

# **Posgrado en Energía y Medio Ambiente**

**Dra. Beatriz Adriana Silva Torres**  
**Dr. Enrique Barrera Calva**  
**Dra. Claudia Rojas Serna**  
**Dra. Mónica Alicia Méraz Rodríguez**  
**Dr. Antonio Zoilo Márquez García**  
*División de Ciencias Biológicas y de la Salud*  
*División de Ciencias Básicas e Ingeniería*  
*Universidad Autónoma Metropolitana*  
*Unidad Iztapalapa*

Informes: <https://posgrados.cbsuami.org/index.php/dpema-desc>  
<https://posgrados.cbsuami.org/index.php/mpema-desc>  
Correo: [capema@xanum.uam.mx](mailto:capema@xanum.uam.mx)

## Introducción

En la actualidad nuestro planeta se enfrenta a la mayor crisis ambiental, que provocan diversas pérdidas y amenazas debido a las actividades humanas, las cuales han alterado el ambiente a escala global, propiciando el cambio de uso de suelo, la alteración de la movilidad de la biota y la modificación de los ciclos biogeoquímicos; estableciendo de esta forma un precedente donde las sociedades humanas comenzaron a desarrollar una gran capacidad de transformación a su entorno, lo cual ha ido incrementando de manera progresiva en función de los grandes avances tecnológicos desarrollados desde ese tiempo a la fecha (Cornejo, 2014).

En los últimos 50 años, se ha desarrollado una dramática explosión del comercio global, el consumo y el crecimiento de la población humana, junto a un fuerte crecimiento urbano. Esto está provocando una destrucción y degradación acelerada de la naturaleza, en un mundo donde se están sobreexplotando los recursos naturales a un ritmo sin precedentes. El Índice Planeta Vivo global 2020 muestra, por ejemplo, un desplome medio del 68% en las poblaciones analizadas de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces entre 1970 y 2016 (WWF, 2020)

En 1968, Garret Hardin publica su trabajo conocido como “The tragedy of the Commons”, en la revista Science; él utilizó como analogía a los ganaderos que pastaban a sus animales en un campo común. La tragedia de la teoría de los comunes no es complicada, un individuo actúa con motivos egoístas y utiliza recursos, a menudo en exceso, que pertenecen a un grupo más grande. Con el tiempo, cuanto más a menudo se repite el proceso, más daño se hace

y más personas se ven afectadas. Dependiendo de los recursos que se utilizan en exceso, los efectos a largo plazo se pueden sentir a una escala masiva, incluso global. En la tragedia de la teoría de los bienes comunes, los individuos o grupos de individuos, como las empresas, hacen uso de los recursos naturales para su propio beneficio, sin considerar cómo su uso afectará a otros o creará un impacto a escala global.

Si bien el uso de los recursos naturales es una parte importante de cómo las sociedades se mantienen y construyen relaciones con otras naciones, la tragedia de los bienes comunes se centra específicamente en el uso inapropiado y abusivo de dichos recursos. Si una persona o grupo abusa de los recursos, es probable que otros tengan la impresión de que también es su derecho hacerlo. La tragedia, entonces, es que el abuso de los recursos se sale de control y resulta en un impacto más amplio que puede convertirse en un problema global.

El Dr. Mario Molina, Premio Nobel 1995, indicó que los científicos pueden plantear los problemas que afectarán al medio ambiente con base en la evidencia científica disponible, pero la solución no es responsabilidad de los científicos, es de toda la sociedad, y algunas de las soluciones se pueden obtener a través de las investigaciones científicas como son las tesis de maestría y de doctorado.

Al presente se pueden reconocer grandes problemas ambientales como son el calentamiento global y el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales, el manejo y eliminación de residuos, la contaminación del agua y del suelo, la pérdida de biodiversidad (Robinson, 2022), entre otros, y muchos de estos problemas son un área de oportuni-

dad para los trabajos que se desarrollan en el Posgrado de Energía y Medio Ambiente.

El calentamiento global conduce al aumento de las temperaturas de los océanos y la superficie de la Tierra causando el derretimiento de los casquetes polares, el aumento del nivel del mar y también en los patrones naturales de precipitación, como inundaciones repentinas, nieve excesiva o desertificación, abordar este problema y sus soluciones es de vital importancia debido a las implicaciones de no controlarlo (Herring, 2012).

