de PFQB en EPC fueron georreferenciadas en el entorno de trabajo de software ArcMap del paquete ArcGIS versión 10.0, desde dónde la RS fue extraída desde 7 bandas espectrales de cada imagen de satélite. La calibración del modelo lineal multivariable se realizó, usando el software Statgraphic, obteniendo los coeficientes asociados a las reflectancias desde siete bandas espectrales para cada imagen satelital y a los parámetros: 1) fósforo total (mg/L), 2) nitrógeno total (mg/L), 3) plancton (número de células/ml), 4) Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L), 5) Demanda Química de Oxígeno (mg/L), 6) conductividad eléctrica ($\square$ S/cm), 7) pH y 8) coliformes totales (NMP/ml)

Resultados y conclusiones

El modelado de los parámetros físico-químicos del reservorio de agua Pao Cachinche utilizando como variables independientes a las reflectancias superficiales registradas en las bandas

espectrales de las imágenes de los satélites Landsat fue satisfactorio. El coeficiente determinación (R^2) indicó que los modelos ajustados explican entre 70.18 y 75.18% de la variabilidad en los parámetros físico-químicos y biológicos.

Modelado dinámico de los procesos de remoción de materia orgánica y nitrógeno de los efluentes de tenería utilizando un reactor por lote secuencial

Estefanía Freytez¹, Adriana Márquez², María Pire¹, Edilberto Guevara² y Sergio Pérez²

¹Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela.

²Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

Introducción

El propósito de esta investigación es desarrollar modelos dinámicos para nitrificación-desnitrificación en fases anóxicas-óxicas en el proceso de tratamiento del reactor secuencial por lotes (SBR) a partir de modificar el modelo ASM1 (Activate Sludge Model 1, en inglés)). Las novedades consisten en: 1) condiciones experimentales asociadas a la concentración de sustratos de aguas residuales de tenería, 2) calibración y validación de ecuaciones modificadas de ASM 1 para remoción de sustratos nitrogenados y orgánicos contenidos en aguas residuales de tenería y SBR operando con biomasa en suspensión y secuencia anóxica-óxica-anóxica. Construcción del reactor SBR: se construyó un reactor discontinuo secuencial utilizando un material acrílico transparente elaborando un recipiente cilíndrico de 50 cm de altura y diámetro de 10 cm, con una capacidad total de 3 L. El efluente del reactor fue extraído usando equipo de bombeo peristáltico marca Easy Load II, Masterflex L / S, Cole Parmer, EEUU.

Métodos

Selección del sustrato: Se utilizó como sustrato a las aguas residuales industriales de una tenería ubicada en Barquisimeto-Carora Lara, Venezuela. Aclimatación de la biomasa al sustrato: La biomasa en suspensión se extrajo de reactores biológicos de lodos activados en funcionamiento de tenería. El tiempo de aclimatación a sustratos como DQO y NH_4^+ fue en seis fases, en las que se incrementó gradualmente la concentración del efluente de la curtiduría. Diseño experimental: El diseño experimental de reactor secuencial discontinuo utilizando biomasa en suspensión para el tratamiento de aguas residuales se aplicó bajo las siguientes tres condiciones:

- 1) Tiempo de llenado: a) lento, b) rápido y c) por etapas.
- 2) La duración del ciclo se fijó en 12 h.
- 3) Se evaluaron tres fases de secuencia: anóxica-óxica-anóxica.

Evaluación del desempeño del reactor SBR: se seleccionaron dos puntos de muestreo: agua residual cruda (alimentación SBR) y agua residual tratada (salida SBR) de cada fase en la secuencia anóxica-óxica-anóxica. Las variables son DQO, TKN y NH_4^+ . Modelización matemática: se seleccionaron modelos matemáticos tradicionales para evaluar la remoción de compuestos nitrogenados como amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) en lodos activados representados por ASM 1.

Resultados

Con respecto a los parámetros estadísticos de la modelación de NO_3^- , se obtuvieron los siguientes resultados: 1) R cuadrado: Coeficiente de determinación: 51.63, 2) R^2 ajustado: 50.48, 3) EEE: Error estándar de estimación: 11.84, 4) EAM: Error absoluto medio: 9,9639, 5) EDW: Estadístico de Durbin-Watson: 0.97, 6) Autocorrelación residual de retardo 1: 0.47. La modificación del modelo ASM1 para adaptarlo al desempeño de operación de un reactor discontinuo secuenciador en fases

óxico- anóxicas ha dado como resultado ecuaciones matemáticas que permiten estimar la concentración de formas nitrogenadas removidas como amonio y nitrato en fases anóxica-óxica de SBR, encontrando que el coeficiente de determinación R^2 ajustado varió de ajuste estadístico calificado de bueno a excelente.

Modelado geoestadístico espacio-temporal de parámetros hidrogeoquímicos en el acuífero de San Diego, Venezuela

Gerardo Huguet¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

Esta investigación tiene como objetivos calibrar y validar utilizando modelos geoestadísticos para representar la variación espacio-temporal de los parámetros hidrogeoquímicos, y calibrar modelos de pronóstico para predecir los parámetros hidrogeoquímicos. Área de estudio El área de estudio es el acuífero San Diego, ubicado en la región norte de Venezuela. Los límites del acuífero en coordenadas geográficas son los siguientes: latitud: N10°22'00", N10°09'00", longitud: W67°52'00", W68°00'00". Recolección de información.

