



VI.- VINCULOS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL Y EL PLAN DE ESTUDIOS

El programa de investigación del CIMAV de acuerdo a su visión y misión, constituye un espacio cuya orientación y objetivo es ofrecer proyectos de investigación básica orientada y aplicada para la formación de recursos humanos de alto nivel, generación de conocimiento novedoso y apoyo al desarrollo científico y tecnológico del país.

Dentro del CIMAV, se tienen tres líneas de investigación principales asociadas al programa de postgrado en ciencia y tecnología ambiental: estudios atmosféricos, restauración ambiental y energía. De estas tres líneas primarias se derivan seis áreas, que representan uno de los criterios de definición de los ejes curriculares, mediante los cuales se da la especialización de los alumnos en una rama concreta de la Ciencia y Tecnología Ambiental. En este sentido, los seis ejes curriculares que se fijan para la presente actualización provienen esencialmente de las tres líneas institucionales de investigación fijadas en el plan estratégico 2005 – 2009 del Centro.

En concreto, la línea de investigación estudios atmosféricos da lugar al eje curricular del mismo nombre relacionándose también con el eje curricular radiactividad ambiental.

En cuanto a la línea de investigación restauración ambiental esta da origen a los ejes curriculares contaminación del agua y manejo integral de residuos, coincidiendo también con aspectos del eje curricular radiactividad ambiental.

Finalmente, la línea de investigación en energía está enfocada en el Centro al estudio de la tecnología de los combustibles a la par que también se hace investigación en eficiencia energética térmica en procesos industriales y edificaciones así como la simulación, el diseño y la optimización de sistemas térmicos. Debido a ello se derivaron los ejes curriculares en tecnología de los combustibles y en eficiencia energética.

A continuación se presentan todas las líneas de investigación que se desarrollan con éxito en el CIMAV dentro del Departamento de Medio Ambiente y Energía las cuales provienen de las tres líneas de investigación institucionales, a la par que dan origen a los seis ejes curriculares propuestos en la presenta actualización del Plan de Estudios de la maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental.



LÍNEA: CARACTERIZACIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Objetivo:

Estudiar los fenómenos asociados con la producción y emisión de contaminantes para su prevención, evaluación y control con el fin de mitigar su impacto al medio ambiente.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

Se están desarrollando metodologías de medición de concentración de contaminantes en emisiones, así como modelos matemáticos de la dispersión de las mismas.

El desarrollo de instrumentación para el monitoreo continuo y para evaluación de contaminantes a nivel de piso son constantemente actualizados buscando una confiabilidad y retroalimentación al sistema de operación.

La modelación matemática está incursionando en la utilización de modelos que incluyen la química atmosférica y los efectos de turbulencia en los balances diferenciales de masa, cantidad de movimiento, energía y simulación de la formación de material atmosférico particulado.

Se están elaborando inventarios de emisiones que conlleven a la creación de historiales ambientales en la zona de interés.

Se están desarrollando tecnologías y procesos para el tratamiento de productos de combustión que son contaminantes.

Problemática a resolver:

La problemática de emisiones contaminantes y su impacto en el medio ambiente que se genera vía diversos procesos de combustión en el sector industrial al utilizar combustibles fósiles como fuente primaria de energía (ejemplos., centrales eléctricas, refinerías, producción de cemento, producción de ladrillos, etc.).

LÍNEA: RADIATIVIDAD AMBIENTAL

Objetivo:

Estudiar la radiactividad en el aire, agua de consumo humano y suelo para localizar las áreas con altos registros de radiactividad en las zonas pobladas, evaluar la dosis que recibe la población por distintas causas a través de las diferentes formas de incorporación de radioisótopos, y proponer métodos de remoción de los excesos de radionúclidos en agua, aire y suelo.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

La Vigilancia Radiológica Ambiental (VRA) se lleva a cabo en primera instancia en los alrededores de las instalaciones nucleares, donde comúnmente se descargan isótopos al medio ambiente. Muchos países realizan la VRA y hacen estudios de reactividad ambiental, con el objeto de establecer los inventarios de radionúclidos presentes como consecuencia de



las precipitaciones globales, la extracción de minerales de altos contenidos de elementos radiactivos y para protección de la población en general.