Este problema ambiental se deriva de las actividades humanas como es la emisión de gases de efecto invernadero, siendo que su solución es principalmente alejarse de los combustibles fósiles, implementando el uso de energías renovables como la solar, la eólica, la biomasa y la geotérmica que son excelentes alternativas para reducir el calentamiento global (Biello, 2007). Para los diferentes procesos industriales y las actividades cotidianas es producir energía limpia es esencial, para lo cual es menester reducir el consumo de energía y agua mediante el uso de dispositivos más eficientes, lo que es menos costoso e igualmente importante.

El agotamiento de los recursos naturales ya sea renovables o no renovables es otro problema ambiental crucial y está íntimamente relacionado con el calentamiento global y el cambio climático, ya que el uso de los combustibles fósiles resulta en la emisión de gases de efecto invernadero y como se mencionó es necesario buscar fuentes alternativas, además que este recurso es cada vez más escaso.

Dentro de los recursos naturales encontramos que la actividad humana está lle-

vando a la extinción de especies y hábitats y a la pérdida de biodiversidad. Se requieren acciones que contribuyan para la conservación de la biodiversidad, se destaca la protección de las especies polinizadoras, prevenir la introducción de especies invasoras, controlar la tala de los bosques, realizar pesca comercial controlada, incrementar la captura de carbono, fomentar la agricultura sostenible, entre otras.

La contaminación del agua y del suelo es un problema que crece continuamente y tiene múltiples efectos tanto en los ecosistemas como en la salud humana. El agua potable limpia se está convirtiendo en un bien escaso, convirtiéndose gradualmente el agua contaminada.

La gestión del agua se enfrenta a grandes desafíos. El primero de ellos es la escasez, derivado de la explosión demográfica, la creciente urbanización, el cambio drástico en los niveles de consumo, la inestabilidad del mundo en el que vivimos o el cambio climático; otro desafío es la contaminación ambiental que afecta al agua en diversas maneras como aguas residuales, eutrofización, arrastres pluviales, la microcontaminación relacionada con el uso masivo de nuevas moléculas químicas; asimismo se asume que el 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua o tienen un impacto en este recurso y es que las inundaciones, tormentas o sequías pueden causar estragos en la comida, la salud, la energía o el medio ambiente (FAO, 2022).

El mundo debe adaptarse a estos cambios y amenazas, por lo que el desarrollo de estrategias de resiliencia se hace fundamental. El agua es un bien medioambiental y social, lo que hace que su gestión sea aún más difícil y compleja. Los aspectos técni-

cos, institucionales, organizacionales y regulatorios deben tenerse en cuenta, además de los riesgos financieros, societarios y medioambientales.

La contaminación del suelo es otro problema ambiental importante, que se potencia por la gestión deficiente de los residuos en sus diversas categorías. Estos residuos son depositados en lugares que en la mayoría de las veces no son aptos para recibirlos y que pueden permanecer por años, provocando emisiones tóxicas al aire, lixiviados que se filtran al suelo, proliferación de fauna nociva, movimiento de los residuos al mar; y aunado a esto la gestión deficiente de los residuos peligrosos (B.M., 2018).

Una inmensa cantidad de los problemas ambientales se presenta por carecer de marcos jurídicos adecuados, permitiendo la realización de actividades sin restricciones legales o con un marco muy deficiente, haciendo entonces que la gestión sea deficiente, por lo que es necesario implementar políticas que permitan reforzarlo y obligar a su cumplimiento

### **Posgrado en Energía y Medio Ambiente**

El medio ambiente, el agua y la energía son factores relevantes en el desarrollo, que trascienden el espacio geográfico nacional. De ahí, la ingente necesidad de formar recursos humanos capacitados para analizar objetiva y éticamente posibles soluciones. El Posgrado en Energía y Medio Ambiente es respaldado por dos divisiones académicas de la UAM-I: Ciencias Básicas e Ingeniería y Ciencias Biológicas y de la Salud y tiene el objetivo general de formar investigadores y profesionales de alto nivel académico con la capacidad identificar, plantear y resolver problemas

asociados a la generación, transformación, planeación, distribución y uso eficiente de la energía y de los recursos naturales, desarrollar en el alumno la capacidad de mantenerse actualizado en los avances científicos y tecnológicos asociados a estos temas, fomentar el trabajo multidisciplinario y proporcionar al alumno los elementos que le permitan continuar una formación doctoral.