Metodología

La información utilizada en este estudio ha sido proporcionada por cuatro fuentes de información:

1) Información meteorológica correspondiente al período entre 2015 y 2017, la cual fue medida por la red telemétrica de 31 estaciones de monitoreo climático cercanas al acuífero de San Diego administradas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente. 2) Los perfiles litológicos consistieron en 28 puntos ubicados en las regiones norte, centro y sur del acuífero de San Diego proporcionados por el Ministerio de Ecosocialismo. 3) La base de datos de niveles de agua, parámetros físico-químicos y caudal de bombeo es proporcionada por tres fuentes: a) la Compañía Hidrológica "Hidrológica del Centro CA", que consta de 200 pozos de bombeo en el Estado Carabobo, b) Ministerio del Ambiente, compuesto por 1201 pozos de bombeo en el estado Carabobo y c) Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo con base en 24 pozos de bombeo al acuífero San Diego. 4) La información de las imágenes del satélite Landsat y del modelo digital de elevación ASTER se adquirió de la página web identificada como earthexplorer perteneciente al U.S. Geological Survey (USGS) en el siguiente enlace: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Modelado de predicción espacial estadística. El tipo de modelo de predicción espacial utilizado fue el modelo estadístico llamado Krigging Ordinario; cuya técnica fue desarrollada por Krige (1951). Balance de agua subterránea.

Resultados

Precipitación: La precipitación mensual en la región norte y centro varió entre 28 y 291 mm/mes durante la temporada de lluvias. Evapotranspiración: La evapotranspiración mensual en la región norte y centro varió entre 86 y 141 mm/mes durante la época de lluvias. Caudal de bombeo: En la región norte, el caudal de bombeo varió entre 0 y 6 L/s. En las regiones central y sur, el caudal de bombeo varió entre 6 y 20 L/s. Infiltración: En la región norte y centro, la infiltración varió entre 0 y 11 mm/mes durante la época seca. En la región sur, la infiltración varió entre 1 y 15 mm/mes durante la época seca. Volumen almacenado: El volumen mensual almacenado varió entre -48 y -9 mm durante la estación seca. El volumen mensual almacenado varió entre 21 y 26 mm durante la época de lluvias. Los procesos hidrológicos en el acuífero de San Diego como la infiltración y la permeabilidad están influenciados por la impermeabilidad en el área urbana del acuífero San Diego, que es alrededor del 20% del área total, reduciendo las tasas de contribución al agua del acuífero.

Modelos para el diseño de filtros anaeróbicos de flujo ascendente separados en dos y tres fases

Julio Maldonado¹, Adriana Márquez², Edilberto Guevara² y Sergio Pérez²

¹ Grupo de Investigación Ambiental: Agua, Aire y Suelo, Universidad de Pamplona, Colombia

² Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

En esta investigación se seleccionaron filtros anaeróbicos de flujo ascendente separados en dos y tres fases para tratar lixiviado generado en relleno sanitario “El Guayabal”, Municipio de Cúcuta, Departamento Santander Norte, Colombia. El diseño de investigación fue factorial (33). Tres variables independientes fueron incluidas: temperatura, carga orgánica volumétrica y proporción volumétrica de contenedores de cada reactor. Las cinco fases ejecutadas fueron: a) Caracterización del lixiviado. Se recolectaron seis muestras de lixiviados producidos en el relleno sanitario “El Guayabal”. La materia orgánica expresada como DQO (Demanda Química de Oxígeno), DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días de incubación) y la relación (DBO5 / DQO) varió entre 6,440 y 12,000 mg L⁻¹, 2200 y 4,500 mg L⁻¹, 0.34 y 0.70; respectivamente. b) Diseño y construcción de reactores UAF-2SS (Upflow Anaerobic Filter in Two Separated Stages, en inglés) y UAF-3SS (Upflow Anaerobic Filter in Three Separated Stages, en inglés). En reactores UAF (Upflow Anaerobic Filter en inglés), el volumen total del reactor fue 3.8 L. La suma de profundidades de etapas resultó D = 1.20 m. Las profundidades de cada serie variaron en función de relación porcentual de profundidad total del filtro (etapa 1 / etapa 2): (80% D / 20% D); (50% D / 50% D) y (20% D / 80% D). c) Adecuación y aclimatación de reactores UAF-2SS y UAF-3SS. La adaptación de población bacteriana previamente adherida (biopelícula) se logró suministrando mezcla volumétrica de aguas residuales municipales al 95% y lixiviación diluida al 5% incrementada cada 24 horas. d) Arranque y operación de reactores UAF-2SS y UAF-3SS.

El tratamiento de los lixiviados en los reactores UAF se inició con una temperatura constante de 20°C en cada uno de ellos: Serie 1 VOLbajo = 2.25 kg m⁻³día⁻¹, Serie 2 VOL (Volumetric Organic Load, en inglés) medio = 3.45 kg m⁻³día⁻¹ y Serie 3 VOLalto = 4.64 kg m⁻³día⁻¹. Se aumentó la temperatura a 27 ° C y finalmente a 34 ° C. e) Desarrollo de modelos matemáticos para reactores UAF-2SS y UAF-3SS, Se propusieron tres modelos para el comportamiento de los reactores UAFs: 1) Modelo modificado de Ecuación de Monod para estimar la tasa de utilización del sustrato, 2) Modelo de transformación bioquímica del sustrato basado en Ecuación de Monod y Ley de Velz y 3) Modelo acoplado para transporte y transformación bioquímica. Como muestra, se encontró una predicción adecuada de la fracción restante de DQO total como resultado de la combinación de los componentes 1 y 2 para estimar la relación (Se/Si) mediante modelo acoplado. El componente 1 representó una pequeña fracción asociada a procesos extracelulares como adsorción, almacenamiento e hidrólisis de DQO particulado biodegradable. El componente 2 fue el más significativo en la respuesta obtenida a los procesos intracelulares de sustrato soluble biodegradable. El modelo acoplado representó una estructura matemática más adecuada para diseñar características físicas de reactores UAFs en función de la fracción restante de compuestos orgánicos según el número de fases dentro del filtro anaeróbico de flujo ascendente.

Predicción espacio-temporal del balance hídrico en la cuenca del río Urama, Venezuela

Nereida López¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹ y Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

La cuenca del río Urama, y sus principales tributarios como el río Canoabo, el río Temerla y el río Alpargatón, es un área socioeconómica de la región costera centro-occidental de Venezuela. Esta investigación caracteriza las variables cuantitativas y espaciales disponibles del balance hídrico (precipitación y evaporación) en la cuenca del río Urama.