Por otra parte, se desarrollan metodologías de medición de concentración de contaminantes radiactivos en emisiones de las instalaciones nucleares, así como modelos matemáticos de la dispersión de las mismas. Se elaboran inventarios de emisiones que conlleven a la creación de historiales ambientales radiactivos en las zonas de interés. El estudio y control de la concentración de radón en el aire en locales cerrados forma parte de la estrategia de VRA de todos los países desarrollados.

Así mismo, se desarrollan tecnologías y procesos para el tratamiento de aguas con altas concentraciones de radioisótopos para posibilitar su consumo sin peligro para la salud. También se desarrollan metodologías para la descontaminación de territorios afectados por la minería, las descargas de plantas productoras de combustibles y armas nucleares, y para la reducción de las altas concentraciones de radón en el aire de locales cerrados.

Problemática a resolver:

En las regiones de geología uranífera, y en general en las áreas con gran actividad minera en el presente o en el pasado, así como en industrias de procesamiento de materiales, como puede ser la producción de yeso, suelen presentarse altos contenidos de radioisótopos en el medio ambiente, que pueden afectar a la población a través de la inhalación de gases radiactivos, ingestión de agua, o a través de la cadena alimentaria. Una de las zonas afectadas por estos fenómenos en México es la ciudad de Chihuahua y sus alrededores. En las instalaciones de producción, utilización y disposición de radioisótopos se vierten ciertas cantidades al medio ambiente, que hay que vigilar para proteger a la población. También hay potencialmente actividades ilegales de movilización de desechos radiactivos. Los estudios de radiactividad ambiental y la vigilancia radiológica ambiental se dedican a conocer la contribución de los procesos naturales y artificiales al inventario de radionúclidos para evaluar los posibles daños a la población y sugerir formas de mitigación de los mismos.

LÍNEA: CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Objetivo:

Identificar problemáticas de contaminación del agua en los diferentes entornos (urbano, rural e Industrial) y desarrollar tecnologías para dar alternativas de prevención y control de contaminantes. Así como fomentar la reutilización y el reciclado aplicando tecnologías convencionales y de punta para lograr un uso sustentable del recurso hídrico.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

La investigación y desarrollo de tecnologías para tratamiento de agua se está orientando hacia la aplicación de procesos naturales, biológicos y fisicoquímicos para el tratamiento y reutilización de agua. Dentro de los procesos naturales para la remoción de contaminantes, la fitoremediación a través de humedales artificiales, es una tecnología emergente que se está aplicando con éxito y tiene un gran potencial en el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales y en la remediación de acuíferos. Particularmente su aplicación se está enfocando a la remoción de compuestos recalcitrantes orgánicos e inorgánicos, entre ellos: pesticidas, herbicidas, arsénico, plomo, PCB's, MTBE, etc.

Otra de las tecnologías con las que se ha logrado optimizar la remoción de contaminantes del agua, son los reactores con membranas (microfiltración, ultrafiltración, osmosis inversa). Estos sistemas acoplados a procesos biológicos (lodos activados y biopelículas) están siendo



desarrollados y utilizados ampliamente para el tratamiento de agua residual. La principal ventaja de estas tecnologías es que permiten recuperar agua de alta calidad a través de sistemas compactos.

Dentro de los procesos de desinfección de agua, el uso de la radiación UV de la luz del sol es una alternativa que se está aplicando actualmente en zonas rurales y marginadas de difícil acceso que carecen de energía eléctrica. Pero requiere mayor investigación para la diversificación de su aplicación y desarrollo tecnológico.

Problemática a resolver:

Las actividades humanas en conjunto con las industriales han generado contaminación de los cuerpos de agua, propiciando con ello una disminución en la calidad del agua disponible. Aunado a esto, los bajos presupuestos económicos asignados por las autoridades para la construcción de plantas para tratamiento de agua potable y aguas residuales ha hecho que la problemática incremente día con día. Por ello es imprescindible desarrollar tecnologías eficientes y de bajo costo que permitan obtener la calidad del agua requerida para contribuir al saneamiento de cuencas.

La carencia de personal calificado para desarrollar nuevas tecnologías hace necesaria la formación de recursos humanos que analicen y propongan alternativas viables a las diferentes problemáticas de contaminación, y uso eficiente del agua en los diferentes sectores socioeconómicos.