### **Nivel Maestría**

Los aspirantes a ingresar al Nivel de Maestría deben ser profesionales en ciencias básicas, biológicas o ingenierías afines a la energía y el medio ambiente, con interés en profundizar sus conocimientos teóricos o experimentales en este campo, además de ser personas disciplinadas, éticas, críticas, reflexivas y deseosas de colaborar en un ambiente multidisciplinario. La orientación multidisciplinaria del plan de estudios de la Maestría en Energía y Medio Ambiente es muy atractiva para candidatos que deseen abordar problemas desde una perspectiva multidisciplinaria. El programa tiene una duración de 6 trimestres y, para la obtención del grado, el alumno presentará de manera oral y escrita su idónea comunicación de resultados o tesis de maestría ante un jurado calificado, para demostrar su dominio del tema y de la literatura especializada, así como su capacidad de defender los resultados de su proyecto de investigación.

El Maestro en Energía y Medio Ambiente está capacitado para identificar, planear, realizar y gestionar proyectos en el campo de la energía y del medio ambiente, resolver problemas de investigación en un ámbito multidisciplinario, insertarse en el mercado laboral público y privado o conti-

nuar con su formación como investigador en un nivel de Doctorado.

### Nivel Doctorado

Para ingresar a este Programa se solicita poseer grado de Maestría en un disciplina en los temas que se cultivan en el posgrado, presentar currículum vitae, cartas de exposición de motivos y de recomendación académica, dominio del idioma inglés o del español para aspirantes no hispanohablantes, y un anteproyecto de investigación que debe defender ante la Comisión Académica del Posgrado. El programa dura 12 trimestres, al final del primer año y como requisito para poder continuar con su investigación doctoral, el alumno debe presentar su Examen predoctoral, el cual consiste en la defensa oral de su proyecto de investigación doctoral ante un jurado. En el Examen predoctoral se revisan la justificación, objetivos, análisis bibliográfico, recursos disponibles, resultados preliminares y el plan de trabajo detallado. Para la obtención del grado, debe presentar un artículo que contenga resultados de su tesis aceptado en una revista indizada. La tesis se debe defender ante un jurado de 5 profesores especialistas donde al menos 2 son externos a la UAM. En la defensa debe mostrar su dominio del tema y de la literatura especializada, así como su capacidad de explicar y argumentar la validez de sus resultados y aportaciones.

### Áreas y Líneas de Conocimiento

El Posgrado en Energía y Medio Ambiente cuenta con cuatro Áreas de Conocimiento:

Área de Conocimiento en Ingeniería en Energía, que cuenta con cuatro Líneas de trabajo:

- Línea de Conocimiento en Ener-

gía Nuclear

- Línea de Conocimiento en Energías renovables
- Línea de Conocimiento en Modelado de Sistemas Energéticos y Ambientales
- Línea de Conocimiento en Ingeniería Térmica y Fluidos

Área de Conocimiento en Remediación Ambiental

Área de Conocimiento en Recursos Hidrológicos

Área de Conocimiento en Ecología y Medio Ambiente

### Área de Conocimiento en Ingeniería en Energía

El sector energético es un área estratégica para el desarrollo integral del país. Este carácter estratégico se da debido a que el Estado mexicano ha manejado este recurso como un monopolio energético hasta la reforma constitucional de 2013. Dentro de este sector la industria petrolera ha proporcionado insumos industriales suficientes, confiables y accesibles, se tiene que cerca del 73% de la energía eléctrica generada en México proviene de los hidrocarburos, por lo que el subsector eléctrico se ha desarrollado básicamente sobre generación, transformación, distribución y abastecimiento (González, 2017),

En esta Área se tiene como objetivo formar profesionales especializados en energía solar (renovable) y convencional, apegado a los principios fundamentales de habilitación en termodinámica, la mecánica de fluidos y la transferencia de calor conformado en un marco sustentable y atendiendo las causas esenciales del me-

dio ambiente. Se busca realizar investigación fundamental y aplicada para mejorar las tecnologías energéticas y cuando es posible anteponiendo aquella basada en energía renovable, y de otras formas de energía convencional, buscando reducir su impacto adverso en el medio ambiente; incrementar la eficiencia en la generación y uso de la energía mediante la aplicación de estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo, atendiendo las estrategias más favorables en pro de mitigar las acciones en torno al calentamiento global de los procesos energéticos.