Objetivo

Proponer un aporte metodológico que combine métodos de predicción geoestadística y espacio-temporal del balance hídrico para la predicción de procesos ambientales en series de tiempo futuras. Se generan mapas para la predicción estadística del balance hídrico anual en base a la serie temporal entre 1986-2000 y 2015-2016, cuyo resultado posteriormente contribuye a la definición del plan de manejo ambiental para delimitar el área de protección y las unidades de manejo del área de humedales de la cuenca del río Urama.

Metodología

La metodología se basa en los estudios realizados por el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo, Venezuela, en las cuencas de los ríos San Diego y Pao, estado Carabobo, Venezuela, consta de tres etapas: 1) Recopilación de información: a) Meteorología, b) Imágenes de satélite Landsat y c) Modelo digital de elevación. 2) Procesamiento de información, incluyendo: a) Calibración de modelos geoestadísticos, b) Calibración del modelo de pronóstico, c) Validación de modelos geoestadísticos, y d) Aplicación del modelo de pronóstico. 3) Generación de resultados: mapas de variables de precipitación, evaporación y balance hídrico que muestran la distribución espacio-temporal. Con los resultados de la validación del modelo híbrido para el pronóstico espacio-temporal de variables de balance hídrico en un humedal, se realizó un pronóstico de los coeficientes del modelo de predicción espacio-temporal de las semivarianzas de precipitación (P) y evaporación (E), con base en la serie de tiempo entre 1986 y 2000, para los años futuros 2020 y 2030, con el fin de obtener los mapas de la relación (PE) para el balance hídrico.

Resultados

Los mapas de la relación (P-E) del balance hídrico para los años 2020 y 2030 presentaron un patrón de distribución espacial para la región sur con un balance máximo negativo; mientras que la región norte, (donde se ubica el humedal de Urama), arroja un saldo mínimo negativo, lo que indica para el pronóstico de valores de evaporación anual que superan la precipitación en ambos años. Los estudios realizados mostraron la variabilidad interanual de las variables del balance hídrico durante la serie temporal 1986-2000 con pronósticos para los años 2015-2016 y para los años futuros 2020 y 2030. Se presentó un patrón en el modelo de predicción espacio-temporal de las regiones sur y norte, asociadas a los valores máximos y mínimos de cada año, donde la precipitación y evaporación fue alta en la región sur, mientras que en la región norte, en el área de

humedales, se presentaron valores bajos. Para el período 1986-2000, las semivarianzas fueron menores a menor distancia y aumentaron a mayor distancia para estabilizarse.

Propuesta de remediación de suelos y aguas subterráneas en un acuífero de Venezuela mediante modelación geoestadística de transporte de hidrocarburos

Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹, Eduardo Buroz²

¹Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

²Universidad Central De Venezuela. Universidad Católica Andrés Bello, Programa De Postgrado En Ingeniería Ambiental, Academia Nacional De Ingeniería Y Hábitat, Venezuela

Introducción

En este estudio se presenta una propuesta de remediación de aguas subterráneas y suelos derivada de la modelización geoestadística del transporte de hidrocarburos en un acuífero del estado Carabobo, Venezuela. El acuífero está contenido en un área donde los usos principales son urbanos e industriales. La fuente de contaminación por hidrocarburos es una estación de servicio de combustibles ubicada en una de las principales carreteras, que conecta la región centro-norte con la región noroeste de Venezuela.

Objetivo

Aplicar modelos de predicción espacial mediante métodos deterministas para analizar la distribución de hidrocarburos y proponer una tecnología de remediación basado en procesos físico-químicos enfocada en lograr la remoción de contaminantes. El área de estudio es un acuífero ubicado en el Estado Carabobo, siendo uno de los estados de Venezuela perteneciente a la región norte frente al mar Caribe entre las coordenadas N 09°50'00 ", N 10°40'00", O67°0'00 "y O68°20'00".

Métodos

En este estudio, la base de datos combinada de hidrocarburos medidos en suelo y agua fue proporcionada por PDVSA, (2017) y Rodríguez, (2018) siendo utilizada para ajustar modelos geoestadísticos a partir de modelos deterministas basados en interpolación polinomial global y local con el fin de realizar predicciones de distribución espacial de los hidrocarburos en el acuífero La Guacamaya utilizando la herramienta de análisis geoestadístico de ArcGIS v10.0, con licencia del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales UC (CIHAM-UC). La predicción espacial se deriva de una interpolación polinomial local de orden 3, función de Kernell de Epanechnikov. La remediación se parametrizó de la siguiente forma, aplicando inyección de aire y extracción de vapor, resultando: Para Benceno: aire requerido es 13,153 m³/d (323 cfm) y extracción de vapor es 5,075 m³/d (125 cfm). Para Tolueno: aire requerido es de 463 m³/d (11,35 cfm) y extracción de vapor es de 6.28 m³/d (3,7 cfm). Para O-Xileno: aire requerido es 0.13 m³/d (0.014 cfm) y extracción de vapor es 0.036 m³/d (0.000882 cfm).

Resultados

Se determinó que el acuífero es confinado, caracterizado por la alternancia de capas de arcilla de baja plasticidad con arena bien graduada, esta configuración ha evitado que los hidrocarburos en el suelo alcancen valores superiores a la normativa ambiental en la mayor parte del área de estudio. En el caso del agua, la contaminación con hidrocarburos es superior a la normativa ambiental. Con respecto a la propuesta de remediación aplicando inyección de aire y extracción de vapor, el benceno es el componente que mayor demanda de aire, requiere y produciría, la mayor cantidad

de vapor al comparar las estimaciones de estos parámetros para el Tolueno y o-Xileno en agua. Para el benceno, el aire requerido es 13,153 m³/d (323 cfm) y la extracción de vapor es 5,075 m³/d (125 cfm).