El desarrollo económico requiere de satisfactores de avanzada tecnología (fármacos, hormonas, pesticidas) que generan contaminación del agua con compuestos cada vez más tóxicos, recalcitrantes y persistentes. Por lo que el tratamiento convencional no tiene la capacidad de degradarlos, haciéndose imprescindible la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que puedan minimizarlos y evitar su descarga a los cuerpos receptores.

LÍNEA: MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Objetivo:

Analizar problemáticas para el diseño de planes de manejo integral de los residuos. Enfocándose en la investigación para desarrollar alternativas tecnológicas que permitan la minimización, el reuso y el reciclado de los mismos.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

La nueva filosofía internacional en el manejo de residuos está orientada a evitar en lo posible, la disposición de cualquier tipo de residuo, por lo que es necesario desarrollar tecnologías que permitan minimizarlos, reutilizarlos o reciclarlos en su totalidad. Ello permitirá reducir los espacios requeridos para estos fines y minimizar la contaminación de cuerpos de agua subterránea, suelo y aire generados por la lixiviación de los residuos.

Actualmente se desarrollan estrategias para el manejo integral de cada tipo de residuo con el objeto de lograr una mejor gestión y aprovechamiento de los materiales residuales y con ello lograr la optimización en el aprovechamiento de los recursos y tener un desarrollo sostenible.

El aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, industriales y agropecuarios como fuentes alternas para la generación de energía es una de las alternativas de desarrollo que actualmente tiene gran importancia a nivel mundial. En particular, se está buscando el uso de procesos térmicos bajo condiciones de operación adecuadas para utilizar residuos tales



como neumáticos y aceites lubricantes usados, para su aprovechamiento energético y recuperación de materiales.

El desarrollo de tecnologías para la remediación de sitios contaminados, producto de una mala disposición de los residuos principalmente, es una prioridad a nivel nacional e internacional para la recuperación de suelo y agua.

Problemática a resolver:

Se cubrirá la falta de personal calificado para el manejo adecuado de residuos en el país conforme a los criterios nacionales e internacionales. Paralelamente, con la formación de jóvenes científicos orientados al desarrollo de tecnologías para la minimización, el reuso y el reciclado de residuos, será posible encaminarse hacia el desarrollo sostenible que exige la sociedad actual.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos como fuente alterna de energía, será un aspecto que se abordará con los estudios de esta línea ya que actualmente el desarrollo de tecnología es incipiente en esta área.

La remediación de sitios contaminados es imprescindible para la recuperación de suelos y acuíferos. Por lo que la investigación se enfocará al discernimiento y desarrollo de nuevas técnicas que permitan optimizar los procesos y tiempos de tratamiento así como los costos involucrados.

LÍNEA: EFICIENCIA ENERGÉTICA

Objetivo:

Estudiar los diversos equipos y procesos que utilizan, transforman o transportan energía térmica en la industria, para determinar los factores que influyen en su eficiencia energética. Desarrollar diseños o modificaciones que incrementen la eficiencia energética de los sistemas de proceso industrial.

Estudiar la factibilidad técnica y económica de sustituir el uso de combustibles fósiles mediante el uso de calor de proceso obtenido directamente del sol.

Estudiar el comportamiento térmico y el confort alcanzado en edificaciones, resultantes de la interacción del mismo con el medio ambiente y sus ocupantes.

Desarrollar modelos que permitan simular el comportamiento físico y económico de dispositivos termo mecánicos interconectados formando sistemas.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

Dada la importancia actual de usar eficientemente los recursos energéticos, en todos los países desarrollados, o en vías de desarrollo, se trabaja activamente a nivel gubernamental, académico e industrial para desarrollar nuevas tecnologías, procesos y sistemas que permitan reducir el consumo energético en la industria.

Actualmente se trabaja en laboratorios de numerosos países en el desarrollo de tecnologías que permitan aprovechar la energía solar en formas más confiables y eficientes, incorporándola a diferentes procesos industriales.

Debido a la importante fracción que representan las edificaciones en el uso global de energía, el estudio del comportamiento energético de edificios es actualmente de interés mundial. La tendencia mundial es hacia el uso de materiales de construcción aislantes, sistemas de acondicionamiento ambiental más eficientes y correctamente seleccionados, utilización de



técnicas pasivas para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones (arquitectura bio-climática) y hacia la utilización de energías renovables para suministrar agua caliente y acondicionamiento climático.

En la actualidad el diseño de sistemas térmicos para uso industrial, comercial o doméstico se lleva a cabo mediante simulación en computadora. Para ello se requieren desarrollar modelos de los dispositivos mecánicos a utilizarse, algoritmos de cómputo para la resolución de los sistemas de ecuaciones no-lineales o diferenciales que resultan.

Actualmente se está trabajando en la aplicación de nuevas metodologías para el análisis de los sistemas térmicos, tales como el análisis exergetico y la "Tecnología Pinch", derivados ambos de la Segunda Ley de la Termodinámica. También se recurre a la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial para la optimización de sistemas térmicos.

Problemática a resolver:

Existe una gran diversidad en los equipos y sistemas utilizados en la industria, y diferentes tipos de industrias. Se requiere sistematizar las metodologías utilizadas para el análisis de los procesos energéticos que ocurren en diferentes ramos industriales. Se deben considerar simultáneamente aspectos no solo técnicos, sino económicos, logísticos y ambientales al buscar soluciones factibles.

Determinación de la tecnología más adecuada para los diferentes procesos industriales. Evaluación de la factibilidad técnica de utilización del calor solar en diferentes procesos y localidades geográficas. Diseño de sistemas que permitan acoplar adecuadamente el suministro de energía a la demanda impuesta por el proceso, debido a la variabilidad de ambos y al posible desfase en el tiempo. Evaluación de la rentabilidad de utilizar calor solar en un proceso industrial y en una localidad dadas.

Obtención de modelos confiables de comportamiento térmico de edificios. Simulación horaria de las condiciones climáticas de diferentes localidades geográficas, que permitan evaluar las interacciones del edificio y el medio ambiente por periodos extendidos de tiempo. Evaluación de los flujos de energía resultantes y de los costos por acondicionamiento climático.

Evaluación de las condiciones de confort térmico resultantes en los edificios.

Se requiere desarrollar modelos robustos del comportamiento físico de diferentes dispositivos. Desarrollar modelos del comportamiento económico de los sistemas.

Desarrollar algoritmos de cómputo para la simulación física y económica de los sistemas, mediante la resolución simultánea de los sistemas de ecuaciones resultantes de los modelos individuales. Se requiere la utilización de métodos de optimización matemática para encontrar el diseño óptimo.

LÍNEA: TECNOLOGÍA DE LOS COMBUSTIBLES

Objetivo:

Estudiar los fenómenos fundamentales de los procesos de conversión de la energía química de los combustibles a energía eléctrica y térmica para poder optimizar, diagnosticar y diseñar sistemas que tengan un impacto mínimo en el medio ambiente.

Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:

No cabe duda que por un largo tiempo, los combustibles fósiles continuarán siendo la principal fuente de energía tanto para el transporte como para las necesidades de nuestra sociedad en general. La combustión, por lo tanto, siendo uno de los procesos más prácticos para extraer la energía de los combustibles, continuará siendo utilizada por un largo tiempo. El problema es que la combustión es el proceso que más contribuye a la contaminación atmosférica. El cambio climático ha creado una fuerte demanda para proponer alternativas



que reduzcan las emisiones a la atmósfera, y en particular del CO₂. Tal es la esencia del protocolo de Kyoto, el cual entró en vigor el 16 de febrero del 2005 y que además requiere:

- i) del fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- ii) de la investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;
- iii) de medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte; y
- iv) de la limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;

Entre otras cosas, a nivel mundial estos compromisos están propiciando investigación y creciente uso de combustibles alternativos y de celdas de combustible tendientes hacia una economía basada en energía ambientalmente amigable.

Problemática a resolver:

Hacer más eficientes los sistemas de combustión, incluyendo adaptación de sistemas existentes a combustibles alternativos. Contribuir mediante desarrollo tecnológico a la disminución de emisiones atmosféricas provenientes de procesos de combustión. Optimizar la eficiencia del uso de los combustibles, por ejemplo mediante la investigación en celdas de combustible.