En el Área de Conocimiento de Ingeniería en Energía se han desarrollado temas fundamentales y otros de aplicación: Desarrollo de materiales y dispositivos para el aprovechamiento de la energía solar (López, 2021) y otras renovables (Barrera, 2021), modelado de transferencia de masa en bio-reactores anaerobios tubulares; análisis termofluido y neutrónico de un reactor nuclear enfriado con plomo; evaluación energética de la sustentabilidad de la industria del maíz nixtamalizado; evaluación del desempeño de compresores centrífugos en plataformas marinas; análisis exergo-ambiental a los motores aéreos; análisis energético y ambiental de la producción de bio-etanol en México a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, entre otros.

Se destaca no solo la capacidad de preparación o selección de los materiales apropiados para los procesos propuestos, sino la propuesta y modelado del funcionamiento de tecnología a base de energía solar, como de colectores solares para baja y alta temperatura, sistemas de concentración, destiladores solares de agua salobre, y sistemas solares de cocción solar de alimentos.

También el modelado de la contaminación del aire y de equipos eólicos, reactores solares térmicos, reactores nucleares, accidentes, procesos de transferencia de calor, conversión de energía a electricidad, ciclos de refrigeración, procesos de transporte en campos petroleros, entre otros, son recurrentes en esta línea del conocimiento, donde la valoración ambiental de los procesos necesariamente debe ser actualizada y orientada a identificar y lograr la sustentabilidad energética y el respeto al medio ambiente, tan necesario hoy en día.

### **Área de Conocimiento en Remediación Ambiental**

Su objetivo es la investigación de los fundamentos científicos y tecnológicos para la remoción de contaminantes de suelo y sedimentos, cuerpos de agua subterráneos y superficiales, para la recuperación de los recursos naturales. Se basa principalmente en la evaluación de los riesgos ecológicos y para la salud que la contaminación representa, por ende, las acciones de remediación aplicadas a sitios contaminados están sujetos a los requerimientos regulatorios y normativos que el Gobierno Federal implemente para la recuperación del equilibrio ecológico.

En el Área de Conocimiento de Remediación Ambiental se hace especial énfasis en procesos sostenibles que conlleven la posibilidad de la generación de energías renovables para así obtener una mejor interacción medio ambiente-energía. Se desarrollan investigaciones en agua (tratamiento y producción de energías alternativas), aire (origen, presencia y transporte de contaminantes derivados de combustibles fósiles) y suelo (origen, destino y tecnologías de remoción de contaminantes). Y se ha estudiado la bio-

rremediación de efluentes, modelos de biorreactores, evaluación de materiales aplicados a la catálisis y remediación de suelos con hidrogeles.

Algunas de las investigaciones desarrolladas en el Área de Remediación Ambiental son: determinación de contaminantes emergentes en aguas residuales de hospitales y municipales. degradación de activos farmacéuticos con hongos filamentosos; simulación de la acidogénesis de aguas grises; estudio del efecto de la concentración de CO<sub>2</sub> en la eliminación de N y P de agua residual de la UAM I mediante el cultivo de *Chlorella* sp; Efecto del Pt en el catalizador CoMoS soportado en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> en la hidroxidación de guayacol; estudio de la nitrificación en la degradación de contaminantes emergentes; malezas invasoras y su biotratamiento para la producción de biogás; diseño de hidrogeles con capacidad de remoción de metales pesados en suelo.

### **Área de Conocimiento en Recursos Hidrológicos**

A medida que los problemas sociales relacionados con el agua se vuelven cada vez más complejos, la racionalización de una agenda científica comunitaria es más importante que nunca, por lo que se debe evaluar el estado de los recursos hidrológicos y desarrollar y justificar un plan científico en profundidad (Günter Blöschl et al., 2019). Lo anterior justifica un enfoque de proceso comunitario abierto que abarca todas las áreas de los recursos hidrológicos y que tiene como objetivo principal aumentar los temas de investigación y desarrollo tecnológico entre las áreas de recursos hidrológicos y las de ecología y medio ambiente, energía y remediación ambiental.

El Área de Conocimiento de Recursos Hidrológicos considera la investigación y el desarrollo tecnológico para determinar la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la superficie y el subsuelo, con la meta de satisfacer la necesidad de agua de la sociedad, y así mitigar los riesgos relacionados con su distribución y mantener o mejorar la condición global del ambiente. Esto incluye la estandarización de las observaciones hidrológicas y la organización de la transferencia tecnológica para suministrar el agua en zonas de bajos recursos.