Propuesta para el manejo de los desechos de colados de fruta en una empresa de alimentos infantiles

Adrián Becerra, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

Introducción

El principal objetivo de este trabajo ha sido Evaluar la Sostenibilidad de la Aplicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para la Disposición Final de los Desechos Provenientes de la Desnaturalización de los Colados de Fruta. Con el desarrollo del trabajo se desea mejorar el sostenimiento ecológico de la empresa donde se espera resguardar y preservar el ambiente. La investigación experimental se centró en controlar el fenómeno a estudiar sobre la transformación de los desechos de la pulpa de los colados de fruta empleando como alternativa el uso de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), empleando el razonamiento hipotético-deductivo que empleó muestras representativas en el experimento donde el control y metodología cuantitativa permitió elaborar la propuesta para el manejo y disposición final de este tipo de desecho logrando eliminar el impacto ambiental a los rellenos sanitarios.

Métodos

Fase 1: Realización de un diseño para la PTAR. Se diseñarán los procesos diversos asociados a la variable independiente afluente de la PTAR, sobre el proceso productivo de la elaboración de colados de fruta.

Fase 2: Recolección de información. Se establecerá el problema del experimento para la sostenibilidad de la aplicación de la PTAR, para el manejo de los desechos de colados de fruta determinando los requerimientos y las características funcionales con el departamento de servicios industriales donde se contará con la información de la PTAR y el laboratorio de microbiología del departamento de calidad de la empresa, con ambos soportes se encontraran los problemas de conocimiento ante de hacer uso de la alternativa sin ocasionar efectos adversos al tratamiento de los efluentes ni alterar los parámetros de control del proceso y salida de los mismos. Para la recolección de datos se contará con la caracterización de los afluentes y efluentes de la PTAR durante el experimento, en términos de los parámetros críticos de control como pH (potencial de hidrógeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno). Luego de un periodo pruebas se establecerá un plan de análisis de datos.

Resultados y Conclusiones

Se puede observar en el antes y después de la propuesta que las características funcionales de la PTAR permiten el manejo de la alternativa sin presentar mayor cambios o inconvenientes a las operaciones de la misma. Las cargas orgánicas se logran mantener, a pesar de la adición de los desecho de colado de fruta debido a que el sistema de tratamiento se realiza bajo el modelo de batch debido a que el proceso no es continuo en los tanque balance se lleva a cabo el efecto de amortiguación e igualación de las cargas y las mismas son enviadas al a las siguientes etapas de tratamiento sin alterar o desbalancear las cargas orgánicas que puede tolerar el tratamiento biológico de la biotorre, solo se observó algunos batch con una frecuencia más cortas pero que se encuentran en los rangos del diseño de la misma y el punto más importante el sistema de remoción de la carga se mantiene para el punto 6 de la descarga final manteniendo el control y los valores

por debajo de lo establecido en el decreto 3219 de las descargas de los efluentes a red cloacal. Se logró llevar a la aplicación la propuesta por parte de la empresa, cuyo procedimiento operacional para el manejo de los desechos de la pulpa de fruta se realizaban descartándolo por medio del drenaje de desechos de la fábrica, mediante la alternativa de traslado de tambores de 200 kg de desecho a el punto de drenaje del área de Servicios Industriales a donde llegan los afluentes de la PTAR, el tratamiento de éstos, los llevó de un 45,5% de los desechos destinados a relleno sanitario a un 14,6% acercándolos a su meta de remoción total de desechos para el 2020.

Un enfoque metodológico para la predicción espacio-temporal del rendimiento del agua en cuencas sin registros

Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹, Eduardo Buroz²

¹ Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

² Universidad Central De Venezuela. Universidad Católica Andrés Bello, Programa de Postgrado en Ingeniería Ambiental, Academia Nacional De Ingeniería y Hábitat, Venezuela

Introducción

Este estudio presenta un enfoque a los métodos para estimar rendimiento hídrico mensual de las microcuencas quebradas Quintana y Cantilote, afluentes de la cuenca del río Paito, Estado Carabobo, Venezuela. El estudio tiene como propósito calibrar modelos geoestadísticos, incluyendo componentes determinísticos y estocásticos, que describen la variación espacio-temporal de variables del balance hídrico durante 1980-2000 y 2015-2018.

Métodos

El método aplicado involucró: a) Delimitación y propiedades de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote. La delimitación y propiedades de microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se realizó utilizando modelos digitales de elevación (MDE) de satélites TERRA-ASTER y ALOS-PALSAR. b) Delimitación y propiedades de la red hídrica de las quebradas Quintana y Cantilote. La delimitación y propiedades de la red hídrica de quebradas Quintana y Cantilote se realizó mediante MDEs ASTER-DEM y ALOS PALSAR. c) Modelos para la predicción espacio-temporal de variables meteorológicas. Los modelos para predicción espacio-temporal de variables meteorológicas de las microcuencas de quebradas Quintana y Cantilote se aplicaron para precipitación y evaporación utilizando el módulo de análisis geoestadístico en ArcGIS 10.0, cuya licencia pertenece al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales UC (CIHAM-UC). d) Validación del método de predicción Krigging Ordinario para la estimación de las variables meteorológicas. La validación se realizó comparando las estimaciones en las variables de precipitación y evaporación reportadas en los balances hídricos elaborados por la empresa HIDROCENTRO. e) Estimación de la precipitación efectiva. La estimación de precipitación efectiva en microcuencas de quebradas Quintana y Cantilote se realizó mediante aplicación del método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos f) Análisis de la frecuencia efectiva de ocurrencia de precipitaciones. . El análisis de la frecuencia de ocurrencia de precipitación efectiva de microcuencas de quebradas Quintana y Cantilote se llevó a cabo mediante histogramas y prueba de bondad de ajuste de funciones probabilísticas dentro del módulo estadístico MATLAB, cuya licencia pertenece al CIHAM-UC. g) Predicción espacio- temporal del caudal subterráneo. La predicción del flujo de agua subterránea se llevó a cabo utilizando el módulo de agua subterránea de ArcGIS 10.0, que realiza estimación del flujo en base a Ley de Darcy. Análisis de la frecuencia de ocurrencia del balance hídrico mensual de las microcuencas durante la serie de tiempo N° 1 (ST-1) (1980-2000). Los volúmenes mensuales se asociaron a tres funciones de distribución probabilística, siendo la función de distribución probabilística (FDP) de Weibull, la que mejor se ajustó a observaciones.

Resultados

Análisis de la frecuencia de ocurrencia del balance hídrico mensual de las microcuencas para la serie de tiempo N° 2 (ST-2) (2015-2018). Se realizó el análisis de frecuencia de ocurrencia del

balance hídrico mensual incluyendo los caudales superficiales y subterráneos de las microcuencas de los arroyos Quintana y Cantilote para el ST-2, encontrando que hubo un ajuste gráfico satisfactorio de la función de los volúmenes mensuales derivados de FDP Weibull. La producción de agua mensual estimada a través de un balance hídrico superficial mensual fue similar tanto en el ST-1 para una diferencia (P-E) como en el ST-2 para una diferencia (PE-ET). Al considerar la inclusión del componente de flujo de agua subterránea.

Validación de modelos de estimación del proceso lluvia-escorrentía en la cuenca del río Unare (Guárico-Anzoátegui)

Bettys Farías, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹ Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela

El objetivo de esta investigación, fue la de validar un modelo del proceso lluvia-escorrentía, adaptada a la cuenca del río Unare, ubicada en la porción nororiental y noroccidental de los estados Guárico y Anzoátegui. El procesamiento de los datos obtenidos se realizó con el sistema de modelaje hidrológico HEC-HMS, y con los diferentes paquetes que posee el software. Esta investigación se desarrolló en cuatro etapas: a) Diagnóstico. La cuenca del Río Unare está localizada en la porción nororiental y noroccidental de los estados Guárico y Anzoátegui respectivamente. Está ubicada en la depresión de Unare entre los 8°44'07"- 10°05'31" de latitud norte (ancho= 158,75 km) y los 66°12'37"- 64°09'29" de longitud oeste (largo= 227,50 km) con una superficie de 22751km², abarca 22 municipios de los cuales 14 pertenecen al estado Anzoátegui y 8 al estado Guárico. b) Recolección de información. El desarrollo de esta investigación requiere de información de la planimetría y altimetría del terreno información que se obtiene mediante las cartas topográficas, se usaron las cartas topográficas oficiales suministradas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IVGSB) en una escala 1:25000, separadas cada 20 metros, estas se ordenaron según sus coordenadas geográficas Información Pluviométrica. A través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) se obtuvieron los datos de lluvias diarias cada 5 minutos correspondientes a los periodos 2010-2014 en las estaciones pluviométricas ubicadas en esta zona del país, con esta información se determinaron las lluvias máximas utilizadas para las simulaciones con la aplicación HEC-HMS. c) Procesamiento de datos. En esta etapa se procesaron los datos obtenidos utilizando el sistema de modelaje hidrológico (HEC-HMS) y luego se simuló el proceso lluvia-escorrentía de la cuenca, utilizando los diferentes paquetes que posee este software. d) Análisis de resultados.

Para validar el modelo lluvia escorrentía, se utilizan los datos de la tormenta ocurrida el día 15-10-2011 de 2 horas de duración y que fue registrada en el pluviómetro de la estación Zaraza. Se utilizaron datos de caudales suministrados por INAMEH, utilizados para establecer comparaciones entre los caudales simulados y los caudales reales. Se utilizó como referencia la misma subcuenca, utilizada la del río Ipire, para hacer la validación Se adaptó un modelo matemático al pronóstico lluvia-escorrentía para evaluar el comportamiento de la cuenca del Río Unare, este modelo fue calibrado, validado y simulado, generando resultados aceptables de los procesos hidrológicos involucrados, destacándose su relativa facilidad de aplicación y poca cantidad de parámetros involucrados, además de la simplicidad conceptual de los mismos. Se comprobó mediante la calibración de los modelos de transformación utilizados (SCS, CLARK, SNYDER) que el modelo de transformación del Hidrograma Unitario de Snyder fue el que mejor se adaptó al comportamiento hidrológico de la cuenca del Río Unare.



Validación de modelos de transporte de sedimentos en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo, usando imágenes de satélite

Jorge Araujo¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹Centro De Investigaciones Hidrológicas Y Ambientales, Universidad De Carabobo, Venezuela

Introducción

En la presente investigación, se realizó la caracterización climática, hidrológica, de usos de la tierra y se efectuó un análisis de la producción de sedimentos en la cuenca del Río Sanchón, ubicada en el Estado Carabobo. Se obtuvo el mapa de precipitación, de precipitación efectiva y usos de la tierra por modelos digitales, para los meses de Febrero 2015 y Enero 2016, a través del procesamiento de imágenes satelitales LANDSAT, usando los programas ERDAS, ENVI, ArcGis 10, aplicando el método del US SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS), con datos obtenidos de 4 estaciones climatológicas ubicadas en la periferia de la cuenca. Se estimó la producción y transporte de sedimentos en la cuenca usando los modelos digitales, a través del método de LANGBEIN-SCHUMM.

Métodos

Esta investigación se desarrolló en cuatro etapas:

- Recolección de información. Los registros utilizados para la caracterización climática se basaron en datos de las estaciones meteorológicas disponibles en la periferia de la cuenca, las cuales se consideraron suficientemente confiables para efecto de cumplir los objetivos, específicamente las estaciones climatológicas El Dique (S/S), La Justa (S/S), Palmichal (6380) y El Palito (1325).
- Procesamiento de datos. Se utilizó el método del US Soil Conservation Service (SCS) para estimar la escorrentía directa, basándose en la precipitación ocurrida y las condiciones de la cuenca. Para aplicar este método, se consideró en base a los estudios previos, un suelo con capacidad hidrológica del grupo C, correspondiente a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía.
- Para la estimación del transporte de sedimentos se utilizó el método de Langbein-Shumm, el cual se basa en la información sobre la precipitación efectiva.
- La validación de modelo de transporte de sedimentos para el río Sanchón se realizó, comparando entre los valores promedio de transporte de sedimentos obtenidos para el mes de Febrero 2015 en el río Tucutunemo y en el río Sanchón.