En esta Área se han desarrollado temas como: balance hídrico en el parque nacional Fuentes Brotantes de Tlalpan; morfología y vulnerabilidad costera por erosión en el litoral de Campeche; generación de indicadores para la toma de decisión en la permanencia de programas de desarrollo rural. También se han abordado temas como el de nuevos materiales para el tratamiento de aguas residuales, modelación de sistemas acuáticos, uso de la geomática y la tecnología geoespacial para abordar la problemática del agua en México, cuantificación del agua en los ríos para generación en centrales hidroeléctricas considerando el agua que se requiere para conservar los ecosistemas en la cuenca, entre otros.

Los temas que se desarrollan consideran nuevos enfoques para encontrar un equilibrio entre la demanda de agua de la sociedad y la restauración de las aguas como parte de la conservación de la naturaleza en el siglo XXI. Esto tiene el desafío de la integración entre las áreas del conocimiento que consiste en vincular proyectos interdisciplinarios en los temas de la cantidad y la calidad del agua, las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas, el uso de la tierra y la gestión del agua,

las subcuencas a pequeña escala y los principales sistemas de cuencas fluviales a gran escala, los ecosistemas y el desarrollo económico y social, el suministro de agua y conservación del agua, usuarios de agua urbanos y rurales, comunidades pobres y usuarios acomodados, información biofísica y socioeconómica, participación de las partes interesadas de la cuenca, gestión rutinaria y respuestas a los extremos hidrológicos. Un proyecto interdisciplinario de interés mundial es el nexo agua-energía-alimentos que constituye un marco para analizar las interacciones dinámicas entre el agua, la energía y los sistemas alimentarios y desarrollar estrategias para el desarrollo sostenible (Liu J. et al., 2017).

Por otro lado, con la expansión de la huella humana han surgido nuevas preguntas de la interacción humana con la naturaleza en el contexto de problemas complejos de disponibilidad y gestión del agua. El estudio de los recursos hidrológicos puede desempeñar un papel más importante ante estos problemas, e.g., los contaminantes emergentes y los patógenos microbianos.

El desafío de vincular proyectos interdisciplinarios que integren diferentes áreas del conocimiento pudiera pensarse muy complejo, sin embargo, existen casos de éxito como el que destacan Carr G. et al. (2017) quienes sugieren que los equipos de investigación multidisciplinarios en un programa de posgrado en recursos hídricos pueden producir hallazgos científicos de muy alta calidad, con interés social y preparar a la futura generación con las habilidades de colaboración que necesitarán para abordar el presente y los futuros desafíos de los recursos hidrológicos.

### **Área de Conocimiento en Ecología y Medio Ambiente**

México es un país rico en recursos naturales y es considerado un país megadiverso, ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies (considerando los grupos más conocidos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos y plantas vasculares). El principal criterio para pertenecer al grupo de los países megadiversos es el endemismo. Para ser megadiverso, un país debe tener por lo menos 5,000 especies endémicas de plantas (Mittermeier et al. 2004).

Nuestro País ocupa el lugar número 14 de acuerdo con su tamaño (1,972,550 km<sup>2</sup>), tiene una posición geográfica muy favorable. El trópico de Cáncer atraviesa México que se extiende de los 32° Norte (Baja California Norte) a los 14° Norte (Chiapas), cuenta con paisajes complejos con montañas que confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas. México es un país eminentemente montañoso. Además, está rodeado de mares y posee amplias áreas con agua dulce (Llorente, 2008).

Esta diversidad se ve afectada por las actividades humanas y se requiere de investigación en las diferentes áreas del conocimiento que permitan resolver los problemas que se van derivando.

El objetivo de esta Área de Conocimiento es coadyuvar para que los instrumentos de política ambiental sean aprovechados con mayor eficiencia y las actividades productivas incorporen y se apropien de los conceptos de prevención de la contaminación y eco-eficiencia, y con ello que la sociedad intervenga de una manera infor-

mada y responsable en la toma de decisiones; Propiciar la corresponsabilidad de la sociedad en el consumo de los recursos naturales de manera sustentable y en el manejo de contaminantes, de los residuos sólidos y aguas residuales. Además, se busca una mayor eficacia en el diseño y aplicación de los instrumentos de regulación y de gestión, el uso amplio de las tecnologías de la información e investigación científica en el estudio de los ecosistemas continentales, costeros y marinos.

En la Línea de Conocimiento de Ecología y Medio Ambiente se trabaja en economía ambiental, política, impactos y riesgos del cambio climático en zonas costeras y continentales, impactos y riesgos ambientales de diferentes actividades antropogénicas, efectos tóxicos de distintos contaminantes, bio-marcadores de contaminación, uso de SIGs para el mapeo de recursos naturales y para la evaluación de su vulnerabilidad, etc.