Resultados y conclusiones

Los valores de transporte de sedimentos obtenidos desde Cárdenas et al (2019) y el presente estudio para el rango nro. 1 son: 70.5 g/Km² y 8847.82 g/Km² respectivamente, representando un incremento en una proporción de 12550 %. Para el rango nro. 2: 282 g/Km² y 11708.39 g/Km² respectivamente, correspondiente al 4152 % de incremento. Para el rango nro. 3: 619 g/Km² y 14123.89 g/ Km² respectivamente, representando un 2281 % de aumento. Para el rango nro. 4: 1030 g/ Km² y 16984.55 g/Km² respectivamente, significando el 1649 % de incremento. Rango nro. 5: 1566.5 g/Km² y 21020.67 g/Km² en el mismo orden, representando un aumento en proporción de 1342 %. Las tasas de transporte de sedimentos obtenidas en este estudio, son elevadas en comparación a la cuenca del Río Tucutunemo, Estado Aragua, Venezuela". Esta diferencia se puede explicar si se toma en consideración que la precipitación y la precipitación

efectiva son mayores en la cuenca del Río Sanchón que en la cuenca del Río Tucutunemo en el período 2015-2016.

Reactivación de tres bancos de prueba de generadores eléctricos de alta, media y baja potencia para la conversión de energía hidráulica

Italo Américo Salazar¹, Mairim Hortensia Márquez-Romance¹, Adriana Mercedes Márquez-Romance¹, Bettys Elena Farías-De Márquez¹, Edilberto Guevara-Pérez¹, Sergio Alejandro Pérez-Pacheco¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela.

En el Laboratorio de Hidráulica Elías Sánchez Díaz, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo (UC), se encuentran tres (3) bancos de turbinas que estuvieron inoperativos por más de 40 años, por falta de recursos económicos para su mantenimiento. La reactivación de estos bancos de turbinas fue un proyecto apoyado por el Fondo Nacional de Ciencia, Innovación y Tecnología adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología, a través del cual estudiantes adscritos al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la UC y pertenecientes a las Escuelas de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Civil de la UC desarrollaron trabajos especiales para obtener el título académico y contribuir a la reactivación de los bancos de generadores eléctricos de baja, media y alta potencia para conversión de energía hidráulica en el Laboratorio de Hidráulica de la UC, logrando cumplir satisfactoriamente el propósito. Para la elaboración de las curvas características del funcionamiento de los sistemas de turbina Kaplan, turbina Francis y turbina Pelton del UC-Laboratorio Hidráulico, se estimaron las principales variables de respuesta que representan el funcionamiento de una máquina hidráulica: a) Potencia generada, b) Eficiencia, y c) Carga neta disponible. En el sistema de turbinas Kaplan se encontró que para un ángulo de apertura de álabes de impulsor de 35° el sistema se comporta de manera más eficiente que con una apertura de 5°. En el caso del sistema de turbina Francis del UC-Laboratorio Hidráulico, la potencia útil se traduce directamente en energía eléctrica debido al generador eléctrico que tiene acoplado. Se obtuvo que la potencia en el eje de la turbina Pelton varía en función de la velocidad de su rotación del impulsor, así mismo se pueden comparar las potencias obtenidas y la cantidad de datos recogidos en función del caudal que se suministra a la turbina. El diseño factorial multinivel se utilizó para las pruebas experimentales en el sistema de turbina Kaplan, logrando estudiar los diferentes niveles que tiene cada factor experimental a través de todas las combinaciones posibles; obteniendo que el ángulo de posición de los álabes del distribuidor tiene un mayor efecto sobre las variables de respuesta estudiadas. Los resultados del diseño de las pruebas experimentales permitieron conocer las condiciones que influyeron en el funcionamiento de cada turbina y establecer rangos de regulación de cada parámetro en sistemas de turbinas Francis y Pelton pertenecientes al Laboratorio de Hidráulica "Elías Sánchez Díaz" UC. El factor que más influyó en el funcionamiento y la generación de energía fue el caudal suministrado; que varió en el primer sistema entre 100 y 275 gpm; en el segundo sistema entre 50 y 250 gpm.

Evaluación de la operación del embalse Pao-Cachinche en el período 1983-2009

Milagros Padrón, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Introducción

En este estudio se evalúa desempeño de la operación del Embalse Pao-Cachinche durante el período 1983-2009 mediante la aplicación de técnicas de modelado estocástico (ARIMA), determinístico y de inteligencia artificial (RNA) utilizando variables de operación del embalse. Para ello se caracteriza física y operacionalmente el SRCI con HEC-GeoHMS, se modela aporte hídrico de cinco principales subcuencas afluentes al embalse: Chirgua, Paito, Pirapira, Paya y San Pedro, aplicando HEC-HMS, se simula operación de crecientes con HEC-ResSim y se establece modelo óptimo de operación.

Métodos

Este estudio se lleva a cabo en cinco etapas:

Etapla 1: Recolección de los datos

Los datos recopilados de las visitas a los organismos vinculados, principalmente Minamb, HIDROCENTRO, CORPOCENTRO, SOTARN e IGVSb, con respecto el manejo de la cuenca del río Pao y el embalse Pao-Cachinche, se agrupan en cinco grupos:

Herramientas tecnológicas. Comprende la aplicación de los softwares de descarga libre empleados para la modelación de la operación del embalse. Los programas utilizados son:

HEC-GeoHMS (versión 1.1). Este modelo es utilizado para determinar las características morfológicas e hidrográficas de las corrientes y subcuencas afluentes al embalse.

HEC-HMS (versión 3.4). modela el proceso lluvia-escorrentía realizando el tránsito por el cauce de los ríos afluentes al embalse, a partir de las tormentas de diseño generadas.

HEC-ResSim (versión 3.0). La herramienta se utiliza para simular la operación de crecientes en el embalse.

STATGRAPHICS®. análisis estadístico de los datos mediante los módulos Métodos Descriptivos, con el cual se obtienen los parámetros estadísticos y las gráficas de las series de tiempo; y Análisis de Series de Tiempo,

MATLAB® (versión 6.0.3). se emplea en la modelación de la Red Neuronal Artificial (RNA).

Etapla 2: Caracterización del SRC1

SRC1 es dividido en tres subsistemas: (a) Subsistema 1: Cuenca del Río Pao, (b) Subsistema 2: Embalse Pao-Cachinche y (c) Subsistema 3: Entrada a la PTAB Alejo Zuloaga. Este estudio está centrado en el Subsistema 2.

Etapla 3: Diagnóstico de la operación del embalse durante el período 1983-2009

En esta etapa analiza el comportamiento de las series históricas diarias, durante el período 1983-2009, del aporte neto, el caudal de bombeo, el gasto ecológico, la evaporación y el alivio en el embalse.

Etapas 4: Procesamiento de los datos

Se aplican modelos de pronóstico, de red neuronal artificial y de sistemas

Etapas 5: Evaluación de los resultados

Se grafican las entradas mensuales vs las descargas (salidas) mensuales correspondientes al balance hídrico anual en el embalse, durante el período 1983-2009

Resultados

La tendencia de larga duración de los registros históricos del aporte y la extracción durante el período 1983-2003 es cíclica e irregular, por la ocurrencia de las estaciones seca y lluviosa; con una tendencia decreciente del 30 por ciento. Con el desvío del Río Cabriales en 1999 y el trasvase del Lago de Valencia en 2004; la tendencia muestra una tasa de crecimiento del 17 por ciento.

Conclusiones

El modelo HEC-GeoHMS resulta una herramienta útil para el procesamiento digital de las características morfológicas e hidrográficas de las subcuencas afluentes al embalse Pao-Cachinche.

Evaluación de la variación temporal de la concentración de contaminantes de efluentes emitidos por grupos industriales a la cuenca del Lago de Valencia

Miguel Mura, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Introducción

En la actualidad el Lago de Valencia posee problemas de eutrofización lo cual ocasiona dificultad para autodepuración, esto debido a la actividad antropogénica desarrollada dentro de su cuenca, haciendo necesario analizar cargas poluentes emitidas por diferentes grupos industriales a dicha cuenca. Se recopiló data entre los años 2009 y 2013 de grupos industriales dedicados a los rubros: Producción de alimentos y bebidas, Producción de papel y litográficas, Ensambladoras de vehículos y autopartes y Producción de productos químicos y afines. Es importante destacar que la fuente de los datos manejados en esta tesis proviene de la empresa Hidrolab Toro Consultores C.A. empresa autorizada por el Ministerio para el Poder Popular de Eco-Socialismo y Agua para realizar dichas evaluaciones.

Métodos

2.1 Descripción de las características fisicoquímicas de los efluentes evaluados.

- Se investigaron las normativas ambientales aplicables, modelos de calidad de ambiental, métodos de muestreo y análisis de aguas.
- La selección de las empresas de acuerdo a clasificación establecida en decreto 3219. En la primera etapa se seleccionaron grupos de estudio y en la segunda, los sujetos de medición dentro de cada grupo.

2.2 Cuantificación de las cargas de contaminantes emitidas por grupos industriales.

- Calcular los flujos máscicos emitidos por empresa y por grupos.
- Establecer una clasificación de los grupos industriales en función de la generación de contaminantes
- Comparar grupos industriales en función las cargas máscicas emitidas de contaminantes.

2.3 Determinación de la calidad del agua emitida por grupo industrial.

- Se investigaron los tipos de índices de calidad ambiental y su aplicación al caso de estudio.
- Se compararon de los resultados obtenidos con los criterios establecidos para cada ICA.

2.4 Evaluación cronológica de la calidad del agua residual emitida a la Cuenca del Lago de Valencia identificando los grupos industriales.

- Se aplicaron técnicas estadísticas tales como la descomposición estacional, prueba de rangos múltiples, diagramas de cajas y bigotes y de medias.
- Se identificaron los grupos industriales donde los valores de ICA han aumentado en el tiempo.

Resultados

Existen diferencias significativas entre el grupo de la industria papelera y el resto de los grupos en cuanto a la DQO, DBO, Nitrógeno y Fósforo, mientras que el grupo de la industria química presenta diferencias significativas respecto al resto de los grupos en cuanto a los Cloruros y Sulfatos.

Conclusiones

El grupo que mayores aportes de nutrientes como nitrógeno total y fósforo total son realizados por el grupo de la industria papelera y litográfica con valores de aporte de fósforo entre 0 y 1200 kg/día y nitrógeno entre 0 y 60 kg/día.

El grupo industrial de autopartes y vehículos excede la concentración de Fósforo permitida en el decreto 3219, artículo 36, el grupo de la industria papelera supera los límites de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Sólidos Suspendidos Totales, el grupo de la Industria química y el de Alimentos y bebidas no superan ninguno de los límites.

El ICA evaluado refleja que los efluentes presentan un deterioro en términos calidad

Requerimientos constitucionales de los sistemas de evaluación ambiental en las obras de ingeniería

Raffele Orlandi¹, Adriana Márquez¹, Edilberto Guevara¹, Sergio Pérez¹

¹Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo evaluar lineamientos técnicos de las obras de ingeniería que cumplan con requerimientos constitucionales de los sistemas de evaluación ambiental de acuerdo a variables incidentes en el impacto producido a los ecosistemas. La metodología utilizada fue de tipo hipotético deductivo donde el procedimiento inicia con el análisis del problema; la revisión documental, así como la interpretación de norma técnica, jurídica y jurisprudencial, y acuerdos suscritos por el Estado. Entre resultados destacaron que, prácticamente, cualquier actividad puede generar daño al ambiente, pero para dañar un ecosistema se requiere una notable afectación a la cadena trófica. El requisito constitucional de exigir un EIASc a todas aquellas actividades capaces de generar daños a ecosistemas no implica excluir el uso de otros sistemas de evaluación ambiental, donde a nivel Constitucional, el legislador considero el caso más desfavorable, su exigencia de forma generalizada, es una errónea interpretación del texto constitucional y de los fundamentos técnicos de ingeniería. El EIASc es una herramienta de proyección temprana para identificar posibles impactos de un proyecto en zonas que han sido poco o nunca intervenidas; evaluación ambiental específica aplica para zonas que han sido impactadas por un proyecto anterior, donde ameritará evaluar otras consecuencias, en cambio la presentación de recaudos técnicos aplica a aquellos casos donde evidencien efectos mínimos de afectación ambiental.

Método

La investigación se efectuó a través de seis fases, que se describen a continuación.

- ☐ Recopilación y selección del material bibliográfico.
- ☐ Procesamiento y análisis de la información.
- ☐ Desarrollo del proyecto de investigación y verificación del cumplimiento de los objetivos propuestos.

Resultados

3.1. Tópicos ambientales en la Constitución Bolivariana

En Venezuela, la Carta Magna de 1999, declara que el equilibrio ecológico y los bienes jurídico-ambientales constituyen “patrimonio común e irrenunciable de la humanidad”. Una declaración que debería implicar límites al ejercicio del clásico poder de soberanía del Estado sobre los recursos naturales y demás bienes ambientales integrados al territorio nacional, sin embargo esto no es así.

3.2. Evaluación ambiental en la Constitución de Venezuela

La Carta Magna, desde su preámbulo hasta el desarrollo de su cuerpo normativo, establece los lineamientos generales de integridad territorial, derechos ciudadanos fundamentales, equilibrio ecológico, los bienes jurídicos ambientales y la soberanía de los recursos naturales para las actuales y futuras generaciones, por medio de la expresión tácita de los principios del Derecho Ambiental inmersos en un capítulo que expresa los derechos ambientales de los ciudadanos, sin menoscabo de la protección del ambiente como bien jurídico tutelado.

3.3. Los sistemas de evaluación ambiental como mecanismo de limitación del usufructo ambiental
La Carta Magna de 1.999 elevó a rango constitucional al ambiente como bien tutelado, debido al orden de relevancia jurídica que prevalece por encima del resto del ordenamiento nacional.

Conclusión

La exigibilidad de realizar un estudio de impacto ambiental y sociocultural a todas las actividades capaces de afectar el ambiente, es una errónea interpretación del texto constitucional, el cual se refiere a todas aquellas actividades capaces de ocasionar daños a los ecosistemas.

Prototipo de infiltrometro automatizado.

Rafael España, Franco Antonucci, Mariana España y Daniela España

La prueba de infiltración proporciona información necesaria para la correcta aplicación del agua de riego y otras aplicaciones en ingeniería como determinar las pérdidas de agua de una laguna, esta prueba requiere varias mediciones de tiempo y lámina de agua y puede durar de varias horas, según la textura del suelo. Con este trabajo se pretende desarrollar un prototipo de un infiltrometro digital de medir la capacidad de infiltración de un suelo de manera fácil y confiable usando componentes ARDUINO producidos por una empresa y una comunidad internacional de software y hardware libres, que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real. Primeramente se conceptualizaron los componentes electrónicos del prototipo para medir la lámina de agua a diferentes tiempos, según los requerimientos de la prueba infiltración de doble anillo; seguidamente se procedió a realizar el diagrama de flujo esquematizando el proceso y la programación del microcontrolador se realizó en el editor Firmware Arduino 1.8.16 usando las librerías para la pantalla LCD (liquid cristal display) modelo Pantalla TFT ILI9341 y sensor ultrasónico de distancia HC-SR04. Luego se procedió a evaluar en el simulador para determinar los componentes necesarios para el funcionamiento y la viabilidad del Prediseño. Finalmente se construyó el prototipo verificando la medición de distancias del sensor al agua en secuencia de tiempos según los requerimientos de la prueba de infiltración y se comparó con mediciones manuales, se registraron los datos y se programó para que el microcontrolador realice los cálculos de infiltración parcial y acumulada, velocidad de infiltración parcial y acumulada, la correlación lineal y los parámetros de la ecuación de regresión. En base a los hallazgos se concluye que es viable la construcción de un dispositivo para agilizar el proceso y abaratar los costos y disminuir los requerimientos de mano de obra.

VI. MEMORIAS INTERACTIVAS

Estas memorias presentan tanto la recopilación de los resúmenes y la presentación (grabada) de cada trabajo expuesto en el simposio, así como las grabaciones de las sesiones síncronas desarrolladas en cada tarde del evento. De igual manera estas memorias interactivas incluyen la certificación de los participantes que asistieron a la actividad.

Se puede acceder a las memorias, ingresando a la dirección web del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT) por medio del siguiente link: <http://ula.ve/cidiat> / <http://web.ula.ve/cidiat/2022/09/14/segundo-simposio-venezolano-de-recursos-hidricos-2/>

Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos

14 septiembre, 2022
 admincidiat
 Sin categoría

El Comité Organizador del Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos, tiene el agrado de compartirles las Memorias del Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos, organizado por la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial de la Universidad de Los Andes (CIDIAT-ULA) y la Academia de Mérida, con la participación de la Universidad de Carabobo (UC), Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ) y Universidad Central de Venezuela (UCV).










Segundo Simposio Venezolano de Recursos Hídricos

Del 17 al 21 de octubre, 2022

-Memorias-






VER MEMORIAS AQUÍ

inicio