En esta Línea de Investigación se han realizado trabajos enfocados a la sustentabilidad de ecosistemas, aprovechamiento de recursos bióticos, impactos del cambio climático, ecotoxicología y manejo de SIG con temas como: Evaluación del contenido de carbono orgánico en los suelos de las nopaleras de Milpa Alta; Caracterización multitemporal mediante percepción remota y análisis espacial del cambio de cobertura terrestre y sus efectos en la evapotranspiración y almacenamiento de carbono en la cuenca Usumacinta; evaluación de la eficacia del manejo de residuos sólidos urbanos en la CDMX; evaluación de la presencia de microplásticos en peces del estuario de Tecolutla, Veracruz; metales traza en poblaciones de pastos marinos en la costa de la Re-

serva de la Biósfera “Los Petenes”, entre otros estudios.

### Reflexiones

Las distintas líneas del conocimiento que se cultivan en el posgrado de Energía y Medio Ambiente son una fortaleza única e inédita, máxime cuando el alumno o el asesor logran involucrar a más de una línea en los proyectos que se realizan en este posgrado, así como incidir en los diferentes sectores de la sociedad.

La importancia energética, de recursos hidrológicos, de remediación ambiental apegados a la ecología y al medio ambiente es esencial en los proyectos realmente importantes de naciones como México que trabaja, construye y proyecta hacia un mejor futuro sustentable de su sociedad que es ejemplo en el natural liderazgo de América Latina y de esa región hacia el resto del mundo

### Bibliografía

Banco Mundial. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. [www.worldbank.org/what-a-waste](http://www.worldbank.org/what-a-waste).

Barrera, E., F. González, C. Hernández, L. Huerta y V. Rentería. 2021. Revista Maderas y Bosques, Poder calorífico de maderas de zonas áridas, 27(3):1

Biello, D. 2007. 10 Solutions for Climate Change. Ten possibilities for staving off catastrophic climate change. <https://www.scientificamerican.com/article/10-solutions-for-climate-change/>

Calderón, A., Meraz, M., Tomasini, A. 2019. Pharmaceuticals present in urban and hospital wastewaters in Mexico City.

- Journal of Water Chemistry and Technology:41(2), 105-112.
- Carr G. et al. 2017. Emerging outcomes from a cross-disciplinary doctoral programme on water resource systems. *Water Policy*. 19 (3): 463–478.
- Cornejo, C., Calderón, J., Suarez, L. 2014. Los servicios ambientales y la biodiversidad. *Investigación ambiental* 6 (1) 53 -60 p.p.
- FAO. 2022. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Main report. Rome.393 pags
- García-Mendoza, C., Santolalla-Vargas, C. E., Woolfolk, L. G., del Angel, P., y de los Reyes, J. A. 2021. Effect of TiO<sub>2</sub> in supported NiWS catalysts for the hydrodeoxygenation of guaiacol. *Catalysis Today*: 377, 145-156.
- González, M. J. J. 2017. Nuevo derecho energético mexicano. *Las Instituciones fundamentales del derecho ambiental*. UAM-A. 428 pags.
- González, M. J. J. 2017. Tratado de derecho ambiental mexicano. *Las Instituciones fundamentales del derecho ambiental*. UAM-A. 548 pags.
- Günter Blöschl et al. 2019. Twenty-three unsolved problems in hydrology (UPH) – a community perspective, *Hydrological Sciences Journal*, 64:10, 1141-1158.
- Herring, D. et al. 2012. Climate Change: Global Temperature Projections. NOAA Climate Program Office.
- Liu J. et al. 2017. Challenges in operationalizing the water–energy–food nexus. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 62, No. 11, 1714–1720.
- Llorente, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 322 pags
- Lopez, G., I. Padilla, A. Miguel, E. Barrera, R. Rosas y F. Gonzalez. 2021. Insight into the optical absorption and luminescence properties due to the presence of Pr<sup>4+</sup> in Pr-doped Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Journal of Luminescence*, Elsevier, 242, 2021, Holland
- Mittermeier, R.A., P. Robles-Gil, C.G. Mittermeier, C.G. (Eds). 2004. *Megadiversity. Earth's Biologically Wealthiest Nations*. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico City.
- Robinson, D. 2022. 12 Biggest Environmental Problems Of 2022. <https://earth.org/the-biggest-environmental-problems-of-our-lifetime/>
- WWF. 2020. Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curvade la pérdida de biodiversidad. Resumen. Almond, R.E.A., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza