

ASAMBLEA LEGISLATIVA DEL DISTRITO
FEDERAL
V LEGISLATURA
ESTENOGRAFIA PARLAMENTARIA



V LEGISLATURA

PRIMER AÑO DE EJERCICIO

Comisión de Ciencia y Tecnología
Foro “La Ciencia Aplicada al Desarrollo”

VERSIÓN ESTENOGRÁFICA

Ex Convento Corpus Christi

19 de enero de 2010

Inauguración

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Buenos días.

Agradecemos la asistencia de todos ustedes a la inauguración del Foro “La Ciencia Aplicada al Desarrollo”, de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura.

La Comisión de Ciencia y Tecnología en esta V Legislatura, se encuentra integrada por las diputadas y los diputados Sergio Israel Eguren Cornejo, Presidente; Axel Vázquez Burquette, Vicepresidenta; Víctor Hugo Romo Guerra, Secretario; el diputado José Luis Muñoz Soria, integrante; y el diputado Juan Carlos Zárraga Sarmiento, integrante, quienes ocupados en su quehacer legislativo y problemas de la ciudad impulsan el desarrollo de este foro.

Para dar cuenta de este acto inaugural, nos acompañan en el presidium las siguientes personalidades, les solicitamos sean tan amables de reservar los aplausos al finalizar la presentación: el diputado Sergio Eguren Cornejo, Presidente, Víctor Hugo Romo Guerra, el diputado José Luis Muñoz Soria y la

doctora Esther Orozco Orozco, Directora General del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal. A todos ellos les damos un caluroso aplauso.

No omito pedirles su amabilidad de que apaguemos los celulares.

La presencia de los invitados al presidium y de nuestro auditorio contribuyó a realizar la importancia de este evento, ya que la información que se genere en este espacio será de gran utilidad para enriquecer el quehacer legislativo.

A continuación, para dar inicio a nuestro evento, cedemos la palabra a la doctora Esther Orozco Orozco, Directora General del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.

LA C. DRA. ESTHER OROZCO OROZCO.- Muy buenos días.

Les doy la bienvenida a este Foro de “La Ciencia Aplicada al Desarrollo” y les traigo un saludo del licenciado Marcelo Ebrard, Jefe de Gobierno, que hubiera querido acompañarnos pero son muchas las necesidades de la ciudad y a veces no puede, pero me pidió que los saludara por favor.

Yo creo que la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Legislativa debe ser felicitada por esta iniciativa. Considero que foros de este tipo, discusiones sobre los problemas de la ciudad, propuesta de soluciones a los mismos, pasan forzosamente por la ciencia y la tecnología.

Es decir, no nos podemos imaginar en este momento que vivimos de las megalópolis una ciudad que pueda salir adelante sin ciencia y tecnología, y hay formas de hacerlo diferente, yo mencionaría dos: una, utilizar la ciencia y la tecnología que se hace fuera, que se hace en otras partes del mundo, que se hace en otras ciudades, que la hacen otros hombres y mujeres; y la otra, desde luego que no excluye la primera, hay que utilizarla, pero desarrollar la nuestra, hacer nuestra ciencia y tecnología, y de esta manera ser parte de los individuos, de las sociedades, de las ciudades que aportan al desarrollo científico y tecnológico del mundo.

En este momento que estamos viviendo, sobre todo en nuestro país, en esta situación de violencia que estamos sufriendo, que nos aqueja, que nos duele, que nos lastima, que nos provoca miedo, que nos provoca angustia, yo

considero que la estrategia tiene que pasar forzosamente por la educación, la ciencia y la tecnología.

Desde mi punto de vista, y creo que muchos de ustedes lo compartirán conmigo, mientras no se fortalezcan esos tres pilares de la sociedad no podemos construir una sociedad capaz de vivir en paz, capaz de producir, capaz de crear, capaz de ser.

Entonces la educación es digamos el requisito sine qua non para combatir la violencia. La violencia no se combate con violencia, la violencia tiene que combatirse con formación de mujeres y de hombres capaces de decidir lo que quieren hacer, con leyes que se cumplan, con la participación de la sociedad; y sin ciencia y tecnología no tenemos la capacidad que necesitamos para aprovechar la que viene de fuera.

Yo les pongo un ejemplo muy simple, el agua, que la vamos a discutir aquí. El problema del agua está resuelto casi en su totalidad en muchas ciudades, en otras no, es decir, ni siquiera tendríamos que inventar tecnologías nuevas para poder llevar agua a todos los hogares, agua potable a todos los hogares de esta ciudad y este país, desde luego, y ni siquiera tendríamos que inventar tecnología para evitar lo que acabamos de sufrir, que fueron las inundaciones, los problemas de drenaje.

Lo que tendríamos que hacer es saber aprovechar la que hay fuera, tener la capacidad de adaptarla a nuestras necesidades y desde luego mejorarla, pero si nosotros no desarrollamos la ciencia y la tecnología, si no tenemos la cabeza, la mentalidad, la capacidad de inventar las soluciones a nuestras propias necesidades, muy difícilmente vamos a poder aprovechar en toda su plenitud y tropicalizar o ciudadanizar para este país las soluciones que necesitamos.

Entonces yo termino porque no quiero tomar más tiempo, lo que vale aquí es lo que van a decir ustedes, lo que van a decir los expertos en los diferentes temas que nos aquejan, el agua, la energía, la salud, que también acabamos de tener un problema en abril fuerte de salud, en donde el problema de la influenza, la contaminación con el virus nos encontró con las manos abajo sin saber qué

hacer y nos encontró pensando cómo podían resolverse en Estados Unidos y en Canadá el problema, lo mismo que hacemos en la economía.

Yo estoy convencida que es el momento en que esta sociedad mexicana tiene que crecer y aprender a encontrar soluciones a sus problemas y no esperar que esas soluciones vengan del norte o vengan de arriba o vengan de abajo o en el sur, pensando en Brasil por ejemplo, que va trabajando con más fuerza que nosotros.

Entonces de ahí la importancia de este foro, de ahí la importancia de oír sus puntos de vista, de conocer sus conclusiones en un contexto magnífico, en el contexto de la Asamblea Legislativa, la cual ha demostrado que es capaz de hacer las leyes y las normas para que esas soluciones se puedan implementar.

Muchas gracias y mucho éxito en el foro.

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Agradecemos la intervención de la doctora Esther Orozco Orozco.

Cedemos la palabra también al diputado Víctor Hugo Romo Guerra, Secretario de la Comisión.

EL C. DIPUTADO VÍCTOR HUGO ROMO GUERRA.- Muy buenos días a todas y a todos.

La verdad es que la discusión que hemos dado al interior de la Asamblea Legislativa, al interior de la Comisión de Ciencia y Tecnología, ha sido perfilando y dejando en claro de que el tema de la ciencia y el tema de la tecnología en esta ciudad es igual a desarrollo.

Una ciudad que tiene un marco de tecnología de punta, que invierte recursos a lo mismo, es de que es una ciudad que se preocupa por la sustentabilidad y el desarrollo de todas las ciudades que tienen por lo menos las de primer mundo.

Aquí en el Distrito Federal y principalmente nosotros en la Asamblea Legislativa vemos problemas que atentan con la sustentabilidad de esta ciudad, problemas como el tema del agua. El agua es un problema que nos puede rebasar en algunos años por el tema del drenaje, inundaciones, entre otras cosas, cosas que vemos en las noticias es de la vida cotidiana, y que si las mentes y la ciencia y los expertos en los temas no intervienen y la ciudad y el gobierno y la

Asamblea no invierte lo suficiente en recursos, nos veremos prácticamente en un colapso.

También el tema de la basura, 13 mil toneladas diarias que se van a prácticamente 13 centros y a 2 lugares en la ciudad, fuera de la ciudad, que es el Bordo Poniente, un Bordo Poniente que prácticamente se ve su vida útil de 3 años, este Bordo Poniente si no se le invierte recursos, si no cambiamos un nuevo espacio donde se destinen estos residuos, pues prácticamente veremos que las 13 mil toneladas de basura estarían buscando.

¿Entonces esto qué implica? Pues implica atención, implica política pública, visión de Estado. Esto es como verlo con transversalidad o con perspectiva en unos casos de género, en unos casos de derechos humanos, pues tenemos que ver el término, el término de ver la política pública con transversalidad en términos de tecnología, muy de la mano con el medio ambiente, que son la cuarta generación en otras partes del mundo de la política pública.

Por eso nosotros en la Asamblea vemos con preocupación estos temas y pues para eso este foro, para que se aterrice a través de leyes, se aterrice a través de política pública, y no se siga expulsando.

Hoy leía una nota de que el Distrito Federal y el país expulsa a sus talentos, expulsa a sus profesionistas. La verdad es que es lamentable.

Tenemos que abrir el campo de la ciencia, tenemos que abrir el campo del ejercicio del gobierno, en qué, en atender los problemas de la ciudad pero con perspectiva de sustentabilidad y de desarrollo que van encaminados con la ciencia y la tecnología.

La verdad es que en el grupo parlamentario del PRD nos congratulamos con este esfuerzo, vemos muy positivo este tipo de foros y el trabajo que ha realizado el Presidente de esta Comisión, y pues por tal motivo acompañaremos los resolutivos que aquí se den, la reflexión, la retroalimentación; y tengan en claro de que nosotros como legisladores de esta Asamblea Legislativa vamos a tomar en cuenta toda esta perspectiva, con una visión de que la ciudad sea una ciudad mejor, una ciudad para todos, una ciudad tecnológicamente de primer mundo y una ciudad que permita utilizar las herramientas del conocimiento en beneficio de la ciudad y de sus habitantes.

Muchas gracias.

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Agradecemos también la intervención del diputado Víctor Hugo Romo.

Para continuar con nuestro evento, cedemos la palabra al diputado Sergio Eguren, Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología.

EL C. DIPTUADO SERGIO ISRAEL EGUREN CORNEJO.- Muchas gracias.

Muy buenos días a todos.

Quiero agradecer la presencia de nuestros compañeros diputados que nos acompañan, el diputado José Luis Muñoz Soria, diputado Víctor Hugo Romo, sin lugar a dudas gracias a la Directora del Instituto de Ciencia y Tecnología, Esther Orozco Orozco; a nuestros otros compañeros diputados, Maximiliano, que nos acompaña, Fernando Rodríguez Cuellar; a los alumnos del Instituto Politécnico Nacional que también nos acompañan el día de hoy; a todos ustedes, amigas y amigos que nos hacen favor de acompañarnos en este Foro de “La Ciencia Aplicada al Desarrollo” y a nuestros expositores de primer nivel que nos hacen el favor de acompañarnos, muchísimas gracias.

Sin duda alguna todos los seres humanos hemos sido impactados en algún momento de nuestra vida por la ciencia o la tecnología. Día a día nos encontramos con avances tecnológicos, con descubrimientos científicos que nos van cambiando y modificando nuestra propia existencia.

Sin embargo, en nuestro país y en particular en la Ciudad de México, estos avances e innovaciones nos llegan a veces de otras naciones, en donde el fomento y el apoyo a la ciencia y la tecnología son práctica común. Finlandia, por ejemplo, destina cada año el 3.8 por ciento de su PIB, mientras que Suecia hace el 3.6 por ciento igualmente de su Producto Interno Bruto en apoyo a la ciencia y a la tecnología, sólo por citar dos pequeños ejemplos, en tanto que en México a nivel nacional solamente tenemos un raquítico presupuesto del .49 por ciento del PIB invertido en ciencia y tecnología.

Qué decir de la Ciudad de México, en donde con muchos esfuerzos hemos intentado inyectar, y sin partidizarlo lo digo abiertamente, hemos intentado todos los grupos parlamentarios apoyar el avance de la ciencia y la tecnología

y este año sólo conseguimos inyectar un poquito, 165 millones más al Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.

Nos queda claro que debemos apoyar y apostar con todo el desarrollo científico y tecnológico en nuestra ciudad, en donde la ciencia y tecnología se apliquen directamente al desarrollo.

Necesitamos conocer alternativas para el aprovechamiento y el cuidado del agua, el uso responsable de la energía, de la energía no contaminante, la medicina regenerativa aplicada al desarrollo, nuevas formas de disposición, tratamiento y manejo de los residuos sólidos que genere una mejor armonía con el medio ambiente.

Cuando los países invierten en el desarrollo, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, se registra inmediatamente un crecimiento de su economía, por lo que la inversión que hagamos hoy en día debe ir en constante crecimiento para obtener frutos a corto plazo y generar un círculo virtuoso que permita obtener beneficios para la vida cotidiana de la población.

El conocimiento científico tiene desafortunadamente un escaso valor social en México, y si no lo acompañamos de la capacidad de tener acceso a él para poderlo aplicar al desarrollo social y económico, porque por muy valioso que sea el conocimiento y los estudios que se realicen, de nada vale si los guardamos en los cubículos, en los laboratorios, en las instituciones, en las universidades, y no lo sabemos difundir, no lo sabemos apoyar.

En este marco es que los diputados de la Comisión de Ciencia y Tecnología de esta Asamblea Legislativa organizamos el presente foro denominado “La Ciencia Aplicada al Desarrollo”, para vincularnos con destacados científicos e investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, de la Universidad Autónoma Metropolitana, de la Universidad Iberoamericana, del CINVESTAV, del Instituto Politécnico Nacional, del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal y de otras universidades e instituciones que nos van a acompañar.

Les damos la más cordial bienvenida en espera de que los trabajos que hoy llevemos a cabo en este recinto tengan una conclusión que sea el inicio de una nueva relación entre las autoridades del Distrito Federal, los legisladores del

Distrito Federal, la comunidad científica, y apostándole siempre al desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías.

Por su atención, muchas gracias, sean ustedes bienvenidos.

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Agradecemos también la participación del diputado Sergio Eguren.

De este modo queda formalmente inaugurado el Foro *La Ciencia Aplicada al Desarrollo*, organizado por esta Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal.

No omito mencionar también a las personas que nos acompañan, a los alumnos de la ESIME Ticomán del Instituto Politécnico Nacional, a la diputada Ana Estela Aguirre y Juárez, al señor Juan Héctor Santillán, al doctor Oscar Monroy, al doctor Gerardo Ruiz Chavarría.

Brindemos un aplauso también a las personalidades que nos acompañaron en este acto inaugural, a nuestro auditorio, para que continúen acompañándonos durante el desarrollo del foro. Les pedimos por favor puedan pasar a tomar sus lugares.

Mesa I

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Les ruego a los ponentes de la Mesa I puedan acompañarnos al presidium.

Solicitamos la presencia del doctor Oscar Armando Monroy, que pueda subir al presidium por favor.

Agradecemos su asistencia a los trabajos de la Mesa I denominada *Agua* de nuestro Foro.

Para dar inicio, presentaré a los integrantes de esta mesa: la doctora Claudia Guerrero Barajas, investigadora del Instituto Politécnico Nacional; doctor Eric Gustavo Bautista Godínez, investigador del Instituto Politécnico Nacional; y al doctor Oscar Armando Monroy Hermosillo, Rector de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Les recordamos a los ponentes que al final de la intervención se tendrá previsto un tiempo de 10 minutos para preguntas y respuestas.

Cedemos la palabra también al moderador de la Mesa I, el licenciado José Luis Nieves.

EL C. MODERADOR LIC. JOSÉ LUIS NIEVES.- Muy buenos días al público que el día de hoy nos hace favor de estar en este foro de ciencia y tecnología.

Agradecer de antemano a los diputados integrantes de la Comisión que nos han hecho favor de invitarnos a participar en este evento.

Esta primera mesa que trata el tema del agua, consideramos que es un tema fundamental tratándose sobre todo de esta ciudad, ciudad no solamente desde la perspectiva de la administración pública donde vivimos 8 millones, sino desde la perspectiva geográfica donde habitamos más de 18 millones de personas. Entonces traer agua a más de 18 millones de personas, a más de 2 mil 240 metros sobre el nivel del mar, pues no resulta un asunto tan fácil.

Pero serán nuestros especialistas quienes nos hablen del tema y nos propongan opciones alternativas para dar solución a tan grave problema que enfrenta esta ciudad desde hace ya varios años.

Vamos a escuchar primero la presentación que nos trae la doctora Claudia Guerrero.

Quiero comentarles que nuestra primera ponente es investigadora del Instituto Politécnico Nacional, cuenta con Doctorado en Filosofía por la Universidad de Arizona y Maestra en Ciencias de la Escuela Superior de Ingeniería Química. Ha recibido varias distinciones por el CONACYT y por la Universidad de Arizona, y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Nuestra primera ponente nos va a hablar del tema de remoción de compuestos recalcitrantes de agua, utilizando reactivos de ambiente combinado.

Vamos a ceder el uso de la palabra, hasta por 15 minutos, a la doctora Claudia Guerrero Barajas.

LA C. DRA. CLAUDIA GUERRERO BARAJAS.- Buenos días.

Miren, primero que nada les agradezco mucho la invitación y estar en este foro.

Esta es una pequeña fracción de un proyecto más grande. Yo voy a hablar de un compuesto, como hay muchos en el agua, que son contaminantes, recalcitrantes y que no escuchamos mucho en la vida cotidiana de ellos porque son compuestos que se encuentran en concentraciones relativamente pequeñas.

También aprovecho el foro para decirles que muchos de mis colegas que yo conozco de cerca trabajan arduamente en contaminantes que están todavía en concentraciones más pequeñas que este y que son compuestos dañinos para nuestra salud. Entonces esto es una pequeña porción.

También vengo en representación de mis colegas que trabajan con hormonas o con medicamentos o con todos esos compuestos que van a parar al agua y que finalmente en nuestro país no están regulados para poderse eliminar.

Mi presentación tendrá una breve introducción, una hipótesis, disculpen los aspectos un poco técnicos pero voy a tratar de hacerlo lo más comprensible para todos, la hipótesis, objetivos, metodología, algunos resultados y finalmente las conclusiones a las que he llegado.

El agua se contamina, como ustedes tienen ahí en el esquema, nosotros tenemos que en la superficie del suelo nosotros tenemos el paisaje que todos conocemos y la contaminación al agua llega de diferentes formas.

Aquí estoy representando un esquema muy general de la composición del suelo. Ustedes podrán ver que en una partícula de suelo nosotros tenemos sólido, tenemos poros y los poros están constituidos de agua y de aire. En esa agua nosotros podemos transportar los contaminantes hacia los acuíferos que están más abajo.

Algunos contaminantes, como lo pueden ser hidrocarburos que están mezclados con algunos otros compuestos o como son compuestos clorados que provienen de la industria, a veces tienen una mala disposición y entonces esta mala disposición genera que se filtren a través del suelo y lleguen a los acuíferos.

Muchos de ellos no son solubles en agua, algunos son más densos que el agua, algunos otros son menos densos que el agua, o sea, no son exactamente visibles con el agua y en muchas ocasiones los que llegan hasta acá si no hay otras vías se pueden volatilizar y entonces nosotros los tenemos en el aire o se pueden diluir en la corriente y entonces las concentraciones se hacen más pequeñas o se pueden quedar pegados algunos en el suelo y entonces se contamina el suelo, pero esas ya son otras vías.

Nosotros tenemos en nuestro país, para algunos de estos compuestos que son muy tóxicos, a diferencia de otros países, muchos no están regulados. Nosotros conocemos que la Secretaría de Salud tiene un proyecto de norma oficial que lo último que yo encontré fue en 2007, pero no encontré más información al respecto, solamente decía que era un proyecto, no supe más, así es donde lo encuentro, siempre encuentro el proyecto nada más, y ese proyecto de norma es de agua para uso y consumo humano, límites máximos permisibles de calidad del agua.

En ese proyecto de norma, se sugiere para unos compuestos que son clorados y que son completamente nocivos para la salud, se sugiere que tengamos una concentración de 70 microgramos por litro.

Les quiero mencionar que la Organización Mundial de la Salud en 2005 determinó que era muy recomendable tener 20 microgramos por litro porque en muchos países se hacía factible su detección y también su eliminación.

En el proyecto de norma, este valor de 70 microgramos por litro se tomó de la recomendación que la Organización Mundial de la Salud hizo en 2004. Entonces, estamos un poco más atrasados de lo que la recomendación que se hace a nivel mundial.

La Comisión Nacional del Agua nos dice que las aguas municipales tienen un flujo de 50 metros cúbicos por segundo y pasan a través de 1 mil 132 plantas de tratamiento y las aguas subterráneas sirven para riego de 2 millones de hectáreas y son el 70 por ciento del agua que se requiere para uso público urbano y para instalaciones industriales y las demandas de la población rural.

El anteproyecto de norma de la Comisión Nacional del Agua en 2003, dice que se han encontrado en las aguas subterráneas de nuestro país, concentraciones hasta 23.5 miligramos por litro de compuesto orgánicos entre los cuales están disolventes clorados, sobre todo clorados, volátiles como lo son el tricloro eteno y el tetracloroeteno.

Nosotros tenemos aquí que las fuentes industriales y las fuentes de generación de compuestos tóxicos en el país, nos presentan, aquí tenemos por año de los contaminantes derivados de la industria en donde se pueden encontrar este tipo de compuestos, en toneladas por año, en el Distrito Federal, en el Estado de México y en la zona metropolitana del Valle de México. Como ustedes pueden ver, los números no son tan pequeños.

Entre todos ellos, tenemos aquí los contaminantes y el tricloroeteno está en 6 mil 950 toneladas por año y representa el 4 por ciento. Parece que es poco, pero en realidad si nosotros tomamos en cuenta esto en el flujo del agua que tenemos, no es tan poco.

En otros países nada más se los menciono como un dato, por la toxicidad de estos compuestos, la meta deseable es no tenerlos en el agua que se consume, o sea, la concentración recomendada es cero, y nosotros estamos todavía considerando que la recomendación sea a 70 microgramos por litro, pero todavía no es oficial.

Lo que les mencionaba, en algunos otros países como en Estados Unidos, por mucho se tienen que tener 5 partes por billón de este contaminante en agua potable, ya que ocasiona muchos daños a la salud.

Vamos a pensar que el agua al consumirla se reportan datos de enfermedades, es cancerígeno, se necesitan todavía más datos y nosotros no tenemos toda la información al respecto de las enfermedades ocasionadas de cáncer por ese compuesto, pero en la piel ocasiona irritación a la hora de usarla para bañarse.

Este tipo de compuestos por su naturaleza es difícil que se puedan degradar o eliminar de las plantas de tratamiento que hay en los tratamientos convencionales. Algunas ocasiones persisten y por eso es que se les llama recalcitrantes.

En este esquema que parece muy técnico, lo que les estoy tratando de decir, lo que quiero que sepan, que en el medio ambiente existen microorganismos que son capaces de obtener energía en presencia de otros compuestos que no necesariamente tienen que ser oxígeno, entonces nosotros tenemos que el oxígeno es el que aporta mayor energía y los demás aportan un poco menos energía para los microorganismos, pero finalmente estos microorganismos pueden crecer en presencia de nitrato, incluso crecer en presencia de estos contaminantes, porque existen bacterias que pueden obtener energía y crecer.

Aquí lo que estoy hablando es de la fuente de energía y del donador de electrones y el aceptor de electrones, pero es más bien de la energía que utilizan los microorganismos.

En esta lámina lo que les quiero decir que en algunos casos los contaminantes pueden servir como la fuente de carbón, o sea el sustento con el que finalmente crecen más células y de energía y creamos células nuevas. Tenemos que en presencia de oxígeno y de otros aceptores de electrones, que es así como se le llama científicamente al oxígeno, al nitrato, al sulfato, a otros compuestos, estos aceptores de electrones, este proceso genera crecimiento y al mismo tiempo genera que los compuestos que en este caso pudieran ser el hidrocarburo del petróleo se conviertan en dióxido de carbono o la forma mineral que en este caso se le llama dióxido de carbono. Este es un ejemplo de lo que ocurre con un hidrocarburo.

En el caso de los compuestos con los que les estoy hablando, que son los clorados con los que en este momento trabajo, el contaminante puede ser el aceptor de electrones, quiere decir que el microorganismo puede crecer en presencia de ese compuesto, si aparte se le da una fuente de carbón, entonces nosotros tenemos que la fuente de carbón pueden ser ácidos grasos, incluso en muchos casos puede ser otro contaminante como el hidrocarburo, cualquier hidrocarburo puede servir también, entonces en el proceso se degrada tanto el hidrocarburo como el compuesto clorado, entonces el proceso para crear células nuevas nos degrada el compuesto clorado al mismo tiempo y obtenemos del donador de electrones que puede ser otro contaminante como gasolina o puede ser algún compuesto como algún ácido graso, se obtiene el producto como dióxido de carbono.

En lo que estoy trabajando es una modificación de un reactor anaerobio en donde el aceptor de electrones no es oxígeno, entonces en este tipo de medio yo voy a usar sulfato como aceptor de electrones y en este tipo de reactores anaerobios la ventaja que tienen es que necesitan realmente, no tiene mucha biomasa, no hay mucho crecimiento de células, no proliferan mucho los microorganismos y puede degradar compuestos para nuestro fin que no se degradan fácilmente en condiciones aerobias.

El reactor que se está trabajando está empatado con un sedimento. En este caso en las investigaciones que yo estaba haciendo buscaba microorganismos que fueran capaces de utilizar aceptores de electrones como sulfato, entonces lo recolecté de unas ventilas hidrotermales que están en Punta Mita, Nayarit, y con eso estoy haciendo crecer las bacterias sulfato reductoras, son los microorganismos que van a degradar el compuesto en un medio mineral y aquí está produciéndose como resultado del proceso, se va a pasar por un biofiltro después.

Estos reactores no son nuevos, tienen muchísimo tiempo de haberse diseñado en Holanda y ya en otros países se han aplicado mucho para tratamiento de agua.

En esta lámina lo que tengo son algunos antecedentes de ese tipo de reactores que se han utilizado para remover los compuestos clorados de los que les

estoy platicando y los antecedentes nos dicen que se pueden degradar en dos días o en algunas horas dependiendo de las condiciones de operación.

En lo que nosotros estamos planteando en laboratorio y que se ha podido lograr, es que bajo condiciones de sulfato reducción, empacando el reactor con estos sedimentos de ventilas hidrotermales ha crecido una comunidad que puede degradar estos compuestos.

No solamente el compuesto, sino también se han podido degradar los intermediarios de ese compuesto, que para su información son compuestos como el cloruro de vinilo que es un compuesto cancerígeno y es altamente tóxico. Entonces, en el reactor que estamos trabajando estamos buscando que tampoco estos compuestos intermediarios queden ahí.

Se han obtenido o se están obteniendo los parámetros genéticos de degradación de este compuesto y las diferentes condiciones de operación del reactor que permitan obtener una mayor degradación de los contaminantes.

En breve los experimentos se hacen primero en pequeño, no les voy a platicar mucho de los detalles que se hacen a nivel microcosmos que eso ya se hizo y se ponen a encubar a 35 grados centígrados con una fuente de sulfato, los sedimentos, el ácido graso y el contaminante, se pone a encubar por un período de varios días y después se analiza por cromatografía de gases lo que ocurre con el contaminante y con los intermediarios.

Se analiza el PH, la concentración de sulfato, la concentración de sulfuro y la concentración de los contaminantes en grades rasgos.

Ahí está el reactor. Es un reactor en este momento pequeño de tres litros, y el reactor primero se pusieron los sedimentos y se trató de acondicionar a las condiciones de cultivo, a que produjeran constantemente sulfuro, que estuvieran los microorganismos activos, enriquecerlo en biomasa y eso dura un tiempo; con medio mineral, en condiciones de 35 grados centígrados de temperatura y se le hizo pasar la corriente con alimentación.

En esta lámina está ya el reactor empacado, está produciendo el gas constantemente, entonces nosotros podemos decir que ya la comunidad

microbial está lo suficientemente adaptada y es el momento de añadirle la corriente de agua contaminada con los disolventes.

En experimentos que hemos tenido nosotros de microcosmos, porque ahorita del reactor estamos todavía corriéndolo y no es exactamente el mismo tiempo, primero aquí dice 400 días de incubación porque nosotros lo que estábamos buscando es que hubiera una cantidad significativa de ese consorcio de microorganismos que degradara en contaminante, obtuvimos una transformación de sulfato de 86 por ciento y de tratamiento, esto es cuando nosotros poníamos ácidos grasos y cuando no le poníamos nada, encontramos que los sedimentos, como nosotros los tomamos del mar, tienen concentraciones de etano, eteno y acetileno que están sirviendo como una fuente de carbón para los microorganismos, entonces a veces no necesitamos agregarle nada para que la degradación ocurra.

Aquí lo que tenemos es que ya en estos experimentos, cuando nosotros le agregamos el disolvente a este consorcio, no deja de haber una actividad de sulfato reducción, no se reduce, quiere decir que está vivo el consorcio y que además son capaces de utilizar dos aceptores de electrones, el sulfato y el disolvente.

En otros experimentos, usando otro sedimento cercano a esta ventila, porque fueron dos diferentes lugares, se obtienen conversiones hasta del 94 por ciento de sulfato a sulfuro.

El sedimento igual no deja de utilizar tanto sulfato como contaminante como aceptores de electrones al mismo tiempo.

En esta lámina lo que quiero hacer hincapié es que el disolvente se degrada en cinco días, lo que en otros trabajos está reportado como en 30 días o más tiempo.

Aquí podemos ver que la concentración del disolvente empieza, estamos comenzando con 260 micromolar, que son del orden de partes por billón y se está reduciendo a 80, es un 70 por ciento de conversión en 5 días y los experimentos en donde nosotros no le tenemos qué agregar un sustrato, lo que a nosotros nos pareció importante, porque no tenemos qué gastar en sustratos para ese tipo de sedimento, se degrada en un 97 por ciento, lo que quiere decir

que nuestros microorganismos pueden sobrevivir con hidrocarburos de bajo peso molecular que se encuentra naturalmente en ese lugar y degradar el compuesto clorado.

Los intermediarios tienden también a ser consumidos, lo cual nosotros ya en más elaboradas conclusiones estamos viendo que son dos mecanismos diferentes de degradación del disolvente clorado, son reducción anaerobia y luego los intermediarios tienen una oxidación anaerobia de este tipo de intermediarios.

El reactor en este momento tiene una conversión de sulfato a sulfuro de un casi 90 por ciento. Tenemos que ya a partir de los 80 días, cuando hay trabajo que presentan bastante más tiempo, mantuvo una conversión constante, está en un régimen continuo en este momento de producción de sulfato y está listo para agregarle las concentraciones de disolvente. De hecho ya hicimos algunos experimentos y la degradación se lleva a cabo en dos y medio días.

Entonces, las variables que se tienen qué medir es el PH, porque nosotros tenemos qué cuidar que el PH esté entre 7 y 8 para que la conversión sea la más adecuada.

La temperatura de incubación que está como en 34 grados.

La producción del gas que estamos teniendo todos los días.

En este caso toda la composición que estamos viendo aquí es gas sulfuro.

La comunidad microbiana puede reducir el tricloro eteno, aquí me faltó decirles que sin necesidad de agregar una fuente de carbón adicional al consorcio de los sedimentos.

Algunos de los mecanismos que se han identificado son estos, sulfuromona, clostridium bacillus, un consorcio.

Esto no lo he hecho sola, quiero darle las gracias al IFIT por su financiamiento y a los colegas Claudio Garibay Origen y Erika Quintana Cano, quienes me han ayudado a identificar los microorganismos que hay, y a mis estudiantes de maestría que han hecho el trabajo del reactor y a la identificación de los microorganismos.

Gracias.

EL C. MODERADOR.- Muchas gracias a la doctora Claudia Guerrero por esta interesante ponencia.

Quiero comentarles que en unos momentos les van a estar pasando unas tarjetas, unos papeles para que vayan haciendo las preguntas a los ponentes y una vez concluidas las tres ponencias, vamos a hacer una acción de preguntas y respuestas.

Vamos a escuchar a continuación la ponencia del doctor Eric Gustavo Bautista Godínez. Es egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con dos postdoctorados realizados en la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el Centro Andaluz del Medio Ambiente, de la Universidad de Granada, España. Es especialista en métodos matemáticos y simulación numérica aplicados a la mecánica de fluidos; es miembro también del Sistema Nacional de Investigadores y él nos hablará de la detección de fugas de agua en tuberías de agua potable, utilizando sistemas acústicos.

Entonces, cederíamos el uso de la palabra al doctor Eric Gustavo Bautista Godínez, hasta por 15 minutos.

EL C. DR. ERIC GUSTAVO BAUTISTA GODINEZ.- Antes que nada, muchas gracias por la invitación.

El tema que voy a tratar está relacionado con la problemática que cotidianamente la Ciudad de México sufre y dada las condiciones que se han presentado últimamente en condiciones de inundación, me permito mencionar algunos asuntos que estamos trabajando en el Instituto Politécnico Nacional relacionadas con este tema.

El proyecto estuvo financiado por el convenio entre el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal y el Instituto Politécnico Nacional.

Como es de amplio conocimiento, las fugas de agua en la Ciudad de México son un problema severo. Como dato puedo mencionar que lo que proporciona el sistema Cutzamala actualmente es el equivalente a lo que se pierde en fugas de agua.

Tenemos condiciones de detección muy serias, entre las cuales se puede mencionar que las fugas más importantes en algunos casos son las que no

salen a la superficie libre y que no se pueden detectar. Las que están aflorando no tenemos mayor problema, dado que éstas pueden ser visuales, pero las que se encuentran sumergidas, hay que considerarlas.

Nosotros hemos propuesto un sistema de detección de fugas utilizando sistemas acústicos, el cual se fundamenta principalmente en detectar las vibraciones mecánicas que se generan en el interior de la tubería por efecto del ruido que produce la fuga de agua.

Con estas condiciones se puede llegar a presentar fallas estructurales en todas las redes de agua potable. La ciudadanía tiene que tomar conciencia en no realizar tomas clandestinas, dado que esto provoca que los regímenes de flujo que se pueden llegar a presentar, sufran alteraciones y en consecuencia las presiones en el interior de los ductos se ven severamente afectados.

La Ciudad de México sufre problemas de asentamientos considerables por el exceso de extracción de agua del subsuelo, esto se está agotando, no puede seguir en tales circunstancias. Las lluvias que actualmente se producen normalmente se evacúan de la Ciudad de México y no recargan los mantos acuíferos.

Tales asentamientos producen que las tuberías llegan a sufrir fallas y se llegan a tener fracturas en zonas de líneas principales.

La Ciudad de México tiene una antigüedad en su sistema de red de agua potable de 50 años, en las cuales las condiciones, como se puede apreciar, los diámetros de las tuberías sufren alteraciones considerables, los cuales van a alterar las condiciones de presión, por supuesto las condiciones de operación de algunos sistemas son nuevos, pero cuando este flujo de agua pasa a través de una tubería vieja, se ve severamente afectada las condiciones para las que previamente fueron hechos los diseños.

Como les mencionaba, el suelo es muy importante, creo que no existe una planeación de un desarrollo de sistemas de agua potable que se fundamente en el tipo de suelo en el que se va a llevar a cabo.

Normalmente se ponen tuberías de acero en cualquier lugar de la ciudad. Sin embargo, consideramos que puede ser más factible someter tuberías de plástico en zonas como son la del Centro de la Ciudad de México, que pueden

tener deflexiones que no afecten considerablemente su estructura, y estructuras más rígidas en zonas donde el suelo sufre pocas deformaciones.

Las metodologías que se utilizan en la actualidad son diversas, van desde sistemas acústicos e hidrodinámicos. El primero de ellos, de lado izquierdo, que es la detección de fugas por ultrasonido, en diversos países se hace de manera manual, es decir, se detecta principalmente las caídas de presión en determinadas zonas y se manda una brigada que vaya a revisar con ultrasonido qué es lo que está ocurriendo. Esto por supuesto conlleva tiempo excesivo en detectar una fuga y solamente se pueden detectar aquéllas que son de flujos elevados, es decir, que pueden llegar a aflorar a la superficie. No obstante, varias de las fugas se pueden ir hacia el subsuelo y jamás darnos cuenta que efectivamente se está perdiendo el líquido.

Tenemos detección de fugas con fibra óptica, la cual se apoyan principalmente en tuberías por ejemplo de petróleo, en esas áreas ya se ha hecho un desarrollo físico avanzado en esas condiciones y lo que se hace es introducir una fibra óptica que sirve como sensor. Entonces, cuando se lleva a cabo una fuga, las vibraciones mecánicas se propagan a través de ésta y se está en la posibilidad de detectar el punto exacto donde se está llevando a cabo una fuga.

Tenemos también detección de fugas en tuberías de gas que se detectan con cámaras infrarrojas, dada las características naturales que un gas puede llegar a presentar, se utiliza ese tipo de tecnologías.

Tenemos algunas soluciones que han implementado en otros países, que nuevamente utilizan herramientas acústicas que son manuales. Nuevamente éstas tienen una deficiencia, porque hay que hacer un patrullaje a lo largo de la red de agua potable.

Nosotros propusimos que utilizar un sistema acústico, como su nombre lo menciona, puede tener influencia considerable del ruido externo que se está introduciendo. Cuando tenemos una fuga, ésta genera vibraciones mecánicas por efectos de un ruido y por la perturbación hidrodinámica que se lleva a cabo en el interior, esta onda se propaga y puede ser detectada por unos micrófonos que pueden instalarse en el interior de la red de agua potable. Tecnologías de esta naturaleza son similares a la red sísmica que cuenta la Ciudad de México,

que tiembla en la costa y podemos nosotros extraer la información de lo que está ocurriendo en esas zonas. Esa es la idea principal de este sistema.

Analizamos las condiciones hidrodinámicas para distintas tuberías, verificamos las condiciones de presión, tuberías, tipos de diámetro, tipo de material y con esa naturaleza podemos identificar cómo se propaga una onda y estimar la longitud óptima dónde se puede colocar un sensor acústico.

La idea es, como lo describe la diapositiva, en la esquina superior izquierda tenemos dos sensores donde se lleva a cabo una falla, se genera una onda y esa se empieza a propagar. En la parte inferior izquierda se ve un pequeño esquema donde las curvas nos dan la hidrodinámica de cómo se comporta el flujo de agua en el interior de la tubería cuando no se tiene una fuga, cuando ésta se presenta, ese fenómeno se perturba y esa perturbación se va a propagar hacia arriba y hacia debajo de la zona donde se presenta el fenómeno.

Entonces, la idea es colocar sensores que permanentemente estén monitoreando el sistema y que estén identificando las vibraciones mecánicas que se están llevando a cabo. Una vez que se tiene eso, como se lo muestra la imagen de lado derecho, tenemos una red de agua potable simulada donde están emitiendo señales los sistemas acústicos y éste se va a dirigir a un centro de control que está captando las señales, se tiene perfectamente identificada la posición de los sensores, se tiene la frecuencia de estos y se puede identificar dónde se está presentando una fuga de esta naturaleza.

Por supuesto que implementarlo en toda la red de agua potable es excesivamente caro, la idea es que esto se ubique en líneas principales, creo que puede ser factible, y aplicar otro tipo de estrategias para las tomas domiciliarias.

Entonces, nosotros consideramos la presión del agua en la tubería, que es fundamental y que existe una norma de las condiciones en las que ésta tiene que llegar a una casa habitación, el material que constituye el sistema de conducción o los diámetros por supuesto, el tipo de suelo y grado de compactación, porque estas condiciones afectan severamente las condiciones de vibración y que difícilmente pueden ser detectadas por un sensor acústicos,

pero por supuesto la profundidad de la capa del suelo, donde se tiene que incluir el sistema de agua.

Nosotros inicialmente hemos hecho un análisis basado en simulación numérica, pensando en la dinámica de fluidos computacional, en el cual podemos identificar el régimen hidrodinámico que se presente en el interior de la tubería, podemos identificar por ejemplo en la imagen superior un campo de velocidades y cómo ésta se empieza a salir por la tubería; tenemos también las condiciones de campos de presiones que se presentan en el interior y cómo, si se dan cuenta del lado derecho, en color azul identificamos la barra, las presiones caen considerablemente cuando se presenta una fuga. Ésta condición lleva a que el agua no llegue con suficiente energía a las tomas domiciliarias y por supuesto la problemática que esto representa cuando no tenemos agua en casa.

Obtuvimos, la gráfica nos está representando que para distintas condiciones de presión nosotros tenemos una longitud de perturbación de la onda que se está propagando y eso nos permite identificar dónde vamos a colocar los sensores. La línea vertical que se muestra es la zona donde se presenta una fuga y del lado izquierdo y derecho son las zonas de propagación de las vibraciones mecánicas.

Como se aprecia, normalmente las vibraciones más fuertes se llevan a cabo del lado derecho de la fuga. De todos esos resultados que les acabo de mostrar desarrollamos una serie de curvas que nos relacionan la longitud de perturbación con respecto al diámetro que se va a manejar y las condiciones de presión.

Entonces, una persona que esté interesada en identificar dónde va colocar un sensor, sencillamente se va a la curva, busca la relación que está en el eje horizontal y las presiones que están considerando, de esa forma ubica el sensor.

Hicimos ahí una pequeña tabla resumiendo las condiciones de posición que deben tener algunos sensores para las condiciones hidrodinámicas y geométricas que presenta la línea de conducción, que estamos considerando distintos tipos de tuberías.

Los resultados que estamos mostrando por supuesto están hechos en laboratorio y en dinámicas de fluido computacional, las condiciones naturales que presenta la Ciudad de México son mucho más complejas que éstas, sin embargo consideramos que es una primera aproximación para poder ir implementando en redes principales un estudio de esta naturaleza.

Por supuesto aquí la sugerencia es que dejemos de ser una ciudad de reacción únicamente, que seamos una ciudad preventiva y que existen los conocimientos necesarios suficientes para poder llevar a cabo unas soluciones de gran envergadura.

Me permito decir que la ciencia que se desarrolla en México es del nivel más alto que se hace a nivel internacional, tal vez es poca pero la que se hace se hace muy bien. Entonces, creo que únicamente basta sumar un poco más de esfuerzos para que esto se divulgue de una manera más intensa.

Finalmente, por favor la siguiente imagen, me permití poner algunos de los estudios que estamos llevamos a cabo con el Instituto Politécnico Nacional, que ya data de un tiempo y que dadas las condiciones de inundación que se han presentado en la Ciudad de México y en la zona conurbada hemos desarrollado algunos sistemas computacionales que permiten identificar las zonas vulnerables de inundaciones por derrame de diques.

Lo que están ustedes observando es un dique, como el de Valle de Chalco por ejemplo, en el cual puede llegar a tener una rotura como la que se muestra, pero que estas condiciones se pueden simular con desarrollos tecnológicos que hemos desarrollado.

Como se aprecia, nosotros hemos estado trabajando, ojalá y en algún momento esto se pueda hacer llegar a los organismos que toman las decisiones, de introducir sistemas de esta naturaleza. Lo que están observando del lado izquierdo es una columna de agua, que se rompe una compuerta, se propaga la onda y se puede apreciar cómo la onda empieza a avanzar y nos genera un sistema de inundación.

Desde luego que no estamos previendo solucionar el problema de inundación dado que estos son fenómenos súbitos, muy rápidos, que no dan tiempo de aviso, sin embargo si nosotros usamos estos trabajos podemos diseñar mapas

de zonas vulnerables de sufrir inundaciones y que nos conllevaría a plantear soluciones para mitigar los desastres que estos pueden llegar a producir.

Éste es otro ejemplo de cómo se lleva a cabo una propagación de una onda cuando se está inundando, ésta es una simulación que nosotros desarrollamos, es ciencia que se hace en el Politécnico y que permite identificar cómo se derrama un dique y la zona de inundación que éste puede llegar a tener, está en fase de desarrollo y esperamos que en algún momento podamos introducir las condiciones topográficas de las zonas para hacer mapas de vulnerabilidad en la Ciudad de México.

Por mi parte es todo. Muchísimas gracias. Agradezco su atención.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos la intervención del doctor Eric Gustavo Bautista, muy interesante desde luego la presentación que nos ha traído.

Les pediría a las personas que nos están apoyando pudieran pasarnos las preguntas que están haciendo nuestros invitados.

Vamos a escuchar a continuación la última presentación de esta primera mesa, que corresponde a la ponencia del doctor Oscar Armando Monroy Herмосillo, quien es ingeniero químico por la Facultad de Química de la UNAM, maestro en ciencias de ingeniería ambiental por la Universidad de Strathclyde, Escocia; doctorado en biotecnología, de la Facultad de Química de la Universidad Nacional.

Actualmente es profesor titular C de tiempo completo en el Departamento de Biotecnología, Presidente de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y de La Compañía. Fue Rector de la Universidad Autónoma Metropolitana y tiene más de trescientas citas a sus 60 publicaciones en revistas internacionales.

El doctor Oscar Armando Monroy nos va a hablar de biotecnologías para el tratamiento de aguas residuales y el manejo sustentable del agua. Así que escuchemos con atención la presentación del doctor Oscar Armando Monroy.

EL C. DR. OSCAR ARMANDO MONROY HERMOSILLO.- Muy buenos días. Muchas gracias a la Asamblea Legislativa del Distrito Federal y al Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal por esta invitación para hablar de la digestión anaerobia, pero dado que ya se ha tratado la digestión anaerobia muy

bien, vamos a saltarnos ese capítulo para hablar más bien de la sustentabilidad del D.F. basada en la digestión anaerobia, pero ya sin entrar al detalle de lo que es.

Miren, aquí tenemos algunos datos importantes sobre el tamaño del D.F. comparado con la Cuenca del Valle de México, que es algo que no podemos perder de visión, la extensión de nuestro Distrito Federal con respecto a la Cuenca, los 9 millones de habitantes con cerca de los 20 de la Cuenca, la precipitación promedio en el D.F. que es más alta que aquí, que es más alta en toda la Cuenca, sobre todo en la parte sur y norte, que llega a ser hasta de un metro, con una precipitación, que ya restando la evaporación, ésta es realmente el agua que podemos aprovechar, una dotación de agua que nos llega por pozos y río Cutzamala y Lerma, y estas 12 mil toneladas de basura diarias que se producen.

Un balance de agua en este Distrito Federal nos muestra que la lluvia tiene una evaporación de cerca de 45%, 50%, únicamente entra al acuífero 11% de esta agua, cinco, y eso va disminuyendo, cada vez va disminuyendo con el crecimiento de la población, que va impidiendo que haya infiltración.

Entonces, un dato interesante de lo que también dijo mi antecesor, aproximadamente al drenaje en agua limpia se va aproximadamente lo que estamos extrayendo de los pozos, es una cantidad igual. Éste es el acuífero que correspondería más o menos a la Ciudad de México, no se puede separar, pero para servicios de la ciudad extraemos 15 metros cúbicos por segundo, que es más o menos lo que se capta de agua de lluvia limpia en el drenaje.

Se habla de las fugas, esto es muy importante, 37% de pérdida de fugas, por eso la presentación anterior es de suma importancia porque esto es muy equivalente a la que se exporta y a lo que como él mismo dijo también, de lo que viene del Río Cutzamala.

Si vemos que del drenaje no tratamos casi nada de agua, no tratamos casi nada de agua, ésta agua se va al sistema de tratamiento de aguas residuales únicamente para riego de áreas verdes y rellenar los lagos, Chapultepec, Valle de Aragón, etcétera, que en época de lluvias las plantas se cierran, porque como nada más es para riego, ustedes han oído hablar que tenemos 50% de

eficiencia en las plantas de tratamiento que existen en el D.F., no, las plantas en sí son muy eficientes pero la mitad del año están cerradas porque el agua para riego no la necesitan, entonces por eso es tan poquito lo que necesitamos aquí.

De todo esto no se inyecta nada de agua, hay 50 litros por segundo en una planta experimental, que no sé si todavía sigue funcionando, pero ustedes vean cómo el agua residual doméstica, la que se genera es aproximadamente la que va en el agua de lluvia, o sea que en promedio anual, estos son promedios anuales, lo que corre por los drenajes es mitad agua de lluvia, mitad agua residual. En época de lluvias estamos hablando de que más de las tres cuartas partes de agua que corre por el drenaje es agua de lluvia.

Ya no importa tanto éste dato, ya se los acabo de decir ahorita, cómo entra por acuífero en todos estos pozos, el Cutzamala, el Lerma.

Uno de nuestros aportes de agua de lluvia es el agua de la cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía, que está compuesta por estos 13 municipios, aquí todavía falta uno que se llama Atlautla, Ecatzingo, y tres delegaciones que son Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta, todo esto es un área de aproximadamente mil kilómetros cuadrados, con una lluvia de cerca de un metro al año tenemos casi un millón de metros cúbicos que caen por lluvia en ese lado al año; descontando la evaporación, etcétera, podemos hablar que por lo menos 500 millones de metros cúbicos, que equivalen a hablar de 18 metros cúbicos por segundo de agua, llegan aquí a esta zona con todos estos ríos que bajan de los volcanes, etcétera, llegan a esta zona, que está el cerro de Xico y está esta gran depresión, que es lo que se conoce como los humedales de Tláhuac, y aquí corre por desviaciones que se hicieron por muchos años, la última fue cuando se secó el Lago de Chalco, por el señor Noriega para ampliar el área de cultivo, entonces todo se junta en el Canal de La Compañía, que por todo el oriente de la ciudad se va hacia el norte.

Lo traigo a propósito porque ésta es una de las grandes explicaciones. El Canal de La Compañía corre con veintitantos metros cúbicos por segundo de agua, que debería de entrada al oeste de la ciudad, digo al este de la ciudad, y dar el agua que no podemos dar por el lado de Cutzamala, que entra por el

poniente y que entra a la ciudad por todo el sistema de red, precisamente por la gran cantidad de fugas que tenemos.

No podemos esperar que llegue agua a Iztapalapa porque el 40% del agua se va perdiendo, pero entonces por qué no se aprovecha esta agua y hacemos obras para captar esta agua y que entre al oriente de la ciudad, que hace tanta falta.

Esto es muy importante porque de aquí se extrae una gran cantidad de agua, aquí corre una red de pozos que se llama Mixquic-Santa Catarina, que han hecho que esta parte de la ciudad se hunda 13 metros en 20 años, o sea alrededor de cuarenta y tantos centímetros por año, mucho más que lo que se hunde en el Centro.

Entonces, como que es un poco ilógico, ya no vamos a decir aquí que es ciencia, la ciencia vamos a aplicarla para resolver el problema, pero ilógico que entonces toda esta agua la entubemos o la canalicemos y se vaya a una planta de tratamiento, que además acaban de anunciar que se va a hacer una planta de tratamiento para tratar, y así lo ponen, agua de lluvia y agua residual, que son 23 metros cúbicos por segundo, una planta que si aprovecháramos toda esta agua para infiltrar y para usar aquí no se necesitaría, se necesitarían sí plantas de tratamiento pero de menor tamaño para mandar al Valle del Mezquital.

En agua residual de la Ciudad de México tenemos aquí estos datos que les digo y la mayor parte de esta agua se va a Texcoco o hasta el norte, Tula, todo lo que es el Valle del Mezquital, y sólo esta pequeña fracción que se utiliza para recircular para riego.

Aquí está lo que les decía, el Canal de La Compañía corre por todo el este de la ciudad para llegar aquí a Zumpango y finalmente se va hacia el norte.

Entonces ¿cuáles son los problemas del agua? Ya los conocemos, una sobreexplotación que conduce a que la ciudad se siga hundiendo cada vez más, porque se secan las arcillas, se resquebrajan y se hunde, y la contaminación del acuífero, del cual ya nos habló la doctora, que sucede, al haber estas grietas es muy fácil que agua residual que corre por las calles arrastre contaminantes.

Las fuentes externas se están restringiendo cada vez más, se piensa que trayendo más agua vamos a solucionar el problema, todo este problema de ineficiente uso del agua, no, ya no podemos traer más agua, tenemos que aprovechar lo que tenemos aquí, también ya no podemos seguir enviando agua sucia al Valle del Mezquital, tenemos que cambiar nuestra cantidad de agua, esa gran cantidad de agua que se va al Valle del Mezquital por darles menos agua pero de mejor calidad para que puedan tener mejores cosechas.

Entonces, en general las soluciones son aumentar la recarga del acuífero de manera natural o de manera artificial, que es capturar el agua de lluvia, darle tratamiento, inyectarla y almacenarla en el acuífero, ésta puede ser agua de lluvia directamente, el cual es un tratamiento más sencillo, o agua residual cuyo tratamiento requiere más trabajo y reducir la extracción del acuífero, hay que reducir las pérdidas en el agua potable empleando tecnologías como las que nos acaba de decir Eric, y reducir en efecto la demanda industrial y doméstica.

Aquí hay uso eficiente, tratamiento, reuso, me falta poner algo aquí que es muy importante, que es medición. Ya estamos hablando de cobrar el agua pero no sabemos cuánta agua realmente consumimos. Sabemos la Modelo, la Coca Cola, este tipo de embotelladoras que tienen pozos en pleno Distrito Federal, que no están pagando la extracción a lo que debían de pagarla y nadie mide esa agua, mucho menos van a medir el agua en las casas.

Entonces, primero es una política de medición para saber y luego aplicamos una tasa de pago que favorezca que al interior de las casas tengamos un uso eficiente, reuso, etcétera, y a la industria por supuesto.

Si todas esas acciones se hacen podríamos tener ya, no es que vayamos a rellenar el acuífero, el acuífero cuando ya se compactaron las arcillas ya no pueden volver a rellenar, pero podríamos ya tener un acuífero que no fuera sobreexplotado si aumentamos casi al doble la captación que se puede hacer, tratamos nuestras aguas residuales para inyectar agua residual, o sea agua residual al menos 10 metros cúbicos por segundo, más esto que puede ser por captación de agua de lluvia y reduciendo aquí las pérdidas más o menos a la mitad de lo que tenemos ahorita, sin esperar mucho, podemos tener ya un manejo más racional del agua residual.

Ésta debería haber estado antes, esto es Tláhuac, aquí les decía está Valle de Chalco, está la laguna ésta de Tláhuac, que es un lugar donde se podría captar agua, juntar con San Gregorio, con lo de Los Reyes, Aztecas, inclusive hasta con Xochimilco para tener un sistema hidráulico ahí de manejo de agua que necesitamos, y está sucediendo lo contrario con la introducción del Metro, con la estación lo que estamos haciendo es perder espacios de captura de agua. Por eso es muy importante repensar la estación del Metro en Tláhuac, si se hace ahí una estación debe ser la pura estación, sin ningún centro comercial y que esté conectada con un sistema de canales, porque mucha gente de Chalco va a venir a esta estación para tomar el Metro, entonces un sistema de canales de agua que transporten a la gente para llegar a la estación punto, no hacer centros comerciales porque entonces esto que es un gran patrimonio para captar agua se perdería totalmente.

He ido yo al Valle del Mezquital a dar esta conferencia, entonces la gente protesta: “¡No, cómo que nos van a quitar agua!” Entonces, con la Universidad Autónoma de Chapingo se hizo este estudio que se dice: Con diferentes métodos de irrigación la cantidad de agua que se necesita para mantener la superficie que está actualmente en los distritos de riego, se ve que se puede reducir significativamente la cantidad de agua si se da un agua libre de sólidos que pueden utilizar para riegos avanzados, que además les permitiría regar cultivos de mayor valor comercial, porque ahora solamente están permitidos alfalfa y maíz forrajero, claro que se producen otras cosas pero son clandestinas. Entonces, si hacemos estas acciones, ya son repetitivas, el mensaje creo que es más importante.

La otra es el problema de la basura, tenemos 12 millones de toneladas de basura, de las cuales 7 millones, digo la mitad, es materia fermentable. Aquí la idea es un sistema que minimice los costos operativos, el área utilizada y la contaminación en el D.F, sea sostenible ante la disminución del petróleo y pueda ponerse en etapas sucesivas con un horizonte de menos de seis años.

Se nos acaba de decir que el Bordo Poniente ya estaba cerrado, ya se había decretado que se iba a Tláhuac, afortunadamente se detuvo esa decisión de que se fuera a Tláhuac, tenemos tres años para encontrar esta solución antes de que se cierre definitivamente el Bordo Poniente.

Entonces, tenemos dos problemas de residuos que se pueden tratar por digestión anaerobia, ya entrando al tema de digestión anaerobia, uno es infiltrar diez metros cúbicos de aguas residuales, tratar los excedentes que se van a Atotonilco, Hidalgo, para riego y tratar la fracción orgánica de la basura, todo eso por digestión anaerobia.

Entonces, para tratar aguas residuales tenemos que tener no sólo el tratamiento terciario sino un tratamiento avanzado que permita que evite que tengamos contaminantes químicos y microorganismos en el subsuelo. Ya tuvimos una conferencia espléndida sobre esto que se puede hacer, ya no me detendría.

Entonces, el reuso de aguas residuales como agua potable no lo podemos hacer directamente, como dicen que se hace en Israel, quién sabe qué, ahí porque no hay agua, pero en México sobre el agua, sobra, lo que pasa es que la manejamos mal, está mal distribuida, pero se puede inyectar al acuífero para que esté almacenada, después de este tratamiento para que esté almacenada un año y al cabo del año ya se pueda recuperar, otra vez potabilizarse para inyectarse al sistema de distribución de agua potable.

Estamos hablando de que se tiene que infiltrar agua de muy buena calidad, que tenga estándares de infiltración, la distancia entre un pozo de extracción con uno de infiltración es de 600 metros mínimo para garantizar que está más de un año el agua, tiene que haber pozos de monitoreo, estamos hablando de un gran proyecto que generará una gran cantidad de empleos, pero empleos también de calidad, ingenieros, gente que piense, que haga el tratamiento, que haga ciencia, que haga investigación.

Aquí algo que no se dijo, que hay que enfatizar, es un tratamiento anaerobio primero y luego el pulimento con el aerobio nos va a producir una gran cantidad de energía mucho mayor, que es la que va a permitir que energéticamente el manejo de las aguas residuales y de la basura pueda ser sustentable.

Éste sería el tratamiento para poder infiltrar a los pozos. Me voy rápido porque tengo 15 minutos nada más. Entonces, para tratar diez metros cúbicos por segundo lo tenemos que hacer dentro de la ciudad, no podemos decir que se va hasta Atotonilco, mandar grandes drenajes hasta Atotonilco, tratar el agua y

luego regresarla, no se puede, ya dejemos de manejar tanta agua, entonces tenemos que tener plantas al interior de la ciudad. Entonces, un tamaño de dos metros cúbicos por segundo es un punto de inflexión que se ha detectado y aún así estamos hablando de plantas que pueden ocupar media hectárea, entre media hectárea y una hectárea, aquí tenemos como 7 mil metros cuadrados para una planta de dos metros cúbicos por segundo.

Entonces, la basura también se puede tener junto con las plantas de tratamiento de agua para aprovechar el manejo de los lodos y todos estos microorganismos, de los cuales ya nos han hablado.

Se tienen aquí más o menos detectados los lugares donde en los drenajes todo el año corre agua necesaria para tener estas plantas, en algunos lugares ni siquiera llega a eso, en época de secas digamos tenemos menos, entonces tendrán que ser plantas de un metro cúbico por segundo.

Entonces, se puede utilizar el Distrito Federal, lo podemos sectorizar en función de la cantidad de población y del espacio que tengamos disponible para instalar estas plantas de tratamiento de agua y de basura, ya estamos hablando nada más del manejo orgánico.

No tenemos qué encontrar un gran espacio como el que se quería para el CIRE de Tláhuac, que iba a destruir una zona de reserva, sino que ya en nuestra ciudad y utilizando la tecnología que aquí se está hablando, para poder sectorizar y evitar el manejo de la basura.

Para el tratamiento de estos, puse los mismos 23 metros cúbicos por segundo, pero yo creo que esta planta tiene que ser distribuida en menos plantas, ésta que se acaba de aprobar en Atotonilco para el grupo CARSO, que no tiene la tecnología para hacerlo, pero no sé cómo la ganaron, si fuera una sola planta sería una planta que no ocupa más de 15 hectáreas comparado con las 250 hectáreas que están solicitando ahí, nada más como comparación, pero sí debemos considerar como ciudad el que el agua que desechamos y vamos a enviar al Mezquital, esté limpia, porque así estamos recibiendo del Cutzamala agua limpia, tenemos que mandar agua limpia, simplemente hay que pensar qué cantidad y en dónde colocarla. Una sola planta en un solo punto de extracción me parece que es equivocado y los acontecimientos de estos días

nos han demostrado que es equivocado, ya no ponemos llenar el Río de La Compañía para que vaya a darle servicio a este proyecto de planta, eso se tiene que acabar.

Entonces, para estar a tono con el tema de este foro, las tecnologías de tratamiento son realmente avanzadas, estamos hablando de reactores anaerobios para hidrolizar la basura, la misma materia que viene en el agua, reactores como los que nos describió la doctora, también reactores aerobios con usos de membrana, tenemos que desarrollar aquí los plásticos para hacer membranas de filtración, separar el oxígeno del aire, compostear y hacer gestión anaerobia de la basura.

Entonces, todo mundo dice: *¿y de dónde vamos a sacar ese dinero?* Del mismo dinero que de donde ahorita están sacando que el plan que se quiere hacer.

El plan de CONAGUA para 2007-2012 le pone mucho dinero en el desalojo del agua, construir este túnel emisor oriente que también hay que detenerlo porque en pocos años si aprovechamos el agua de lluvia no va a servir, en 2007 estaba casi en 10 mil millones de pesos, ahora creo ya está en 16 mil millones; reparar las plantas de bombeo que son necesarios, el Túnel de Los Remedios y la plantota ésta de tratamiento de aguas que ahorita está en 23 mil. Ahí se gastaba el 78 por ciento, y en retener agua y aprovecharla, que era abrir nuevas fuentes de abastecimiento, se va el 22 por ciento.

Si cambiamos ese presupuesto que se tiene para reparar las plantas de bombeo y el túnel de Los Remedios y aquí hacer, reparar las fuentes de abastecimiento que se están haciendo, pero meterle dinero a la recarga natural, a la recarga artificial que es con las plantas de tratamiento pero al interior de la ciudad y las fugas, reparación de fugas y poner estos, no es nada más reparación como bien lo dijo mi antecesor, es tener un sistema de prevención, que haya así como en PEMEX hay una torre con una gran sala que está monitoreando todos los pozos, aquí también se trata de tener un lugar donde se monitoreen las fugas y se reparen o se evite inclusive con esto para controlar las presiones, etcétera.

Entonces, son inversiones que tendríamos que poner el máximo presupuesto en la retención y aprovechamiento y ya poco en el desalojo del agua porque no va a ser tan importante.

Eso es en cuanto a costos de inversión, pero en costos de operación, aquí tenemos lo que cuesta traer cada metro cúbico desde Cutzamala al Distrito Federal, 5 kilowatts hora por metro cúbico. El desalojo que nada más son 8 metros para sacarla, cuesta 31.

Entonces, si se quisiera traer más agua, el agua que nos hace falta quieren suplementarla trayéndola ya sea de Tula, que hemos creado un acuífero artificial, regresarlo otra vez a México, o traer más agua del Cutzamala, que ya vemos que no se puede.

Con un manejo sustentable del agua tendríamos un presupuesto aproximado, porque estaríamos reduciendo la cantidad de agua que se tiene que traer desde Cutzamala con el mismo costo, pero considerando el tratamiento para inyección y el tratamiento para riego, tenemos un costo que es del mismo orden que el que ahorita se está gastando, o sea, no es que hagamos cosas adicionales, sino que hagamos cosas nuevas con una diferente visión a las que se están haciendo actualmente.

El CIRE también se financia con el valor de los reciclables, que no entraría en detalle.

Entonces, las conclusiones son de las más importantes, es que se generaría una gran cantidad de industrias y de empleo que necesita México, producción de artefactos domésticos para captar agua de lluvia, para ahorrarla, para hacerla más eficiente, empresas de ingeniería que hagan todo esto y unas mejores cosechas en el Valle del Mezquital.

Quiero decir que solucionando nuestros problemas ambientales, también podremos solucionar nuestros problemas económicos.

Un ejemplo, se acaba de licitar esta planta de 23 millones de metros cúbicos a una compañía, CARSO, que no tiene la tecnología y que sabemos que la va a subcontratar con gente de fuera. No tiene sentido.

Esto es lo que tiene más sentido.

Muchas gracias.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos al doctor Oscar Armando Monroy esta interesante ponencia que nos ha traído el día de hoy.

Como se dan cuenta, llevamos un poco atrasados de tiempo. Vamos a pedir a nuestros ponentes que nos respondan unas preguntas, les voy a leer las que les han dirigido y a efecto que pudieran respondernos en máximo dos o tres minutos.

Para la doctora Claudia Guerrero, nos preguntan en qué tipo de comunidad, es decir, tamaño, población, es posible aplicar el procedimiento de remoción de compuestos, cuál es el monto de la inversión y su tiempo de recuperación.

LA C. DRA. CLAUDIA GUERRERO.- Ese es un tratamiento complementario porque evidentemente en el proceso tradicional se eliminan una gran cantidad de contaminantes, entonces depende en qué ciudades, qué concentraciones tienen de ese tipo de contaminantes en donde se tendría que poner, dependiendo de la concentración que tengan.

Como es complementario, no implicaría, el tipo de inóculo que se utiliza que en este caso busqué que es un inóculo que se encuentra en nuestro país y que pueda yo cultivar relativamente fácil, no tiene un costo, el mantenimiento afortunadamente también tiene su propia fuente de carbón en lo cual tampoco me está implicando ahorita un costo.

No lo he extrapolado a una ciudad, pero el costo en el que he podido hacer el reactor con todo esto, me ha salido por el tipo del reactor que construí, llevo gastados 20 mil pesos.

El costo yo creo que más importante, es el método analítico que se necesita para el tipo de contaminantes que hay. Yo veo ahí que podría ser más caro.

El tipo de reactor que uno puede escalar no es tan caro, el tubo, el reactor en sí no es tan caro, es relativamente barato, no podría tener ahorita un estimado para una planta, pero repito, es complementario y no tendría que ponerse en todas las ciudades, depende de la concentración y del tipo de los contaminantes que existan.

Hasta este momento ni el inóculo ni la fuente de carbón han sido necesarios de suministrarse, eso es relativamente barato en este momento.

Entonces, mi reactor ahorita está operando con 20 mil pesos desde el principio, pero lo que sí me ha salido caro es mantener el costo de los análisis de cromatología de gases, eso sí, el análisis clínico es un poquito más caro.

Es lo que podría decir en este momento.

EL C. MODERADOR.- Muchas gracias, doctora. Para el doctor Eric Gustavo Bautista nos preguntan si se han realizado pruebas prácticas y qué resultados se han obtenido, cuál es el principal factor que provoca la ruptura de tuberías, tipo de tubería conveniente para el sistema de distribución, cómo ubicar depresiones en una red de distribución de agua que cambia constantemente diámetro y forma, y si serán efectivos la sensibilidad de los sensores para captar vibraciones u oscilaciones.

EL C. DR. ERIC GUSTAVO BAUTISTA.- Son bastantes preguntas que solamente me grabé la primera.

Los trabajos que estamos desarrollando ahorita están en su fase de experimentación, se está haciendo en trabajo de laboratorio y simulación numérica. Esperamos que se pueda llegar a cabo alguna experimentación in situ, es decir, ir a alguna calle y probar los sensores.

El problema serio que presenta un trabajo de esta naturaleza, sobre todo que es un sistema acústico, es el ruido que existe alrededor. Por supuesto que se tendrían que hacer alguna serie de recomendaciones en los recubrimientos de las tuberías para amortiguar éstas, la idea es que no se implementen al menos por el momento en tomas domiciliarias, sino en redes principales, dado que esto permite un mayor control de las unidades de fugas en estas tuberías.

Como comenté en la presentación, en cuanto al tipo de tubería no hay una norma que nos diga que tenga que ser de tal forma. Todo depende del tipo de suelo en el cual se va a llevar a cabo. Como comenté en su momento, que en las zonas blandas, la Ciudad de México se puede al principio regionalizar, como lo comentó el doctor Monroy. Por supuesto que no es justo que en algunas zonas como zonas de alta plusvalía tengan el mismo flujo volumétrico

que debería tener Iztapalapa, dado que la densidad poblacional es inferior y esto afecta considerablemente las condiciones de material de las tuberías.

Principalmente es el tipo de suelo. En zonas blandas lo que hay que considerar es tuberías flexibles, de acuerdo, y en zonas donde no existen movimientos del suelo representativo, se pueden llevar a cabo en materiales de metal.

Como comentaba, se han hecho estudios para distintos diámetros, distintas longitudes, distintos flujos volumétricos y lo que estamos presentando es una serie de curvas que relacionan los diámetros con las presiones a las cuales se van a ver sometidas. El estudio inicialmente está considerando flujo permanente, es decir, que el flujo de agua es constante. Sin embargo, se puede llevar a cabo condiciones de flujos no permanente, es decir, cuando el agua está cambiando a lo largo de todo el día y hacer un análisis de caídas de presiones mediante, hay varios dispositivos que miden presiones y la idea es que estos estén conectados con los sistemas acústicos.

Tratamos que los sensores no solamente detecten las vibraciones mecánicas, dado que en algunas ocasiones éstas pueden resultar engañosas, sino que tengan adicionalmente un sensor de presión.

Nosotros podemos manejar un rango de variaciones de presiones que nos van a determinar un patrón de comportamiento en toda la red de agua potable. Normalmente las tuberías en las redes principales se tiene un control perfectamente adecuado en función de las horas pico, se puede normalizar perfectamente.

EL C. MODERADOR.- Finalmente, para el doctor Monroy, nos preguntan cuál es la manera más eficiente de aprovechar el agua de la subcuenta Chalco-Amecameca.

EL C. DR. OSCAR ARMANDO MONROY HERMOSILLO.- Son muchas maneras, hay que trabajarla desde la cuenca alta con el manejo de los bosques, ahí ya empezar a hacer gaviones y estas zonas para evitar el arrastre del agua muy fuerte, ir frenándola, pero sobre todo la reforestación, dar a los ejidos forestales capacidades económicas para que puedan mantener en buen estado los bosques.

Por ejemplo, me platicaban nuestros hijos, nuestros jóvenes cuando no van a la escuela, son los guardabosques y por supuesto que no se van a arriesgar a meterse con los talamontes que vienen armados, entonces nada más pasan el reporte.

Si va a ser una política de Estado el cuidar los bosques sobre todo para la captación de agua de lluvia, para evitar que cambie el clima tan abruptamente, tiene qué haber un manejo del bosque comercial por parte de los dueños y protegerlos bien de los talabosques. Entonces, sí hay a ese nivel.

Más abajo está la agricultura. También ha cedido el valor del terreno agrícola por el terreno comercial para los grandes desarrollos habitacionales y ahí se está construyendo con una trampa, que todo mundo sabe que es una trampa y que ya deberíamos de pararla.

Los desarrolladores habitacionales compran la tierra con todo y el pozo y una vez que ya tienen construida toda la obra, van con CONAGUA y le piden el cambio de uso de agua del pozo, cuando hay una ley de vedas que dice: *si no es uso agrícola, el pozo se cierra*, punto, pero no, llegan con las 10 mil casas construidas y le dicen: ahora autorízame, y CONAGUA no se ve en más remedio mas que autorizarla.

Entonces, sí tenemos qué evitar esa proliferación de estos conjuntos habitacionales, que además son muy malos, porque no ofrecen buenas casas con buenos espacios, con espacios para captar agua, para tener doble, algunas sí tienen, drenaje, etcétera, no están hechas con las condiciones que se requieren para el manejo del agua o de la electricidad o del sol, etcétera.

Ahí también trabajar con esa política de apoyar la agricultura para evitar que estos terrenos pierdan valor comercial.

Ya en la parte baja con Chalco, está el proyecto en el humedal de Chalco, trabajarlo para hacer un lago que ahorita ese lago está captando 2 millones de metros cúbicos, que son como 400 hectáreas, ampliarlo hasta 500 y hacer una profundidad de 9 metros, siguiendo los procedimientos del doctor Nabor Carrillo cuando hizo los lagos en Texcoco, o sea, extraer agua a alta velocidad y regresarla para que el mismo peso del agua vaya hundiendo de manera controlada y hacer el lago.

Entonces, ahí llegar a captar ya hasta 24 millones de metros cúbicos que serían suficientes para captar buena parte de las lluvias del agua del año y poderla distribuir desde Iztapalapa hasta Valle de Chalco esa cantidad de agua, que son los proyectos que se tienen, pero en sí es captar el agua para infiltrarla y favorecer la agricultura y los bosques.

Gracias.

EL C. MODERADOR.- No nos queda mas que agradecer a la doctora Claudia Guerrero Barajas, al doctor Eric Gustavo Bautista y al doctor Oscar Armando Monroy por sus excelentes ponencias. Me comentan que los reconocimientos se los vamos a hacer llegar a sus oficinas.

Agradecerles por supuesto a cada uno de ustedes la atención. En unos momentos va a iniciar la segunda mesa.

Muchísimas gracias por su atención.

Mesa 2

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Damos inicio a la mesa 2, con el tema de *Energía*.

Damos la bienvenida a nuestros ponentes, el doctor Antonio Urbano Castelán, a Tonatiuh Hernández Mojica, al doctor Jaime Rodríguez Rivas y al maestro en ingeniería Carlos Villanueva Moreno.

De igual manera les recordamos que al final de la mesa se llevará una ronda de preguntas y respuestas, hasta por 10 minutos.

Cedo la palabra al licenciado Oscar García Cervantes, Coordinador de Asesores del diputado Víctor Hugo Romo.

EL C. MODERADOR LIC. OSCAR GARCÍA CERVANTES.- Gracias. Muy buenos días y a todas y a todos. En primer lugar, nos congratulamos precisamente de que este tipo de eventos de lleven a cabo, sobre todo porque la cuestión relacionada a ciencia y tecnología, creemos precisamente desde la Legislatura que es un tema que tenemos que apoyar.

Agradezco precisamente también en este caso a los académicos que el día de hoy nos acompañan y que nos van a ilustrar de manera bastante clara, entendible y sobre todo tratando de acercar un tema que siempre de alguna manera hemos visto en los últimos años, que se ha venido manejando desde diferentes espacios, como es el tema de la energía, el cual nosotros estamos convencidos de que tenemos que buscar alternativas para ¿Qué? Para que en este caso la generación, el uso y el consumo del mismo tengan el mejor desarrollo.

Quisiera ser muy breve y cederles la palabra precisamente para las exposiciones de los académicos, porque ellos son los que de alguna manera son los que nos van a ilustrar en esta parte, pero no quisiera dejar de lado algunos datos.

Actualmente en el Distrito Federal el 98.6 por ciento de las viviendas disponen de energía eléctrica; de éstas, 2 millones, precisamente 215 mil viviendas, el 97.8 por ciento dispone de televisión, el 90.5 de refrigeradores, el 76.9 de lavadoras y el 37.2 de computadoras.

Como se pueden dar cuenta todos tenemos, en este caso en lo que son tanto nuestros domicilios como en nuestros lugares de trabajo alguna relación directa con aparatos o también en este algunas cuestiones que ver con el tema específico de energía y sin embargo hay algo que nos ha venido preocupando en los últimos años, es precisamente la cuestión de cómo eficientemos el uso de la misma.

Según datos del Centro Mario Molina un camino articulado, como los que vemos que circulan diariamente, emite la atmósfera 163 kilogramos de bióxido de carbono por persona al año. Entonces, solamente 163 kilómetros de carbono y en cambio en automóvil emite 1 mil 530 kilogramos de bióxido de carbono al año; o sea, la comparación es realmente en este caso exponencialmente amplísima en el sentido de que mientras en un autobús pueden viajar cerca de 50 a 60 pasajeros, en un automóvil por lo regular solamente viajan de 1 a 2 personas y emite precisamente toda esta cantidad de kilogramos en cuanto a bióxido de carbono.

Quisiera dejar hasta aquí esta parte de la exposición y cederle precisamente el uso de la palabra al doctor Antonio Urbano Castelán, el cual es profesor titular en la ESIME en materias de física electrónica lineal y electrónica potencial; ha publicado 32 artículos internacionales en diferentes foros de especialistas de energía solar y ha trabajado en el campo solar fotovoltaico a lo largo de 35 años, en el Departamento de Ingeniería del CINVESTAB, del Instituto Politécnico Nacional.

En este caso dejaríamos precisamente el uso de la voz al doctor Antonio Urbano Castelán.

EL DR. ANTONIO URBANO CASTELÁN.- Empezamos con la primera. La parte que se sustenta, todo este desarrollo es que tenemos uno de los mayores índices de radiación mundial, al igual que Norte de África y la pregunta es ¿Por qué nuestros políticos no miran tantito hacia el sol y solamente hacia los hidrocarburos que son finitos y que contaminan?

La siguiente, por favor. Esta es una introducción sobre el tema de estufas solares. Déjenme decirles que desde 1767 hay este tipo de desarrollos. Hoy

día los jubilados americanos se dedican a entretenerse haciendo estas cajitas solares, no desarrollan más allá de 100, 200 watts.

La que sigue, por favor. Claro que si a estas estufas solares les ponemos unos captadores para aumentar el área efectiva, la temperatura aumenta y los servicios de rendimiento puedan aumentar.

La que sigue, por favor. Vean que para diseñar estufas solares lo único que limita es la imaginación, las podemos hacer tipo portafolio, portátiles, podemos hacerlas fijas, variables.

La que sigue, por favor. Claro si le ponemos cada vez más tecnología, nos enfrentamos a otro tipo de problemas. Por ejemplo aquí el usuario de líder internacional, el doctor Shefler obligar al usuario a meterse al área de captación solar, si hay un reflejo que le pueda dar en los ojos se expone a que se dañen y, por otro lado, imagínense en esta estufa central si quisiéramos servir frijoles a ¿Dónde creen que escurriría todo el vapor? Caería a la parte reflectora y de ahí empezamos a disminuir la eficiencia.

La que sigue, por favor. La estufa china empieza a tener mucha aceptación en China, pero hay que estarla reposicionando, como son sistemas de concentración para aumentar la temperatura, recordemos que el sol entrega energía por unidad de superficie, más superficie, más energía de captación, esto en vez de favorecer al ser humano, lo esclaviza ya que nuestro sol se desplaza 1.5 grados cada 6 minutos, entonces hay que estarla reposicionando y en vez de darle facilidad a esa hora, la estamos complicando, porque ahora el ama de casa se tiene que volver astrónoma para seguir el sol en altitud solar y eso históricamente está registrado.

La que sigue, por favor. Obvio más superficie, más energía de captación, puedo dar más servicios.

La que sigue, por favor. A mí me sorprendió cuando tuve yo estos datos de un libro, en 1955 en este país la Universidad de Wisconsin dona 30 estufas solares tipo sombrilla invertida como la que estamos viendo a mi espalda; claro, la Universidad de Wisconsin está al norte, casi hace frontera con Canadá, luego entonces la posición del sol muy cerca de Canadá o al Norte de los Estados Unidos es bien diferente al sol que nos encontramos en México, que

estamos dentro del área tropical, imagínense qué pasaría con esas salchichas, pues a la parte reflectora.

Déjenme decirles que estas 30 estufas solares a la semana la Universidad de Wisconsin decía ésta va a ser la aportación más importante de una Universidad Americana a los países en vías de desarrollo.

¿Porqué? Porque si funcionaba en México, funcionaba en Centro América, funcionaba en África y en Asia, al mes esas 30 estufas solares estaban abandonadas

¿Razones? Sociocultural. El ama de casa ahora la vamos a sacar al sol, pero si yo ya estoy acostumbrada a trabajar dentro de mi cocina.

Segundo aspecto, se me olvidaba orientarla, se salía del punto focal, llegaba el ama de casa y destello sobre la cara. Yo creo que en vez de dar las gracias de que le estábamos dando una estufa alternativa tecnológica, yo creo que se acordaba de toda la descendencia familiar pero, en fin.

También déjenme decirles que hay los excesos, esta estufa de aquí abajo, se maquila en Monterrey, una industria privada a la maquila y la está promocionando con recursos de ONG's y recursos de la Comunidad Económica Europea, pero vean lo que estamos haciendo, dónde está la tlayuda, dónde están los frijolitos básicos de la dieta mexicana de este país.

Si la solución tecnológica no se adapta a lo que esta sociedad está habituada a comer, porque en campo a veces la gente nada más tiene su milpita y con una tortilla con sal y ya la pasé. Si esta estufa no logra coser esos requisitos está fuera de contexto como sociedad, como cultura alimentaría.

Aquí podemos ver la aplicación de la zona pot en comunidades indígenas en este país, pero lo que se cocina es como un wong y nada más se utiliza lo de abajo y ¿Dónde se quedó la tortilla, y un wong de esos nada más me sirve para una persona? Todos estos antecedentes nos sirvieron para ver lo que a continuación vamos a ver.

Estamos proponiendo como solución: 1.- Una estufa que solita se oriente

2.- Quitar el riesgo de que puedan recibir reflejos en la cara.

3.- Cubrir la dieta mexicana, la nixtamalización y las tortillas, los frijoles, mínimo.

¿Cómo funciona esta estufa? Bueno, cada espejito incide los haces en un punto focal y vean que en esta foto que la tomé a propósito ningún reflejo pega en la visión del usuario; el usuario tiene que llegar, pone su olla exprés de 8 litros, que puede servir para 10 o 15 gentes, dependiendo de qué tanto coman, y se olvida, se olvida de estarla reposicionando; claro tendrá que tener una lista de decir ya es el tiempo, ya voy a retirar mi guiso y ya puedo disponer de él.

La que sigue por favor. Tenemos un recipiente que uniformiza la temperatura. Las parabólicas que vimos hace ratito calientan mucho de un lado y del otro lado puede no quemar el producto están todos los haces, aquí uniformamos la temperatura.

La sigue por favor. Podemos generar presión, con esto quiero decir que esta estufa rural podemos esterilizar instrumental quirúrgico, podemos potabilizar agua, aunque tomemos agua chocolatoza, tendrá residuos metálicos, pero de genes patógenos, los podemos eliminar ¿Por qué? Porque desarrollamos 125 grados centígrados a 1.3 kilogramos de presión.

A mí me sorprendió que el consumo por leña es de 1.2 toneladas por persona y hay 28 millones de mexicanos que consumen leña hoy día en zonas rurales, entonces imagínense la cantidad de seudos que se está emitiendo, esta estufa puede ayudar a mejorar la calidad de vida.

Esta es una estimación de nuestras pérdidas para pensar que nuestro rendimiento me puede desarrollar la energía suficiente para cocer.

Es autosuficiente cómo lo hace como unos paneles fotovoltaicos, que tienen que tienen la parte superior, unos ojos, que ahorita los vamos a ver a continuación, y con estos ojos electrónicos, duales, podemos decirle al circuito despierta, gira, gira, oriéntate y el ama de casa nada más tiene que llegar con su olla exprés y posicionarla. Se aceptan perdidos.

La que sigue, por favor. Veán que tenemos los dos grados de libertad.

Concluyo la parte rural. Yo no sabía pero tenemos 2 mil islas, en los que debe de existir presencia militar y al existir presencia militar para salvaguardar todos

los litorales, los problemas energéticos son tremendos, esta estufa podría impactar a esas cerca de 2 mil islas.

También podemos auxiliar a estas 100 mil comunidades, que la mayoría viven en zonas indígenas y los 6 millones de mexicanos están en las zonas no electrificadas de este país, en donde esta estufa rural podría mejorar la calidad de vida, finalmente evitar la quema de los árboles que implica el cambio de la biosfera, porque cortamos el árbol, porque ya no hay pajaritos, porque ya no tenemos el agua, etcétera.

Ya sé que a lo mejor alguno de ustedes ya van a tener hambre, podemos hacer pollito en achiote, podemos hacer pan. Ahí vemos las hogazas de pan antes de cocerse, el pan ya cocido, con esto quiere decir que podemos comer al mediodía y preparamos la masa y en la tarde, lo que resta del sol ya tenemos el pan para la merienda.

El video era una filmación de TV Azteca donde cocimos 6 kilos de barbacoa y, bueno, queríamos ver la potencialidad energética que representa este tipo de estufas solares.

La estufa rural no supera dos inconvenientes: Uno, como ayer, si no hay sol, no hay cocción.

Segundo inconveniente, si el ama de casa quisiera hacer una fritura pero está al rayo del sol, a 41 grados a la sombra en Mérida, es inhumano. Estos dos inconvenientes nos obligaron a plantear un nuevo paradigma, que es precisamente la estufa urbana, donde la doctora Esther Orozco nos financió la combinación de este proyecto que vamos a ver a continuación.

¿En qué consiste la estufa urbana? calentamos un aceite con el sol, lo elevamos a 350 grados, los confinamos en un termotanque y después disponemos de esa aceite a las hornillas, con un ventaja fundamental: cero emisión de CO₂ a la atmósfera y, por otro lado, ¿Qué va a pasar con esta sociedad, ustedes, sus nietos o sus bisnietos cuando ya no tengamos gas que quemar, de dónde vamos a sacar los hidrocarburos? Esta es una opción.

Estoy poniendo los antecedentes, aquí estamos viendo un desarrollo en una asociación civil en Alemania, que ganó internacional convocado por la India, en donde éste es el concentrador. Ya lo está aplicando en Nepal, la están

aplicando en Egipto y la están aplicando en dos primarias en Yautepec, en el Estado de Morelos.

Hay que seguir al sol y no lo sigue adecuadamente por muchas razones que ahorita no voy a explicar, no es el propósito y no hay control de calor y no se almacena calor.

La que sigue, por favor. Este es nuestro prototipo que hemos desarrollado gracias o hemos terminado gracias al financiamiento del Instituto de Ciencia y Tecnología, en donde logramos llegar a alcanzar 560 grados sin fluido, lo vamos a operar a 350 grados centígrados, el sistema pesa media tonelada y se posiciona automáticamente.

La que sigue, por favor. Nuestra visión es que a nuestro juicio ésta va a ser la futura estufa de la presente y futura generación ¿Por qué? Número uno, ya no va a depender de fluctuaciones internacionales de si el gas va a subir o va a bajar, de si ya Estados Unidos va a invadir Irán porque no suspende su programa nuclear, si no aquí, señores, tenemos mucho sol, porque como sociedad no lo explotamos.

Segundo aspecto es que cero emisión de CO₂ a la atmósfera. Entonces, esto va muy bien con el cambio climático, con preservar, con reducir la emisión que hemos tenido a los rangos de 1992, que fue cuando se inició el Acuerdo de Río, el Protocolo de Kyoto, la ratificación en Johannesburgo, etcétera.

¿Qué pasa si en estas hornillas, y digo yo hornillas, entre comillas, si en esas hornillas empiezo yo a hacer circular el aceite a 300 grados centígrados, señores pueden calentar lo que ustedes quieran?

La que sigue, por favor. Aquí estamos viendo la secuencia de cómo fuimos conformando estas 4 hornillas, y se escogieron 4 porque creo que la mayoría de sus estufas caseras, estas son 4 quemadores, entre comillas quemadores.

Tenemos una estimación teórica que estamos en la fase de evaluación final, en donde ver si todo lo que, supimos que íbamos a tener pérdidas, si están realmente reflejando en los índices que estamos considerando.

La sigue, por favor. Tenemos una ventaja y no sé si decir ventaja o desventaja, alguien ya nos hizo la chamba, gracias a Dios. Por interpretación satelital unos

laboratorios de Estados Unidos ha evaluado la componente directa del sol, que es la que usamos para los sistemas de concentración, con esto podemos decir en tal lugar hay tanta radiación promedio anual directa que son las que usan los sistemas de concentración, luego entonces, rentable o rentable una aplicación solar de este tipo.

Conclusiones: Estamos como sociedad y necesitamos plantearnos nuevos paradigmas hacia dónde queremos ir, si queremos preservar a la raza humana. Entonces yo diría ¿Por qué no empezar a buscar energéticos más nobles, como menos impacto ambiental?, y aquí es donde este prototipo es líder internacionalmente, déjenme decirles, ahorita voy a mostrar otras partes del mundo para no ser muy ventajoso de que pues nada más vean lo que hace en CINVESTAB, ahorita les voy a decir lo que hacen otras parte del mundo; sin embargo, promete bastante; promete bastante porque ese calor lo podemos aplicar en invierno, hacerlo circular por las recámaras y ya no gastamos electricidad, recordemos que el 80 por ciento de la electricidad es por plantas que queman con gas y emiten CO₂ a la atmósfera, por qué no entonces poner la conducción de calor en nuestros pisos y climatizar nuestra habitación, todo a partir del recurso captado con el sol.

La que sigue, por favor. Hay sistemas de concentración solar. Déjenme decirles que la temperatura que estamos manejando, que es mediana temperatura lo hacen 3 países: La India, Australia y modestamente, con lo que estamos viendo aquí atrás, todas las demás centrales de generación que calientan aceite son para llevarlo a 600 grados, 700 grados.

La Torre de Sevilla que se inauguró en el 2007 es alta temperatura, sistemas centralizados, aquí estamos proponiendo sistemas distribuidos, que cada casa tenga su energía, con lo cual evitamos las pérdidas del transporte, transformación y de ahí bajar esa energía para llegar al usuario; aquí cada casa en su azotea genera su propio recurso energético y le propusimos al Instituto reutilizar el aceite regional de los grandes parques vehiculares, de las grandes metrópolis, con lo cual cerramos otro círculo ambiental muy interesante.

Aquí podemos ver un sistema de concentración en la India, aquí ya está terminado y ellos están produciendo vapor, podíamos discutir las desventajas, desde mi punto de vista técnico.

Terminamos la presentación, para sujetarme a los 15 minutos y por respeto a la audiencia y decir que no estamos manejando los megawatts de potencia solar ni los kilowatts de potencia solar que representarían un costo fuerte de inversión, sino nos estamos yendo a sistemas distribuidos, casas unifamiliares donde cada casa sea sustentable energéticamente.

Es todo. Gracias.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos las valiosas reflexiones a cargo del doctor Antonio Urbano Castelán.

A continuación tiene el uso de la palabra el ingeniero Tonatiuh Hernández Mojica, quien además es miembro del Consejo Nacional de Industriales Ecologistas de México; Director de la Empresa Cuida Tu Mundo; participó en la elaboración de las Norma Oficial Mexicana NOM006, fosas sépticas prefabricadas, y en la aplicación de energía solar en el Distrito Federal; cuenta con una patente mexicana de un calentador solar y precisamente el día de hoy nos expondrá lo correspondiente a la construcción y evaluación de prototipos de calentadores solares económicos, de tecnología nacional. Por favor, ingeniero.

EL C. ING. TONATIUH HERNÁNDEZ MOJICA.- Muchas gracias. Antes que nada un agradecimiento por la invitación a compartir con ustedes lo que estamos trabajando en relación al desarrollo de estos calentadores solares.

Podemos empezar por decir que nosotros desarrollamos un calentador solar, ya hace algunos años, de una tecnología diferente a la que se suele utilizar e incluso la que se utiliza actualmente en su mayoría, ahí está; pero como ustedes saben en México se fabrican calentadores solares desde los años 40, del siglo pasado, pero eso no ha permitido que los calentadores solares estén en las casas de todos nosotros; o sea, a pesar de esa experiencia que ya se tiene no hay una digamos masificación en el uso de los calentadores solares.

Nosotros estamos viendo que desde luego existe una problemática por el uso intensivo de los combustibles y la problemática es múltiple, estamos hablando

de que a nivel global el uso intensivo de estos combustibles está generando por supuesto el cambio climático, ustedes pueden ver ahí los efectos, como es esquemáticamente como se produce este cambio, la emisión de gases de invernadero, producidos por la quema de combustibles fósiles que generan el calentamiento global y los efectos que, esta foto es de Nueva Rosita, no sé si recuerden hace unos 2 años hubo un mini huracán en el norte del país.

La que sigue. Tenemos inundaciones, es tema más que actual, incendios y, bueno, qué les puedo decir.

Anteriormente el uso de combustibles, en los últimos 200 años había sido visto como una muestra de avance o de prosperidad, donde se veía una columna de humo, se decía ahí hay industria y hay dinero, hay mayor beneficio para la gente, pero ahora vemos que el consumo de combustible se presenta como uno de los principales problemas ecológicos, a nivel mundial, esto quiere decir que lo que para nosotros antes era algo muy bueno, ahora resulta que es un reto terrible que tenemos que enfrentar toda la humanidad.

La que sigue, por favor. La problemática de ese consumo de combustible no sólo es global, también a nivel local nosotros padecemos esos defectos. Esta foto que ustedes pueden reconocer, por ahí la torre de PEMEX, la Plaza Mayor, es la atmósfera que tenemos la mayor parte de los años en la Ciudad de México, a pesar de que los programas de cuidado de medio ambiente ha logrado mantenernos dentro de las normas de calidad del aire, pues esto todavía lo seguimos viendo con mucha frecuencia y esto genera otras problemáticas.

Veán ustedes, de acuerdo con el doctor Mario Molina, Premio Nóbel Mexicano, tenemos del orden de 4 mil fallecimientos prematuros por efecto de la contaminación, esta no es una noticia nueva, ya tiene bastante tiempo, lo pueden ustedes investigar en Internet-

Esto ¿Por qué? Porque la Ciudad de México tiene una digamos intensidad de consumo de combustibles impresionante, estamos consumiendo del orden de 40 millones de litros de combustible al día, entre gasolinas, diesel, Gas LP, Gas Natural, carbón de leña.

Entonces, todos estos combustibles desde luego que generan no sólo los gases de invernadero que están provocando el cambio climático, sino una serie de contaminantes, entre los que están pues obviamente los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre, las partícula suspendidas, que son digamos contaminantes muy agresivos para la salud.

Ahora, a nivel ya más micro. Todos nosotros consumimos energía en nuestras casas, una buena parte de la energía que consumimos es energía calorífica y esta energía la utilizamos para calentar el agua; de hecho, es más la energía que utilizamos en forma calorífica que la eléctrica en general.

Si ustedes ven ahí el dato del consumo de gas LP en el país de cerca de 13 millones de kilogramos diarios, de ahí aproximadamente el 20% se consume en la zona metropolitana del Valle de México.

En este sitio es probablemente el sitio del planeta donde más gas LP se consume y esto acarrea una serie de problemáticas, entre las que está la distribución y los costos del consumir el gas. Todos empezamos este año con aumentos a los precios de los combustibles y en particular del gas LP.

Ante esto una de las posibles soluciones que se ha manejado no de ahorita, sino de hace ya décadas es el aprovechamiento del calor solar para calentar el agua. Esto que suena muy sencillo y que de hecho es sencillo porque se ha visto desde hace mucho tiempo y que resultara natural en un país con tanta radiación, tenemos en promedio 5 kilowatts hora por metro cuadrado de radiación solar, que es más o menos la energía eléctrica que consume una familia de 5 personas en un departamento en cada metro cuadrado de nuestros techos. Entonces el recurso de energía solar es muy abundante en México y no lo estamos utilizando.

Esta litografía del siglo XIX nos muestra que la tecnología y el conocimiento científico ahí está desde hace mucho tiempo, no hemos querido aprovechar porque en el caso de los combustibles fósiles la energía que se encuentra en ellos es muy concentrada, imagínense en un litro de gasolina cuánta energía podemos tener en kilowatts hora y hasta hace poco tiempo era una energía muy económica, un pozo petrolero podía producir muchísimos millones de megawatts hora de energía con un costo relativamente bajo.

Las cosas están cambiando. Los precios del petróleo han subido, hace dos años tuvimos unos picos impresionantes del precio del precio del petróleo y sabemos que el petróleo económico se va a acabar, sabemos también que los recursos petrolíferos del planeta dan para cerca de 200, 300 años más al grado de consumo que tenemos actualmente, pero lo que no se dice es que ese petróleo no se va a extraer tan fácilmente como se hacía antaño, como por ejemplo en Cantarel que prácticamente salía solo el petróleo; es petróleo que está a muy altas profundidades en el mar o que está mezclado con arenas o con piedras y entonces ahí está el petróleo pero no va a ser muy barato sacarlo. Entonces esas tecnologías fáciles que tuvimos durante algún tiempo se están acabando y tenemos que recurrir a esto que desde hace tiempo ya se tenía vislumbrado.

Sin ir más lejos en México en los años ochenta se hizo un desarrollo de una unidad habitacional, 4 edificios que se construyeron aquí en el Distrito Federal con una serie de conceptos respecto del aprovechamiento de la energía, el ahorro de energía y conceptos de climatización pasiva en la arquitectura. Estos edificios están en la zona de la liga imán, cerca de Insurgentes y en esa zona, ahorita es difícil verlos desde la avenida porque ya están invadidos por muchos otros edificios, pero si ustedes visitan estos edificios lo primero que se van a dar cuenta es que no se ven en armonía con todos los demás edificios, porque todos los demás edificios se construyeron buscando el máximo aprovechamiento del terreno por el alto costo del terreno y estos edificios se construyeron buscando la orientación del sol, o sea están puestos de acuerdo a los ejes oriente-poniente. Entonces esta es una cosa que ya tiene mucho tiempo, lamentablemente no se siguió, se perdió mucho este conocimiento.

Estos calentadores solares que se fabrican en México eran de buena calidad; sin embargo, hubo un problema con los tanques y actualmente los sistemas no están trabajando. Es una cosa muy triste.

Pueden ver ahí unos como agujeritos en la parte de atrás del edificio, que esto es lo que le llamaban la zona de la fresquera. ¿Qué es esto de la fresquera? Un sitio del departamento donde se pueden poner alimentos y en esa zona hay menor radiación solar, por lo tanto la temperatura es menor y estos alimentos

duran más. Era una serie de conceptos que se hicieron en aquella época a través del INFONAVIT y que no se siguió.

Entonces después que tenemos calentadores solares en México desde hace más de 70 años y que se fabrican en otros países del mundo desde hace más de 100 años, los calentadores solares como estos no los vemos en muchos sitios de la Ciudad de México, siento que en la Ciudad de México tenemos del orden de 2 millones de viviendas, realmente los calentadores solares que se ven son muy pocos. Por qué es esto si tenemos sol, si tenemos tecnología, cómo es que no tenemos esos calentadores solares.

Esto es porque, los calentadores que ven ustedes del lado izquierdo son equipo nacional, se fabrican desde hace mucho tiempo, pero se fabrican con materiales de alta conductividad térmica como el cobre, el cobre es muy caro y tenemos que un equipo doméstico para un consumo bajo de agua les cuesta del orden de 12 a 14 mil pesos. Entonces para mucha gente no es muy accesible porque si lo que quieren es tener agua caliente, uno va a la ferretería y se compra un calentador de mil pesos y con eso tienen el agua caliente que sea.

Desde luego son cosas muy diferentes, el ahorro de energía y el cuidado del medio ambiente respecto de la solución de problemas muy cotidianos como es el calentar agua, pero en México tenemos esa problemática.

Entonces esos calentadores por ese costo que tienen no han llegado a mucha gente y en cambio ese aparato que ven ustedes ahí tiene un costo del orden de 6 a 8 mil pesos y ese sí se está empezando a vender, pero es un colector importado que está desplazando a los fabricantes de calentadores solares en México.

Los calentadores que se fabrican actualmente en México están hechos a base de una placa de cobre, tubería de cobre, es un material muy caro y esto se conecta a un termotanque para almacenar el agua caliente.

Los calentadores de tubo evacuado están hechos con máquinas de altísima producción, todos estos se fabrican en China, vienen desde allá, tienen precios muy bajos, estos tubos se fabrica por millares al día y llegan estos calentadores a México en contenedores a precios muy bajos.

Los chinos como buenos comerciantes que son, como hábiles comerciantes tienen todavía precios, digamos que sus costos son todavía más bajos y ellos no van a vender más debajo de lo que puedan vender en México. Se ponen abajo del precio de los fabricantes nacionales para darles en la torre y ahora si alguien entrara con un precio más bajo, tienen margen para jugar, se pueden bajar todavía más.

Les decía que no había mucha demanda de calentadores solares por su alto costo, pero hay un programa federal que se llama el programa de Hipoteca verde mediante el cual se tiene planeado instalar cientos de miles de calentadores solares en las viviendas que están financiadas por el INFONAVIT, esto ha hecho que las grandes empresas como Condumex, como Rotoplas, como lusa y otras, hayan desarrollado calentadores específicamente para ese nicho; pero la tecnología por la que se fueron es la del colector plan, la vieja tecnología que tenemos desde hace más de 100 años, que utiliza materiales caros. Obviamente ellos pueden dar mejores precios porque estamos hablando que les piden de a miles de calentadores solares, entonces pueden bajarse bastante, pero no compiten todavía con el colector chino. Entonces digamos que el mercado libre que no tiene que ver con los programas oficiales de vivienda, sigue siendo dominado por los calentadores de importación.

Ahí vemos una instalación, esto es por Zumpango y así pueden ver ustedes en diferentes parte del país instalaciones de calentadores por medio del programa de Hipotecas verdes, pero que en cierta forma sí generan movimiento de la economía en México, pero no atacan el gran mercado que son los millones de viviendas que todavía no tienen calentadores solares en nuestro país.

Entonces, nosotros estamos proponiendo el aprovechamiento de una tecnología nacional de calentadores que son conocidos con el nombre de calentadores autocontenidos o compactos. Esto ya no tiene nada que ver con esta placa de cobre, son simplemente depósitos, tanques metálicos que reciben el calor del sol y así directamente calientan el agua; son muy económicos, según estudios que se han hecho en diferentes sitios son más eficientes que los sistemas que llevan esa placa plana y un termotanque, pero tienen un problema y es que en la noche se enfría el agua, o sea que hay que usar el agua el mismo día, esa es la problemática. Son aparatos muy

económicos, y por ejemplo para las señoras que bañan a sus hijos en la tarde es más que suficiente porque no necesitan almacenar el agua para el día siguiente. Pero si queremos competir en igualdad de condiciones con los equipos de importación necesitamos sistemas que almacenen esa agua para que esté disponible al día siguiente.

En 1991, me otorgaron la patente sobre un sistema de almacenamiento de calor que diseñé para calentadores autocontenidos, esto contaba con el mismo elemento que es ese tanque, pero con esta especie de pueritas que se abaten sobre el tanque y que almacenan el calor. De hecho, un calentador de este tipo es como el que presentaba el doctor Urbán que son esos como hornos solares con material reflejante como espejo y que dirigen el calor hacia el interior de esa caja, entonces son equipos muy sencillos que uno incluso puede fabricar.

Ahí pueden ver es el tanque con este material reflejante, pero a diferencia de los equipos de alta temperatura, estos equipos no requieren de orientarse con respecto del movimiento aparente del sol, es decir son totalmente pasivos, uno los pone y ya con eso tenemos ganancia la mayor parte del día y además se considera la variación estacional del ángulo de incidencia del sol. Quiere decir que lo ponemos ya nos olvidamos. Lo único que hay que hacer es limpiar el vidrio de vez en cuando. Esto es una cosa a considerar respecto de los calentadores de tubo, estos calentadores de tubo también se ensucian, pero no es lo mismo limpiar una superficie plana que 20 ó 30 tubitos de un material muy delgado, esos tubitos son como los tubos fluorescentes de lámparas, apóyese usted sobre un tubo de esos lo va a romper. Simplemente desde el punto de vista de mantenimiento y operación creo que tenemos ventajas sobre esos calentadores chinos.

Está el funcionamiento del aparato, en el día tenemos el tanque que recibe la radiación solar, la concentra sobre la carcasa reflejante refleja el calor solar sobre el tanque, éste se calienta, en la noche esa carcasa se abate sobre el tanque, se convierte en un termotanque y entonces tenemos el agua caliente hacia el día siguiente.

Ahí podemos ver los elementos del calentador solar que tiene estas puertas abatibles.

A lo que queremos llegar es a esta unidad compacta, esta unidad compacta cuando se cierran las puertitas se convierte en una unidad que es más o menos del tamaño de un tanque convencional, pero cuando abre las puertitas tiene la función de captación solar, y la idea es que esta unidad compacta se pueda instalar en carcasas, digamos la concha exterior que hace el reflejo de a luz del sol y esas conchas exteriores se pueden construir de diferentes materiales y bajo diferentes procedimientos, se puede hacer de madera, se puede hacer de lámina galvanizada, de fibra de vidrio, de polietileno. Digamos que este sería el núcleo o la base para hacer el calentador solar y en diferentes sitios se pueden construir las carcasas bajo diferentes métodos.

Tenemos ahí la vista de esta unidad en su proceso de cerrar las puertas. Esta es básicamente la unidad de almacenamiento de calor. Esas son las puertitas que se abaten sobre el tanque, ya están aquí las puertas aisladas.

Tenemos la ventaja de que con esta unidad básica que nosotros desarrollamos se puede hacer el calentador de muchas formas. Por ejemplo es un calentador que se hace con una estructura de adobe, es un material muy aislante. La foto de la derecha es lo mismo, pero ustedes construyen con tabique sobre una casa la cubierta exterior, no hay límites. O esta versión en la que tenemos aislamientos, tenemos el vidrio y para almacenar el calor le ponemos una tapa aislante, que es lo más sencillo que puede haber.

Lo que estamos buscando es ahora hacer una versión estándar ya industrializada, digamos con elementos prefabricados tanto para la captación como el almacenamiento de calor.

Esta versión estamos agregando una mejora que consiste en envolver el tanque en una especie de cápsula hermética transparente que va a aumentar la captación de calor, y esta versión que es de mayor tecnología esa cápsula hermética va a estar al vacío, entonces vamos a reducir al máximo las pérdidas por convección que pudieran haber en este tanque.

Esta es una versión de la carcasa a nivel ya industrial para hacerlo prefabricado en fibra de vidrio, pero también se puede utilizar el material de polietileno como los tinacos, los tinacos, estos negros, se hacen por un proceso que se llama rotomoldeo, entonces en el rotomoldeo tenemos la posibilidad de

utilizar tanto material virgen como material reciclado y entonces ahí nosotros podemos aprovechar materiales reciclados de los residuos sólidos urbanos y mediante esa máquina hacer estos calentadores con un costo relativamente bajo.

Ya llegamos a las conclusiones.

Les decía, el potencial de aplicación en México del orden de 2 millones de viviendas. Esta Ciudad se puede convertir en la de mayor aplicación de energía solar en el mundo para calentadores de agua; podemos ahorrar no menos de 800 mil toneladas de emisiones de CO₂ o de gases de invernadero al año y además este proyecto concuerda con los programas del Gobierno del Distrito Federal en materia de acción climática local, de vivienda sustentable y todo lo que ven ahí.

Yo les agradezco mucho su atención.

EL MODERADOR.- Muchísimas gracias, ingeniero Tonatiuh Hernández Mojica.

En este caso estaríamos cediendo precisamente el uso de la palabra al doctor Jaime Rodríguez Rivas, quien es coordinador de los programas de postgrado en ingeniería eléctrica de la sección de estudios de postgrado e investigación de la ESIME Zacatenco del IPN y trabaja en el grupo de investigación en electrónica de potencia y control de motores. El día de hoy nos expondrá precisamente el tema sobre súper capacitores para ahorro de energía en transporte eléctrico. Por favor, doctor.

EL C. DR. JAIME RODRÍGUEZ RIVAS.- Muchas gracias por la invitación a participar en el foro.

La presentación la voy a hacer lo más general posible para que me puedan entender. Es un proyecto que se está realizando en la ESIME Zacatenco, en el IPN, en la sección de estudios de postgrado de investigación, con un apoyo financiero por parte del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal. El proyecto se titula supercapacitores para ahorro de energía en el transporte eléctrico.

Estamos participando tres profesores, un grupo de estudiantes de maestrías y el grupo realmente somos más de 3, somos alrededor de 7 personas. El

proyecto está basado en lograr ahorro de energía sustancial y hacer propuestas concretas en el uso eficiente del transporte eléctrico, que en un futuro se podrá desarrollar mucho más en la Ciudad de México y precisamente estamos usando, la propuesta es usar una tecnología muy novedosa, el uso de súper capacitores y para ello se requiere, es una aplicación muy importante de la electrónica de potencia, que es una disciplina multidisciplinaria que abarca una gran cantidad de aplicaciones domésticas, aplicaciones de alta potencia y es en definitiva electrónica pero electrónica utilizada en el control y conversión de la energía eléctrica y mediante la electrónica de potencia se puede generar interfases de control utilizando ampliamente en la industria, en los sistemas eléctricos de potencia, incluso en equipo electrodoméstico.

Ahí pueden observar algunas de las aplicaciones de la electrónica muy pocas, en realidad son muchas más; en el transporte eléctrico, ya sea en trenes, en transporte marítimo, en sistemas eléctricos de potencia, en líneas de transmisión, en la aviación, en la industria, y lo que más nos interesa en el transporte eléctrico y en la generación eólica, la utilización de la energía del viento para la generación de energía eléctrica.

En general la generación de energía, que es una cosa que es de preocupación mundial actualmente, se puede hacer de diferente forma, el impacto ambiental que tiene el uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica es inmensa, ya estamos viendo los primeros efectos de cambio ambiental producto de la quema de combustible para la generación de energía eléctrica y entonces cada vez es más racional el uso de energía alternativa como pudiera ser la energía solar.

En este caso se puede utilizar también los paneles solares para la generación de energía eléctrica. Ahí vemos aerogeneradores, actualmente hay un desarrollo que está creciendo de forma importante en la zona de La Venta, en Oaxaca, para la generación de energía eólica mediante la fuerza del viento, y el uso de las mareas también se puede utilizar para generación de energía eléctrica y son energías alternativas porque no están basadas en el uso de la quema de combustible y son energías, o sea son renovables porque todas provienen de la energía solar, porque la energía del viento, la energía de la

marea, todo está vinculado con la energía solar y por son energías renovables, o sea, no es un combustible que se quema y ya no se puede renovar.

Entonces el tema fundamental es el uso de los vehículos eléctricos como una forma ya no de generación, sino más bien de aplicación o de utilización de la energía eléctrica y el impacto que puede tener el uso de estos vehículos eléctricos en una ciudad como la nuestra en cuanto a la disminución de los agentes contaminantes por la quema de combustibles, el uso de los vehículos eléctricos no solamente lo podemos con relación a automóviles, sino también están los trenes, en la Ciudad de México transporte eléctrico tenemos básicamente el Metro, trolebuses, tren ligero y ya algunos automóviles autónomos eléctricos de pequeñas dimensiones y algunos automóviles híbridos que ya se están vendiendo.

El uso del transporte eléctrico, o sea actualmente en el mundo se está desarrollando ampliamente la tecnología híbrida, una tecnología que utiliza, por ejemplo el uso de automóviles híbridos, aquí en México Honda tiene un automóvil híbrido, que por cierto se ha venido muy poco, hay pocos incentivos para que el usuario adquiera este automóvil, es un automóvil caro, no hay un incentivo por parte del Estado de promover el uso de este tipo de automóvil que es mucho más eficiente, el consumo es muy bajo, más de 30 kilómetros por litro. Yo pienso que debe ser una política muy importante promover el uso de este tipo de automóvil. En el mundo hay muchas compañías que ya tienen este automóvil, sin embargo, en México hay muy poco sobre esto, prácticamente Honda es la única que ha promovido la venta de este tipo de automóvil, sin embargo, actualmente todas las compañías grandes productoras de automóviles eléctricos tienen su automóvil, tiene varias versiones de automóviles híbridos, y como pueden ver la trayectoria, el uso de este tipo de automóvil va creciendo anualmente.

Un vehículo híbrido y aquí vemos ya, o sea, de forma muy esquemática el uso de este tipo de vehículos donde vemos, por ejemplo vemos el tren motriz, el motor puede ser, en este caso sería un automóvil completamente, sería un motor eléctrico que es alimentado por electrónica de potencia, donde dice inversor, es un equipo electrónico de conversión de energía y ese equipo la

energía básicamente, lo común cuando pensamos en un equipo eléctrico es pensar en una batería eléctrica.

La batería, la limitante del uso extensivo de los automóviles eléctricos actualmente está dada por la batería precisamente, la tecnología se conoce del motor, la tecnología de control, la tecnología de la electrónica de potencia, el problema limitante fundamentalmente es la batería, qué problema tiene la batería para el uso extensivo de un automóvil eléctrico, pues la batería es lenta carga, para cargarla se requiere, o sea un tiempo excesivamente grande, la autonomía por lo general no es mucha, no es común un automóvil de gasolina que se rellene el tanque en cuestión de pocos minutos, no esa sí para la carga de una batería, y entonces a pesar de que la tecnología de la batería se ha desarrollado mucho en los últimos años, sigue siendo una limitante, yo diría que la limitante más importante del transporte eléctrico a nivel mundial, o sea el uso del elemento almacenador de energía.

Aquí sale ya lo que es el concepto, ahí viene como ultra capacitor, también se le conoce como súper capacitores, el súper capacitor no es otra cosa que un capacitor de alta capacitancia, donde los capacitores son elementos almacenadores de energía, o sea la energía se almacena en forma de campo eléctrico y la ventaja que tiene el súper capacitor sobre la batería es que precisamente la carga del súper capacitor se puede hacer de forma muy rápida y se puede almacenar en poco tiempo, en el orden del tiempo que demora en llenar un tanque de gasolina por ejemplo, en almacenar una gran cantidad de energía que puede ser utilizada en la tracción eléctrica.

Por ustedes pueden observar ahí por ejemplo que hay dos, o sea la izquierda dicen ultracapacitor y por supuesto tiene que haber una interfaz electrónica, que esto es también electrónica de potencia que es la que se encarga de la carga del supercapacitor y de la descarga del supercapacitor.

Por ejemplo, en el transporte eléctrico es un transporte que además de evitar la quema o sea la utilización de combustible y el problema ambiental que crea la generación de desechos por la quema de gasolina, etcétera, es muchísimo más eficiente que el uso de motores de combustión interna, o sea los motores eléctricos son mucho más eficientes y además el transporte eléctrico tiene una característica muy importante.

Cuando un coche eléctrico frena es posible recuperar la energía del frenado, o sea esa energía cinética se puede convertir de nuevo en energía eléctrica y almacenarse para utilizarse posteriormente cuando el vehículo eléctrico traiciona por ejemplo.

En un motor de combustión interna esto no es posible, o sea la gasolina se quema y esto ya no es posible regenerar este proceso, no es posible invertir este proceso. No podemos la energía cinética durante el frenado pues se pierde en forma de calor en lo que le llamamos balatas.

Esto es un desperdicio de energía enorme. Sin embargo en los automóviles eléctricos pues prácticamente se puede pensar en que la balata ya no sería necesario, o sea se puede la energía cinética durante el frenado se pudiera reconvertir en energía eléctrica y esta energía se puede almacenar ya sea en batería o en lo que nos ocupa actualmente en los supercapacitores. Entonces imagínense qué ahorro energético representa eso.

Aquí viene por ejemplo ya un caso de un automóvil híbrido, puede ver que dice, a la derecha, hay un rectángulo que dice batería y debajo viene otro rectángulo que dice supercapacitor. O sea puede usar tecnología de este tipo o sea es un automóvil eléctrico pero se puede usar ambas cosas. ¿Por qué razón? Porque la batería puede una mayor autonomía pero es de lenta carga, vamos a decirlo así. Sin embargo los supercapacitores son de rapidísima carga y entonces se pudiera hacer por ejemplo más eficiente el uso del motor eléctrico en el transporte eléctrico porque en caso de que se requiera un mayor par, una mayor aceleración o un frenado más brusco pues es más posible almacenar o extraer más rápido la energía de los ultracapacitores que no usando baterías. Entonces tecnología híbrida de este tipo también es factible y por supuesto donde dicen power inverter, es la parte electrónica de potencia que es la electrónica de potencia.

Aquí viene una foto, vienen donde se muestran supercapacitor, es un elemento pequeño, en la siguiente diapositiva se va a ver con una perspectiva mejor de su tamaño, a la derecha está una batería de supercapacitor, actualmente estamos en proceso de adquisición de una batería supercapacitor, estamos con ayuda del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal fomentando el desarrollo de un modesto en su etapa inicial laboratorio en el Instituto

Politécnico, en la ESIME Zacatenco, de precisamente de tracción eléctrica donde estamos haciendo ya investigaciones en esta área y por supuesto necesitamos recursos porque necesitamos adquirir tecnología y desarrollar tecnología.

Aquí se ve con más, pueden ver a la izquierda ya lo que es un supercapacitor o sea ese pequeño elemento que se ve ahí, se puede ver una pluma al lado, es increíblemente, o sea puede almacenar una cantidad enorme de energía, una cantidad relativamente alta de energía, es un capacitor de 800 faradios, eso hace unos años atrás era casi imposible pensar en una capacidad tan grande en un elemento tan pequeño, y al lado pueden ver ya una batería formada por diferentes de estos elementos donde esa batería por ejemplo la que estamos importando nosotros puede tener unos 70, 80 kilogramos y puede almacenar una gran cantidad de energía para el uso en los sistemas eléctricos, en los sistemas de vehículos eléctricos.

Aquí se puede ver también algo así como esto que le acabo de explicar, no solamente para vehículos, se puede usar también en este caso se puede observar un tren ligero, esta tecnología está colocada en el techo del tren ligero.

Actualmente en la Ciudad de México pues ahorita le voy a hablar un poco más del Metro, pero el Metro es un todo un sistema que consume anualmente una cantidad enorme de energía y prácticamente durante el frenado de los trenes prácticamente yo diría que más del 80 por ciento de esa energía se disipa en forma de calor porque no es posible reutilizarla. Entonces todo estos sistemas pues los tenemos a la puerta y en cuanto al desarrollo vinculado con la tracción eléctrica y el frenado eléctrico, nuestro país yo creo que tiene en un futuro próximo pues eficientar su transporte eléctrico, aumentarlo, porque es una necesidad ambiental y además eficientarlo sobre todo y el uso de esta tecnología permite precisamente eficientar el transporte eléctrico.

Aquí viene, esto es un ejemplo que está implementado ya en Shangai y en China, el uso de los supercapacitores, aquí hay otra variación que pueden en azul a la derecha, son supercapacitores, estos supercapacitores se utilizan ya en autobuses que circulan por el centro de la ciudad, o sea ustedes saben que en las grandes metrópolis pues lo que más se contamina precisamente son el

centro de la ciudad y no deben circular sobre todo transporte masivo, no debe ser con motores de combustión interna por un problema de contaminación, o sea el transporte del centro de la ciudad debe ser completamente eléctrico, al menos el transporte público.

Ya tengo entendido que se piensa en retomar la idea de los tranvías. Pero el transporte público en el centro de la ciudad deber ser básicamente eléctrico.

Una forma de hacer el transporte eléctrico, en la Ciudad de Shanghai por ejemplo se hizo como si fueran trolebuses, o sea ese autobús que ven ahí es completamente eléctrico, no es un autobús que tiene motores de combustión interna y bueno el problema que tiene el transporte eléctrico es que por ejemplo los trolebuses que actualmente se tiene en al Ciudad de México pues se necesitan las catenarias que son los cables de suministro eléctrico que se ven por encima, este autobús no se requiere de eso porque sencillamente está basado con la tecnología de supercapacitores y como los supercapacitores son elementos que se pueden cargar y descargar rápidamente, pues no sé si decirle trolebús, pero el autobús eléctrico puede llegar a un punto donde se cargue y eso tiene una autonomía para circular a la siguiente estación y se vuelve a cargar y así sucesivamente y no necesita cables de transmisión de energía y es un autobús completamente eléctrico. Es una tecnología muy atractiva y sobre todo para el uso en grandes ciudades y en el centro de la Ciudad.

Aquí hay otro elemento, o sea elementos almacenadores de energía hay muchísimos. Aquí hay un elemento muy interesante que es los volantes de inercia, aquí la energía se almacena en forma de energía cinética rotatoria, son unas masas que giran a alta velocidad y eso permite almacenar energía y en caso de que se necesite se vuelve a reutilizar.

Por ejemplo sistemas como estos podríamos pensarlos por ejemplo por qué no utilizarlo en el Metro de la Ciudad, en las estaciones, en donde los trenes frenan esa energía se almacena en sistemas de almacenadores de energía y después cuando sea necesaria pues se vuelve a reutilizar y eso efficientaría mucho el uso del Metro por ejemplo.

Aquí se pueden ver el uso de los supercapacitores, específicamente cuando se requiere altos picos de potencia, se puede ver en la parte superior izquierda, aquí se ven algunos trenes motrices, de automóviles eléctricos, donde se utilizan baterías y también ese específicamente es el de la Honda, el automóvil híbrido de la Honda.

Aquí pues es el uso, aquí se usa la máquina eléctrica en la tracción, es una máquina aquí en la Ciudad de México hay un fabricante de este tipo de motores, son motores de imanes permanentes ahí en Iztapalapa, es una compañía que se llama *Potencia Industrial*, muy competitiva, fabrica máquinas excelentes, la mayoría se exportan a Estados Unidos. Esto es pues prácticamente la forma, el control.

El proyecto, como les decía, que estamos sobre esto con el apoyo del Instituto de Ciencias y Tecnología, pues es un apoyo que es un proyecto que nos apoyaron con 2 millones de pesos, utilizando supercapacitores, actualmente tenemos a 4 estudiantes de maestría trabajando en esta área y tenemos una colaboración con la Universidad de Manchester, en Inglaterra.

Datos de interés por ejemplo, poniendo el ejemplo del Metro, pues cada vagón, cada tren del Metro tiene 9 carros, tiene 24 motores de 150 caballos, la potencia total es 3 mil caballos que es 2 mil 685 kilowatts, el peso del tren es de 300 toneladas y la energía cinética recuperable durante el frenado es de 6.8 kilowatt-hora.

De esta energía el potencial de recuperación de los motores de 7.46, lo cual quiere decir que se puede recuperar completamente. Sin embargo esto prácticamente el por ciento de recuperación de esta energía es prácticamente muy bajo, sumamente bajo.

El gasto anual por ejemplo en el Metro de la Ciudad de México es de mil 500 millones de pesos en cuanto a conceptos energéticos solamente y se puede lograr un ahorro mínimo con estos de un 20 por ciento.

Aquí viene el sistema de tracción usando el supercapacitores que además ya lo explique, estamos un poco cortos de tiempo y entonces no voy a entrar en detalle.

Aquí viene digamos en el caso del Metro de la Ciudad de México, lo que se conoce como built, que son los grupos de motores con las llantas, y este proyecto más o menos estamos adquiriendo cuestiones muy importantes para el desarrollo de este laboratorio que estamos diciendo en el Instituto Politécnico Nacional, y bueno pues con esto logramos desarrollar un laboratorio de investigación donde se promueva hacer tesis de maestría y doctora, impulsen la investigación experimental, asimilar nuevas tecnologías, formación de personal calificado e impulsar nuevos proyectos en las áreas de tracción eléctrica en otras áreas como la utilización del recurso energético renovable como es la generación eléctrica.

Entonces sería todo. Muchas gracias.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos las palabras del doctor Jaime José Rodríguez Rivas, y a continuación cedemos el uso de la palabra al maestro en ingeniería Carlos Villanueva Moreno, quien es físico por la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con estudios de ingeniería nuclear en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en Estados Unidos, y actualmente es coordinador del proyecto *La Ciudad Universitaria y la Energía por la Universidad*, y el día de hoy nos hará una exposición sobre el uso eficiente de la energía en la Ciudad de México.

Por favor maestro.

EL MTRO. CARLOS VILLANUEVA MORENO.- Mientras se abre la presentación voy a hacer un preámbulo breve. En la UNAM estamos desarrollando 21 proyectos relacionados con la energía en líneas de investigación de energía solar, energía de biomasa, el hidrógeno, el uso eficiente de la energía, diagnóstico y medición del consumo de energía y finalmente en desarrollar y promover la cultura energética.

En la presentación que le he dejado al coordinador de la mesa contiene una síntesis de los 21 proyectos que estamos desarrollando y por supuesto que en obvio de tiempo no voy a presentar aquí los 21 proyectos que me llevaría aproximadamente cinco horas presentarles la presentación completa, sin embargo disponen ustedes del CD que le entregué el moderador en donde vienen los 21 proyectos que estamos desarrollando, de tal manera que aquí

quien esté interesado en el detalle pues puede dirigirse a mí al final de la plática y yo les puedo dar mayor información.

Por lo pronto mi plática se va a centrar en el consumo de energía eléctrica tanto en el sector residencial como en el Gobierno del Distrito Federal, de tal manera que voy a hacer una presentación muy breve donde voy a enfatizar simplemente las cifras básicas que encontré del estudio de costo-beneficio del consumo de energía eléctrica para iluminación en el sector residencial y también posibilidades de ahorro en el consumo de energía eléctrica para iluminación en el sector oficial o sea el sector público del Distrito Federal.

En la Ciudad de México, en el Distrito Federal, hay aproximadamente dos y medio millones de consumidores residenciales a los que se les facturan 111 kilowatt hora mensuales y la tarifa media que estamos pagando es de aproximadamente de un peso 25 centavos el kilowatt hora.

Sin embargo la mayoría de los consumidores residenciales pagan la tarifa uno que es la tarifa más baja del sector residencial, aproximadamente 90 centavos por kilowatt hora, pero son la mayoría de los consumidores y estamos hablando de la mayor parte de las viviendas que hay en el Distrito Federal.

Sin embargo existe un segmento de consumidores, alrededor de 90 mil consumidores que estamos en la tarifa DAC que consumimos una cantidad importante de energía y pagamos una tarifa bastante más cara que el consumidor residencial común y corriente, casi 3 pesos por kilowatt hora.

Por consiguiente en este segmento de la población de consumidores residenciales que son el 3.4 por ciento del total consumimos el 17 por ciento de la electricidad de uso residencial en el Distrito Federal y aquí es donde sería mucho muy importante fomentar el ahorro de energía eléctrica.

La CONUE estima que el 26 por ciento del consumo residencial se destina a iluminación, es decir casi la tercera parte del consumo de energía en las residencias se dedica a iluminación y por consiguiente en el Distrito Federal cada mes se consumen 75 kilowatt hora, es decir 75 millones de kilowatt hora mensualmente para iluminación y más o menos eso equivaldría al consumo de casi 7 millones de focos incandescentes de 60 watts que en promedio estuvieran encendidos durante 6 horas diarias.

Ahora, si eso fuera el caso, si esa equivalencia fuera correcta, cada foco de este tipo va a consumir al mes casi 11 kilowatt hora y por consiguiente los usuarios pagarían por iluminación en sus residencias aproximadamente 36 pesos mensuales en su factura.

Ahora bien, en el caso de los residenciales, de la tarifa uno que son la mayoría como dijimos, aproximadamente tienen, tendrían instalado la equivalencia que establecí casi 6 focos de 60 watts instalados y su factura nada más sería de 22.30 mensuales, pero los usuarios de alto consumo, los de la tarifa GAT, casi tienen 14 o 15 focos de 60 watts instalados y su factura es muy elevada, 422 pesos mensuales.

Ahora, en el caso de los focos incandescentes de 60 watts, tienen la misma intensidad luminosa de 800 lúmenes que una lámpara fluorescente de 13 watts, que es esta precisamente, que es una tecnología comercial, cualquiera de nosotros puede recurrir a los centros comerciales donde se venden aditamentos eléctricos y la podemos comprar aproximadamente a un precio que en el caso de este par de lámparas que tengo aquí, pagué 60 pesos por ellas, el foco incandescente vale aproximadamente 4.50.

Entonces si fuéramos a reemplazar en el Distrito Federal los casi 7 millones de focos incandescentes por lámparas de 13 watt, este reemplazo tendría aproximadamente un costo entre 200 y 400 millones de pesos, eso dependería mucho del precio al que se pudiera comprar estas lámparas fluorescentes al mayoreo para distribución masiva en los consumidores residenciales del Distrito Federal. eso si fuera posible lograr llevar al ciento por ciento ese reemplazo de focos incandescentes por lámparas fluorescentes en las residencias del Distrito Federal, se estima que el ahorro cada mes en el consumo residencial sería de 59 kilowatt hora. Recuerden que el consumo total es como de 70 y tantos, de tal manera que el ahorro es muy importante, se ahorran el 70 por ciento del consumo eléctrico porque la diferencia de consumir electricidad con un foco de 60 watt y uno de 13 watt pues es considerable y dependiendo de la tarifa que estemos pagando puede resultar en un beneficio económico muy importante. La reducción sería aproximadamente de 74 millones de pesos en las tarifas de los casi poco más de dos y medio de usuarios residenciales en el Distrito Federal.

Otro beneficio muy importante además del ahorro en la factura mensual de consumo de electricidad de los residenciales, es que las centrales generadoras que suministran la energía eléctrica al Distrito Federal dejarían de emitir cada mes pues 38 mil 500 toneladas de CO₂, de tal manera que habría un beneficio ambiental muy importante por la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes.

Ahora bien, con la asesoría técnica del Fideicomiso para Ahorro de Energía Eléctrica y con el apoyo financiero de la CFE y tal vez de fuentes multilaterales como el Banco Mundial, por ejemplo o alguna otra institución de ese estilo, el Gobierno del Distrito Federal podría emprender una campaña para que los usuarios residenciales cambiaran los focos incandescentes por lámparas fluorescentes.

Ahora el problema técnico es nulo. Simplemente hay que destornillar el foco incandescente y atornillar el foco fluorescente. No tiene mayor chiste. La tecnología está desarrollada, es comercial. Se puede hacer sencillamente. El problema es más bien un problema de índole yo diría psicológico, el usuario escasos recursos que se va a comprar un foco a la tienda que le cuesta 4.50 y tiene al lado de 13 watt que les cuesta 45 pesos, pues inmediatamente se va por comprar e de 4.50 porque no tiene realmente conciencia de que esta inversión de 45 pesos en esta lámpara en muy corto plazo le va a redituarse beneficios muy importantes porque no tiene realmente la capacidad para poder hacer esa evaluación del costo beneficio del reemplazo de la lámpara, pero los beneficios pueden ser muy importantes y entonces más bien la campaña que el Gobierno del Distrito Federal puede realizar es una campaña de alta penetración para convencer a la población de la conveniencia de sustituir los focos incandescentes por focos o lámparas fluorescentes y además inclusive ya en algunos países del mundo, en Europa sobre todo, ya hay legislación que prohíbe la venta de los focos incandescentes al público, simplemente ya no se fabrican y está penalizado el seguirlos utilizando. De tal manera que este sería todavía una medida pues que tendría importancia desde el punto de vista legislativo para promover el ahorro de energía eléctrica, el consumo de energía eléctrica en el ambiente residencial.

Entonces cada lámpara fluorescente de 13 watt por ejemplo que los usuarios de la tarifa uno cambiaran, ahorrarían en su factura casi 8 pesos mensuales y los de alto consumo pues ahorrarían casi 25 pesos mensuales. Si como lo dije, estas lámparas costaron 45 pesos, pues la inversión que harían los usuarios de la tarifa uno visto desde el punto de vista de un proyecto de inversión, recuperarían su inversión muy rápidamente, en menos de 6 meses ya habrían recuperado su inversión y de ahí en adelante el ahorro en energía eléctrica sería neto al bolsillo del consumidor.

Realmente es un proyecto muy rentable aún para estos consumidores que pagan una tarifa relativamente baja y no se diga en el caso de los usuarios de la tarifa de alto consumo que en dos meses ya habrían recuperado su inversión con los ahorros en su factura mensual de consumo eléctrico.

Ahora también por supuesto que aunque de lo que he estado hablando en este momento, hasta este momento es la sustitución de lámparas en el sector residencial privado que es una tarea voluntaria de los varios que ellos tienen la opción de poder decidir hacerlo o no hacerlo y sobre todo lo pueden hacer si se les convence de los ahorros económicos que lograrían.

En el caso del Gobierno del Distrito Federal pues se puede emprender también un programa de sustitución de lámparas, luminarias, en los edificios, en las oficinas, talleres, bodegas, hospitales, escuelas y todas las instalaciones del Gobierno del Distrito Federal. No tengo las cifras de cómo consumen, cuánto consumen para ese propósito, pero por supuesto un diagnóstico que se hiciera a profundidad de cómo consume el Gobierno del Distrito Federal electricidad en sus instalaciones y en particular para la iluminación, para fuerza motriz por ejemplo en el caso del bombeo de aguas o para transporte eléctrico en el caso del Metro y del trolebús y otros medios de transporte eléctrico, pues se pudiera hacer un diagnóstico para hacer una evaluación técnica económica de la conveniencia de sustitución de lámparas en el caso de la iluminación y ver que efectivamente sería muy rentable para el Gobierno del Distrito Federal también hacer esta sustitución masiva en todas sus instalaciones, porque ahorraría una cantidad importante de dinero.

Por supuesto que los beneficios pues dependerían del tipo de luminarias que se tienen instaladas en todas estas instalaciones y de los respectivos precios

de las lámparas nuevas y las tarifas que serían aplicables a cada tipo de consumidor.

Ahora también quiero mencionar que se pueden lograr también ahorros muy importantes para el alumbrado público, para el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público porque según las cifras de la Comisión Federal de Electricidad recién publicadas en sus informes por Entidad Federativa, dice que en el Distrito Federal hay 346 usuarios para alumbrado público. Esto quiero entenderlo yo como que son que el Gobierno del Distrito Federal tiene 346 contratos de alumbrado público que son los puntos donde la Comisión Federal de electricidad le está entregando energía eléctrica para sus circuitos de alumbrado público y le factura mensualmente 68 mil kilowatt hora mensuales de consumo y pagan una tarifa muy elevada de alumbrado público, de las tarifas más altas de todas las tarifas que tienen los consumidores de electricidad en el país, creo que es la más elevada de todas, que es la de alumbrado público y pagan 2.82 pesos por kilowatt hora.

De tal manera que en este sector habría incentivos muy importantes para hacer ahorros en consumo de lámparas.

Esto implicaría pues sustituir los aproximadamente 260 mil luminarias que habría para alumbrado público en todo el Distrito Federal que más o menos tendrían en promedio 150 watt instalados y se pudieran sustituir por luminarias de 150 y pues habría un ahorro muy importante.

Entonces uno de los proyectos que ha emprendido la UNAM de los 21 macroproyectos de la Ciudad Universitaria en energía, precisamente se refiere al diseño, construcción y operación de una red de alumbrado público inteligente en el ámbito de la Ciudad Universitaria, con un centro de control desde el cual se le puede a cada lámpara, a cada luminaria que tiene instalado un dispositivo de radiocomunicación con el centro de control, se le puede monitorear su estado de operación, se puede prender y apagar esa lámpara o el circuito completo y se puede monitorear la necesidad de mantenimiento o de reemplazo de la lámpara en caso de falla.

De tal manera que estamos posicionados en la UNAM para poder ofrecer el apoyo al Distrito Federal, por ejemplo.

Entonces, de esa manera pudiéramos en la UNAM darle apoyo al Distrito Federal para transferirle la tecnología que ha desarrollado el proyecto 1-24 a cargo del doctor Roberto Tovar, para precisamente poder echar a andar un sistema de alumbrado público inteligente que permitiría ahorros muy importantes en la apertura mensual del Gobierno del Distrito Federal en materia de alumbrado público.

En el CD dejé al coordinador de la mesa, como dice aquí, se describen los 21 proyectos que tenemos en ejecución, uno de los cuales es el que acabo de mencionar y está a su disposición por la tecnología que ha desarrollado la UNAM en distintas materias para beneficio público y privado del Distrito Federal.

Muchas gracias, por su atención.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos las palabras del maestro en ingeniería Carlos Villanueva Moreno y en general por cada una de las valiosas reflexiones vertidas por los ponentes de esta segunda mesa del foro: *La ciencia aplicada al desarrollo*.

A continuación invitamos a nuestro auditorio a que formulen sus reflexiones y preguntas respecto a las ponencias de nuestros invitados a la mesa.

Cederíamos en este caso, a efecto de desahogar las preguntas de nuestro auditorio, el uso de la palabra a nuestros ponentes, conforme al orden el cual fueron exponiendo sus temas. Cedemos el uso de la voz al doctor Antonio Urbano Castelán.

EL C. DR. ANTONIO URBANO CASTELAN.- Gracias.

Preguntan si es favorable el Distrito Federal para sistemas de concentración.

De la red solarimétrica que tenemos en Zacatenco y que hemos cotejado con geofísica, más o menos en promedio el Distrito Federal tiene del orden del 5 kilowatt hora, arriba de los 18 megajoule por día por metro cuadrado.

Obvio, hay otras regiones más soleadas. En ese sentido todo el altiplano tendría un 30 por ciento más de energía y toda la parte norte semidesértica tendría un 40 por ciento más de energía.

No obstante, con esos 5 kilowatt hora por metro cuadrado, representa el 100 por ciento de lo que tiene Alemania en promedio de radiación solar y aquí la pregunta es por qué los alemanes están invirtiendo tanto dentro de su continente en instalar equipo solar, si tienen la mitad de recurso solar que tenemos nosotros y por qué nosotros no hacemos algo similar. De ahí la importancia de proyectos como aquí el doctor Tonatiuh.

Hay otra pregunta que dice: *cuánto costarían las estufas*. Yo siempre traigo este chicle, no es propaganda, pero éste me cuesta 50 centavos. Utilizar la estufa rural me cuesta 30 centavos por persona por día y pensando que va a durar 30 años la vida promedio del equipo, ustedes saquen cuentas si representa caro o no caro la inversión. No obstante, no he dicho cuánto cuesta.

3 mil dólares en un precio tentativo cuando lo prorratamos entre 30 años entre 300 días entre 10 personas, viene saliendo a 30 centavos por persona.

En el caso de la urbana, podría costar 100 mil pesos y si una casa de beneficio social cuesta 250 mil pesos, alguien me puede decir: *oiga, 100 mil pesos más*, pero déjenme decirles que esos 100 mil pesos más está representando 1.8 pesos por persona por día, si lo prorratamos a los 30 años de vida del equipo.

Aquí la pregunta es: si existieran mecanismos de financiamiento o de INFONAVIT que de bancos, que venden la casa más la autonomía energética, esquema que en este país no oímos, están dormidos nuestros banqueros, se podría destapar el aspecto industrial si nuestros banqueros vieran tantito a la cuestión energética, qué les parece dar una casa completamente autosuficiente en el aspecto de calor, de agua caliente, de climatización, para sustituir al energético primario que es o bien la electricidad o bien el gas LP que viene en un porcentaje ya importante importado.

No hemos explotado bien la cuenca de Burgos, qué nos queda como sociedad.

Básicamente las podemos resumir las preguntas porque se repiten en estas contestaciones que les he dado.

Gracias.

EL C. MODERADOR.- Cedemos el uso de la voz al ingeniero Tonatiuh Hernández Mújica, para que también desahogue las preguntas que le fueron formuladas.

EL C. ING. TONATIUH HERNANDEZ MUJICA.- Alguien pregunta que qué material reflejante usamos. Usamos un material muy económico que es película de poliéster metalizado que comercialmente se conoce como mylar metalizado o película espectra plata que la encuentran en papelerías grandes. Entonces es un material muy accesible, muy económico y muy bueno.

Fíjense que nosotros este prototipo que vieron en las imágenes, durante el año que lleva de prueba, un poco más de un año, hemos llegado a alcanzar temperaturas incluso de 75 grados. Estamos hablando que el material reflejante no es altamente especializado, porque los hay, se pueden encontrar en Estados Unidos, materiales reflejantes que incluso están hechos para resistir intemperie. El que usamos nosotros no requiere eso porque tenemos una cubierta de vidrio que protege ese material.

Aquí también preguntan que qué costo tiene. No sé si se refiere al material reflejante o al calentador solar. El material reflejante es muy económico, insisto, es de papelerías, se parece al material para envolver regalos.

Respecto al costo del calentador solar, nosotros nos fuimos a un criterio más de comercialización y por ejemplo los calentadores solares que se están instalando en los programas de *hipoteca verde*, son equipos de 150 litros que tienen un calentador solar del orden de cerca de 2 metros cuadrados. Nosotros vamos a sacar un aparato de 75 litros con un metro cuadrado, de tal manera que el costo del aparato va a ser menos de la mitad, estamos hablando del orden de 3 mil, 3 mil 500 pesos, que es mucho más accesible incluso que los equipos chinos, chiquitos, colectores muy accesibles.

Nos hacen aquí una pregunta respecto de la viabilidad técnica y económica de emplear para el servicio doméstico de estufas, calentadores e iluminación por medio de energías eléctrica de fuente solar.

Esto desde el punto de vista técnico sí es factible y de hecho se hace; desde el punto de vista económico, todavía no hay mucha factibilidad, les voy a decir por qué. Simplemente para el puro suministro de energía eléctrica en una casa,

vamos a volver al caso que les decía de los 5 kilowatt de consumo en una casa, necesitamos una instalación que cuesta casi 200 mil pesos en cuanto a celdas solares. Estamos hablando que necesitamos celdas solares fotovoltaicas, necesitamos acumuladores, necesitamos instalación, un inversor de frecuencia y todo esto anda entre los 150 y 200 mil pesos, nada más para lo que es energía eléctrica, pero en la casa también usamos agua caliente. Si la quisiéramos tener por medio de celdas solares, habría que duplicar ese sistema. Sí se puede, pero es muy caro.

Gracias.

EL C. MODERADOR.- Agradecemos al ingeniero. Cedemos el uso de la palabra al doctor Jaime Rodríguez Rivas, el cual también dará respuesta a las preguntas que le fueron hechas.

EL C. DR. JAIME RODRIGUEZ RIVAS.- Dice que si se puede implementar la tecnología a los supercapacitores de los sistemas eléctricos de potencia para almacenar energía eléctrica.

Todavía no. En los sistemas eléctricos de potencia los niveles de voltaje son muy altos, o sea, en México llega a más de 400 mil voltios y los supercapacitores son unidades cada una por separado es una unidad que solamente es de 3 voltios.

Entonces, para tener una posibilidad de utilizarlo, por ejemplo, en el transporte eléctrico como platicamos hace un momento, se necesita tener varias unidades en serie para poderla conectar, por ejemplo, a unos 100, 120, 150 voltios y después usar una unidad convertidora de corriente directa a corriente indirecta para subir el voltaje a niveles de unos 300, 400 voltios de corriente directa.

Entonces, prácticamente ahorita en estos momentos usar esta tecnología para niveles de voltaje tan alto para niveles de voltaje tan alto como los de un sistema eléctrico de potencia.

La vida útil del supercapacitor, es mucho mayor que la vida útil de una batería, que es el elemento almacenador de energía más utilizado actualmente. Una batería ningún fabricante la garantiza más allá para un uso por ejemplo automotriz, más allá de 2, 3 años, entonces sin embargo los supercapacitores está previsto que puede ser usado hasta por más de 10

años, o sea, la vida útil está entre 4 y 6 veces más que la de una batería común.

Me preguntan también que si en comparación con el capacitador común el porcentaje de energía eléctrica puede almacenar un supercapacitador, estuve haciendo unas cuentas un poco rápidas y es de más de 10 veces la energía que se puede almacenar con un supercapacitador, o sea, no sé si se fijaron cuando puse algunas fotografías, hay unidades de supercapacitores que hasta el momento se tienen de tres voltios a lo sumo, pueden alcanzar hasta los 1 mil 500 faradios, es una capacidad muy grande pero a un voltaje muy reducido todavía.

Entonces, la energía que se puede almacenar es, según cálculo, mucho más de 10 veces que la de un capacitador común, que son los capacitadores electrolíticos los que comúnmente se han utilizado con mayor capacidad de almacenaje.

EL C. MODERADOR.- Muchísimas gracias. Cedemos por último el uso de la voz al maestro en ingeniería Carlos Villanueva Moreno, el cual responderá a las preguntas formuladas.

EL C. MTRO. CARLOS VILLANUEVA MORENO.- Se me pregunta si se contempla el uso de luminarias con led de potencia para alumbrado y cuáles son las ventajas y desventajas que esto representaría y qué tipo de ahorros energéticos habría en relación a los costos que implicaría ese tipo de aplicaciones.

El proyecto que se está desarrollando en la UNAM del alumbrado inteligente, se está experimentando también con la posibilidad de desarrollar lámparas para alumbrado público que se requieren intensidades relativamente altas, con un conjunto de led, que de alguna manera se puedan acoplar de una forma tal que se permita hacer un símil de una lámpara de alumbrado público de las convencionales que actualmente se están utilizando, y no ha tenido buenos resultados, porque aparentemente los led más bien están desarrollados, cuando menos los que tienen disponibles ellos, para bajas intensidades de iluminación, y los costos todavía son muy elevados, de tal manera que aunque

técnicamente es posible desarrollar estas lámparas sobre todo para alumbrado público, resultaría prohibitivo su costo.

De tal manera que han estado trabajando con ello y además entiendo que hay dificultad para poder hacer la configuración de la lámpara, de tal manera que se puedan fácilmente remplazar las nuevas lámparas que fueran construidas con led, utilizando el arbotante y dispositivo donde están conectadas las lámparas actuales. Implicaría cambios en la instalación completa, de tal manera que no sería igualmente tan fácilmente implementar un programa de ese estilo.

Por otro lado, el uso de los led, entiendo cuando menos he visto que las aplicaciones en el sector residencial son más bien para iluminación en jardines o en pasillos o en zonas donde se requiere baja intensidad de iluminación o más bien para iluminación ornamental, no tanto iluminación que se requiere intensidad adecuada para trabajo por ejemplo o para lectura y no he visto por ejemplo comercialmente disponibles estas lámparas en los comercios, de tal manera que si no han entrado al comercio, es seguramente porque todavía su costo no lo permite.

EL C. MODERADOR.- Muchísimas gracias.

Durante el desarrollo de esta segunda mesa, denominada *Energía*, surgieron varias aportaciones y yo creo que una de las más claras y con la cual espero todos nos vayamos, después de estas intervenciones valiosas, es el hecho que existen alternativas precisamente hechas por mexicanos, que no necesariamente en este caso tienen qué ser importadas.

En algún momento durante mi formación yo recordaba a un profesor también en ciencias que decía: *México puede ser precisamente proveedor de tecnología para Centro y para Sudamérica, es un mercado que nosotros hemos dejado de lado*, y es precisamente la parte y ahorita con cada una de las aportaciones de los académicos que están aquí a mi lado, que surge de nueva cuenta esa ilusión y esa esperanza en el sentido de que tenemos qué hacer algo por nuestro entorno.

Nos hemos dedicado durante la última, en este caso el último siglo, a no ver lo que hemos venido construyendo, que en este caso lo hemos reflejado con este

cambio climático que día a día nos da precisamente una pequeña muestra de lo pequeño que somos.

Agradecemos la participación precisamente en este caso del doctor Jaime Rodríguez Rivas, muchísimas gracias; del maestro en ingeniería Carlos Villanueva Moreno, asimismo del doctor Antonio Urbano Castelán y del ingeniero Tonatiuh Hernández Mújica.

A nombre de los diputados integrantes de esta Comisión, agradecemos de nueva cuenta la asistencia tanto de ustedes como en este caso de nuestros académicos.

Mesa 3

LA C. MAESTRA DE CEREMONIAS.- Les invitamos a permanecer en el auditorio, ya que entrará la Mesa 3, que es *Medicina Regenerativa Aplicada al Desarrollo*, para lo cual pido la presencia del doctor Daniel Ascencio González en el presidium.

Como moderador de la mesa estará el licenciado Miguel Ángel Pacheco Mares.

EL C. MODERADOR LIC. MIGUEL ANGEL PACHECO MARES.- Gracias. Buenas tardes, bienvenidos aquí a este foro de ciencia, sobre todo agradecer a los que están aquí presentes, que finalmente es gente interesada en estos temas y sobre todo es una gran preocupación en este periodo legislativo es precisamente ir viendo cómo le vamos dando solución desde órgano a los problemas de la Ciudad de México, y no es menos la cuestión de lo que son los residuos sólidos, realmente es un problema que ya nos alcanzó, lo dirían algunos otros ponentes en las intervenciones anteriores, puesto que no tenemos ya espacio para poder depositar nuestros residuos sólidos de esta ciudad, ya hay un problema muy complicado y que el día de hoy este tema lo van a desarrollar nuestros invitados, son especialistas en el mismo y por favor yo le cedería la palabra a ellos.

Comenzaríamos precisamente con el ingeniero Enrique Alarcón Jiménez, quien cuenta con al menos 20 años de experiencia profesional. Su actividad académica es de 15 años, y ha colaborado con empresas nacionales y extranjeras como NISSAN y ABC PLASTICOS.

Por favor.

EL C. ING. ENRIQUE ALARCON JIMENEZ.- Buenas tardes. Muchas gracias por esta oportunidad para poder compartir las ideas y aquellos logros que hemos tenido respecto a este respecto a este proyecto.

En particular, lo que son los residuos sólidos en nuestra capital es un problema bastante severo, dado que de acuerdo a lo que vamos a ver en la siguiente presentación, prácticamente podemos llenar 9 veces el Estadio Azteca con los residuos sólidos que se genera en el Distrito Federal.

Una de las delegaciones más importantes que generan residuos sólidos es la de Iztapalapa principalmente por la Central de Abasto, pero esto para nosotros es un potencial bastante importante, ya que de ahí obtenemos una materia prima necesaria para poder llevar a cabo el proyecto.

En particular, las tendencias que tenemos en el reciclaje para el nivel mundial es que en países como Japón en el que prácticamente no hay espacio y lugar en el que se quisieran resguardar estos residuos es el mar, se utilizan para poder llevar a cabo cimbras para construcción, se establecen islas artificiales o bien se hacen calles y avenidas peatonales con residuo de llanta.

En el caso de Colombia que es un país muy cercano, nosotros con TETRAPAC, están haciendo paneles para construir casas, mobiliario para escuelas, entre otros aspectos.

En particular, el proyecto que nosotros estamos desarrollando, es crear cadenas de valor y que fomenta la reutilización de estos residuos sólidos, en particular está amparado este proyecto de investigación y es crear células de manufactura ciudadanas para generar productos utilitarios.

Pretendemos formación de técnicos en desarrollo de sistemas de aprovechamiento y de valorización de residuos sólidos urbanos no peligrosos, tenemos un laboratorio de investigación para realizar esto, todos los sistemas de producción.

También pretendemos crear una alternativa de empleo remunerado a la población adulta, perteneciente a sectores vulnerables de la población; minimizar el impacto ambiental, buscar beneficios fiscales y de reconocimiento de responsabilidad social para empresas participantes, así como creamos para que alumnos de instituciones de educación superior adquieran experiencia profesional previa, antes de integrarse productivamente a la sociedad.

También nos ayuda a fortalecer alguna serie de leyes, como es la de residuos sólidos del Distrito Federal, programas de acción climáticas del Distrito Federal y el programa de desarrollo del Distrito Federal de la actual administración.

En particular nosotros de este modelo que actualmente utiliza el Gobierno de la Ciudad para la recolección de residuos sólidos estamos introduciendo nuestra tecnología en esta parte, la cual separamos en la fuente de los residuos

sólidos, creamos las células de manufacturas ciudadanas y damos el tratamiento a estos residuos no peligrosos, de tal manera que puedan ser integrados al sistema económico.

Tenemos 3 etapas en esta cadena para la integración de la misma; el primero es el desarrollo del mercado que es una etapa de investigación, vemos cuáles son los residuos postproducción que son generados por las empresas.

De ahí definimos qué objetos utilitarios pueden ser en un momento dado desarrollados, en este caso las empresas utilizan señalamientos de higiene y salubridad, contenedores y algunos otros objetos utilitarios que pueden ser fácilmente desarrollados con esta tecnología y fabricados.

Se empieza a integrar la cadena de valor, se ve la viabilidad tecnológica y económica, se ven los incentivos fiscales a los que puede acceder la empresa, se ven los capitales ángel, los pedidos ángel también que se necesitan, se empieza a ver el arranque de la unidad de producción, se empieza a diseñar esta en etapa de instrumentación, se desarrolla material de capacitación y todo este material va orientado a personas de sectores vulnerables que no han concluido su educación básica más allá de secundaria o primaria.

Posteriormente se hace la asistencia técnica involucrando a alumnos de educación superior para que puedan ir haciendo mejoras en estas unidades de producción ciudadana, se habilita esta célula y se inicia la producción.

Actualmente nosotros contamos con una instalación de más de 1 millón de dólares en la que podemos desarrollar todos estos sistemas. Esta instalación es un laboratorio de investigación aplicada y de desarrollo que presenta Robustez Industrial, en la cual presenta al menos un 90 por ciento de los que piensan de nuestra Nación y en la que los sistemas de producción pueden ser flexibles y se pueden manufacturar productos combinando tecnologías convencionales y de última generación.

Se puede integrar innovaciones en administración y desarrollo de las operaciones y también permite integrarse sistemas de producción y de manufactura para eficientar la mejora productiva en los procesos que se manejan en las empresas, y estos posteriormente serían transferidos al sector productivo y al sector público de nuestra Nación.

En particular, hemos establecido un convenio con el sector empresarial a través de financiamiento del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Ciudad de México y hemos notado que en una buena parte del sector empresarial está utilizando el espacio, esto ya es una célula que se ha montado el año pasado y que se ha arrancado, la cual a través de un residuo porque es una empresa que se dedica a la manufactura de medidores de agua y en particular esta empresa tiene la tecnología de estos medidores de prepago y ha estado en el mercado durante más de 30 años y ha desarrollado alguna serie de tecnologías interesantes, tienen un residuo postproducción que es muy dañino al medio ambiente, que son las arenas quemadas que se utilizan en el proceso de fundición.

Entonces nosotros utilizamos esta arena quemada, desarrollamos y escalamos la tecnología a nivel industrial y vimos los incentivos que se pueden en un momento dado tener acceso que fueron publicados en el Diario Oficial, perdón, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 23 de agosto del 2007 por la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal y a través de una modalidad de Joint Venture, que es un aspecto muy importante que a través del gobierno chino, que hemos estado estudiando cómo ha sido su modelo de industrialización para que las empresas externas puedan invertir en este país chino, pues ellos únicamente lo autorizan a través de modelos de Joint Venture el cual se puede estar aprendiendo y se puede estar transfiriendo la tecnología.

Entonces a través de un enlace entre el sector académico, el sector productivo y el sector gubernamental, hemos creado un concepto que se llama "Fábricas-escuela extramuros, tutores empresariales" y esto nos permite fortalecer la ley del cooperativismo en el Distrito Federal para poder llevar a cabo estas acciones concretas.

En particular, uno de los elementos que nos diferencia con respecto a las incubadoras de empresa es el tener un capital ángel y un pedido ángel, así como los incentivos fiscales a los que se pueden hacer acreedores los empresarios.

En esta parte en la que en algún momento dado se necesitan fondar recursos y se lleva a cabo toda la inversión, es muy importante ver los incentivos fiscales, porque uno de los elementos más importantes, casi el 70 por ciento

del capital que un emprendedor tiene se va orientado a la inversión tanto del terreno como de la infraestructura que requieren.

En particular la inversión que nosotros estamos proponiendo es a través de incentivos fiscales que puedan ser donados o proporcionados por las empresas y en la subutilización de los espacios que tienen estas compañías, así como maquinaria y equipo que para ellos ya podría ser obsoleto y podría ser reutilizado y reintegrado al sistema económico.

Se hace la recolección de residuos postproducción, se llevan a cabo una serie de elementos en el cual se desarrollan en los productos, se desarrolla la tecnología y el recurso humano y posteriormente después a través de un sistema de regalías se tiene un círculo virtuoso para seguir de alguna manera teniendo recursos para mantener la investigación.

Éste es el modelo que nosotros estamos proponiendo, donde los residuos postproducción de empresas, de unidades habitacionales, así como de escuelas e instituciones de educación superior, pueden ser utilizados. En particular, en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, los retiros de protección civil de puntos de reunión son elaborados con residuos postproducción o con los residuos que se generan, de los empaques de las computadoras que llegan al centro de cómputo que nosotros tenemos.

Entonces de aquí se hace la gestión integral de los residuos, se tiene el sistema de recolección, se revalorizan algunos materiales, hay algunos incentivos fiscales, se tiene la célula de manufactura ciudadana, donde se elaboran estos objetivos utilitarios, pero también necesitamos personal que puede operar estas células de manufactura ciudadanas, son operarios, supervisores regionales, y en este caso a través de un proyecto que ya estamos trabajando con el Instituto de Ciencia y Tecnología, así como la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo del Distrito Federal, se está haciendo ya la primera célula de formación técnica y esto nos va a permitir a través del apoyo que se da mediante el laboratorio de sistemas productivos que es la célula de investigación para el desarrollo de todas estas tecnologías, el poder desarrollar estos productos utilitarios, que se pueden ir a los mismos generadores de los residuos o bien a otros sectores de la sociedad.

Algo muy importante que nosotros consideramos, es que estas células de manufacturas ciudadanas se pueden convertir en fábricas-escuela extramuros, ya que ustedes conocen que uno de los grandes problemas que tienen nuestros egresados de instituciones de educación superior es la experiencia profesional.

Entonces la mayoría de las empresas no permiten que existan personas sin experiencia profesional en sus operaciones, y entonces a través de los instrumentos como pueden ser proyectos de materia, proyectos de titulación, estancias profesionales, servicio social, solicitamos que nuestros alumnos estén en estas fábricas, que son las células de manufactura ciudadanas, puedan adquirir experiencia profesional, cumplan con una satisfacción social y a través de un periodo de tutores empresariales y de los Joint Venture, se cierre un círculo virtuoso para este tipo de actividades.

En particular llevamos dos experiencias previas, una para el Gobierno del Distrito Federal en la subdirección de señalización vial en la cual se desarrolló tecnología, toda esta maquinaria y equipo fue desarrollada y ensamblada y probada y operada en una primera instancia en la Universidad de nuestras instalaciones.

El piso que ustedes ven aquí está hecho con partículas de plástico, ya que nosotros somos uno de los principales consumidores de bebidas envasadas, entonces la tecnología se basa en tener en pequeñas partículas que posteriormente son aglomeradas mediante un biopolímero que está realizado a base de baba de nopal y fécula de trigo y harina de trigo, y entonces se desarrolló un piso para especificaciones industriales, aquí está la maquinaria que ustedes ven y posteriormente se desarrollaron letreros de señalización vial, que fueron montados en el Eje 6 Sur y Churubusco por personal de la Dirección de Señalización Vial.

Ahí están los convenios, se hizo el sistema productivo de preforma. En este caso uno de los problemas que tenemos de residuos sólidos en nuestra capital son los empaques de unigel, así como los vasos y materiales desechables para comida. Entonces estas señalizaciones que vieron en la fotografía previa, están hechas precisamente de unigel, se tuvo una ligereza y se tuvo una forma bastante para poder hacer el procesamiento.

Actualmente tenemos un convenio con una empresa que ya les había yo mencionado, en la cual se hizo la célula de manufactura ciudadana, tenían ellos maquinaria obsoleta que ya iban a vender por kilo, la tomamos, la rehabilitamos y se comenzó a hacer de un proceso artesanal, curso intensivo de mano de obra a realizar estas placas que posteriormente se convierte en esta propuesta de modular y posteriormente en este prototipo. Bueno ya producción piloto de modulares, en el cual el interior es arena quemada combinada con papel y aglutinada mediante el biopolímero que les he mencionado y que de alguna manera se puede imitar el acabado madera, el acabado mármol, y cualquier tipo de acabado que en un momento dado ustedes quisieran para representar la estética del mueble. Se tienen 9 componentes que se pueden combinar de diferente forma para obtener 16 muebles distintos.

Entonces estos son los objetivos del convenio del Instituto de Ciencia y Tecnología aporta los recursos financieros para poder hacer la habilitación de toda la célula, con lo que vieron en la maqueta virtual. Y bueno también es la idea de que diseñemos un instrumento de experiencia piloto para fábricas-escuela extramuros con alumnos de ingeniería industrial y mecánica de nuestra institución.

El convenio y si puede pasar a la siguiente. Entonces normalmente se está buscando tener la hélice de la vinculación en el cual la Academia, el Gobierno y la empresa estén involucrados en un proyecto en particular. Lo hemos logrado con muchos trabajos, está en el instituto de Ciencia y Tecnología como financiador de este proyecto, está la empresa compañía industrial y comercializadora de agua, SA de CV, y está la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la aportación de la tecnología.

Entonces este es el desarrollo de la primera célula de manufactura ciudadana y este tiene por objeto elaborar productos utilitarios que cubren en sociedades sociales o industriales y se utilizan materiales postproducción provenientes de un proceso de fundición, en este caso la arena sílica, quemada el polvo de bronce que se obtiene en el proceso de abrillantado del cuerpo del medidor y partículas de plástico que son todos los mecanismos de relojería que tiene el

medidor y que se trituran y luego ya se revuelven y son inviables desde el punto de vista económico separar.

Esta es la forma como lo realizamos, entonces la fuente generadora es proceso de fundición del cuerpo de medidor de agua, de ahí se tiene arena que presenta estas características. En el laboratorio utilizábamos una prensa manual de 50 toneladas, después ya nada más apretamos un botón y se obtienen las piezas a través de la maquinaria y equipo que proporcionó la empresa.

Se empiezan a experimentar con diferentes formas geométricas y tenemos una preforma aglomerada de arena y celulosa, esta preforma es ciega, ésta es con ventanas, posteriormente se le da un recubrimiento para hacer el acabado de la madera que ustedes consideren.

De aquí consultando patentes que son de dominio público, vimos alguna patente china y a través de papel de envoltura, se puede hacer la imitación madera y nos reduce bastante los costos.

Aquí ya estamos en lo que es la célula de manufactura ciudadana. Están nuestros alumnos realizando actividades específicas de mejora, en lo que es el concepto de fábrica-escuela. Se están realizando operaciones dentro de la célula de manufactura y se obtienen los objetos utilitarios que ya habíamos mencionado.

No únicamente se han realizado modulares o muebles para poder llevar a cabo la reutilización de estos residuos postproducción. Como les había mencionado, en nuestra institución nosotros hemos hecho junto con la Oficina de Protección Civil, los señalamientos de punto de reunión, algunos señalamientos para personas con capacidades diferentes, se puede hacer cimbra para construcción, contenedores para residuos sólidos, objetos para escuelas, objetos para niños, letreros especiales para empresas, puertas, mobiliario, etcétera.

Este es el ejemplo de la cadena de valor, el cual la empresa CONDUMEX sustituyéramos la madera que ellos utilizan para el empaque y embalajes de cables de alta y baja tensión, y ellos a través del desperdicio de cable de PVC

que tienen para sus conductores eléctricos, entonces CONDUMEX aporta estas partículas plásticas.

En el caso de Sherwin Williams, es porque nosotros estamos ubicados en la zona industrial de Vallejo, con horror residual de su proceso de fabricación de pinturas acrílicas creamos una piel, espiga con toda la harina y materiales que no son aptos para consumo humano porque tienen contacto con grasas, caen al piso y ya no son comercializables, los tomamos del mercado de Azcapotzalco los residuos de nopal, que son eliminadas las espinas, con eso hacemos el biopolímero.

Entonces las diferenciales que tenemos es que fortalecemos el programa de gestión integral de residuos sólidos para el Distrito Federal, el programa de acción climática para la Ciudad de México, en los rubros de energía residuos y educación, integramos cadena valor que utilizan residuos postproducción de las empresas, aprovechamos el espacio utilizado por el sector empresarial en sus instalaciones; creamos acciones integrales para la aplicación de las leyes del cooperativismo del Distrito Federal y difundimos incentivos fiscales tanto locales como federales a las que pueden acceder a las empresas que en un momento dato están dentro de este programa.

¿Qué es lo que buscamos nosotros? Como universidad buscamos integrar la tecnología y tener tecnología ciudadana para que sean usuarios convencionales que puedan usar y estar en vínculo con el país.

Muchas gracias y estoy a sus órdenes.

EL C. MODERADOR.- Muchas gracias por su intervención al ingeniero Enrique Alarcón Jiménez.

Solicitamos a la doctora Lorena L. Pedrazas Segura, quien es maestra en biotecnología por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, ha realizado proyectos en producción de biocatalizadores para la obtención de precursores de antibióticos, semisintéticos, producción de bioindicadores para esterilización, metabolismo de carbono, levaduras recombinables, destreza en levaduras productoras de etanol y producción de etanol a partir de residuos lignocelulósicos.

Doctora, le cedemos el uso de la palabra.

LA C. DRA. LORENA L. PEDRAZAS SEGURA.- Gracias. Antes que nada, quiero agradecer la invitación a este foro.

Ya pasaré a la presentación. Este proyecto es un proyecto Fomix que tenemos con el ICIT y es para la utilización de los residuos sólidos, la fracción orgánica de los residuos de la Central de Abasto para la producción de Etanol.

Entonces ese es el título completo. Les decía, este proyecto entró a la convocatoria del 2008 que respondía a estas demandas específicas sobre el manejo de los residuos.

Rápidamente nada más como contexto, ésta es la definición de los residuos sólidos, específicamente son los que se generan en casas habitación, que son el resultado de la eliminación de los materiales utilizados en las actividades domésticas, todos los productos que consumimos, sus empaques, embalajes, etcétera.

Asimismo, son los productos derivados de actividades comerciales, ya sea en locales o en vía pública, que tienen las características domiciliarias, porque hay otros residuos que ya están especificados por ley que son los biológico infecciosos o derivados de hospitales o de otras actividades. Estos son más bien como el tipo de residuos de las casas y de negocios como pueden ser restaurantes, mercados, etcétera.

La composición promedio, que obviamente varía de los residuos sólidos urbanos en un 53 por ciento, son residuos orgánicos, el 28 por ciento son residuos que se pueden reciclar, ya sean vidrios, cartón, papel, etcétera, y el 19 por ciento son otros materiales.

Ahora los residuos orgánicos tienen la capacidad de poder ser utilizados para diferentes procesos o para diferentes aplicaciones. Por una parte generan problema porque al ser orgánicos son de fácil descomposición, pueden descomponerse, pueden generar olores, fauna nociva, etcétera, y de hecho son algo que no se está utilizando.

En el caso específico del proyecto se aboca a los residuos de la Central de Abasto de la Ciudad de México, que es la que está ubicada en la Delegación Iztapalapa.

Esta es una tabla de residuos de la Central de Abasto, no está completa, sino que es el tipo de residuos a los que me estoy enfocando. De estas tres zonas que son el área de frutas y legumbres, flores y hortalizas y el mercado de subasta, nada más de esas zonas, se generan 885 toneladas por día, y de esas 885 toneladas, 760 son residuos orgánicos, que una pequeña parte se compostea y lo demás se desecha pero sin un tratamiento previo. Entonces esto sí genera un problema o lo que les comentaba hace rato, se descomponen rápidamente porque son residuos de frutas, de verduras, herbáceos, etcétera, y esos se descomponen fácilmente.

Entonces qué hacer con esos residuos orgánicos, se pueden hacer varias cosas, pero bueno, una es el composteo y la otra es la producción de energía, ya sea como biogas en la producción de biocombustibles y producción de energía por gasificación, o sea son diferentes metodologías de atacar el problema; unas son digamos biológicas como son los biocombustibles y el biogas, porque ahí intervienen organismos vivos o parte de ellos y la gasificación que es más bien bioquímico.

Entonces en el proyecto nos estamos dedicando a la parte de biocombustibles, que son los combustibles que se obtienen a partir de la biomasa, la biomasa son todos los residuos de tipo orgánico, pero se aglomera en este término, pueden ser residuos agrícolas como rastrojos, paja, etcétera, residuos forestales, agroindustriales, sólidos urbanos que es la parte orgánica y estos residuos se pueden utilizar como les comentaba para obtener los biocombustibles.

En este caso está el biogas, el etanol y el biodiesel, que éste es digamos, es como el esquema de la energía solar que es captada por las plantas, cumplen su ciclo vital y esta energía se transfiere, ya sea a los animales que la consumen y una parte de ella pues por ejemplo es todo lo que ven en la parte de la derecha son residuos, ya sea paja, ya sean residuos forestales, pero son residuos que finalmente ocupan un lugar y no han tenido como mucho aprovechamiento.

Ahora específicamente tratamos de aplicar los residuos de la Central de Abasto para la producción de etanol, por qué, porque mediante un estudio que ya realizó la Secretaría de Energía en conjunto con otras secretarías, se ha visto

que el etanol puede ser sustituto y eso lo vimos en la mañana en la parte de energías del agotamiento de los combustibles fósiles, se ha visto que etanol puede ser un sustituto parcial en el caso de las gasolinas, ya sea como una mezcla de gasolina etanol, una mezcla de etanol en vez de los éteres que se utilizan para oxigenar las gasolinas, especialmente las de las zonas metropolitanas o más bien ahora sustituir los éteres que se utilizan en las gasolinas, son derivados del etanol y sustituirlos por éteres derivados del etanol. Por eso se planteó o la Secretaría de Energía en su estudio planteó diferentes escenarios.

Esta es la tendencia que sigue hasta el año 2018, la demanda de etanol para los diferentes escenarios, el que dice E1 es la sustitución de éteres de metanol por los de etanol; el escenario 2 es la sustitución de los éteres por alcohol tal cual, y el escenario 3 que sería el de más largo plazo, es la mezcla del 10 por ciento de alcohol y 90 por ciento gasolina, que es como ya se está utilizando ya en varias ciudades en Estados Unidos. Si ven la demanda es muy alta. No se pretende que con los residuos, por ejemplo de la Central de Abasto se pudiera cubrir toda, pero sí mediante otro tipo de residuos como son los agrícolas o los agroindustriales.

Ahora, el rendimiento de etanol por tonelada de residuo varía mucho, varía desde la caña de azúcar que tiene 70 litros de etanol por jugo de caña, no por residuo, hasta los residuos de tipo paja, bagazo, que tiene alrededor de 260 litros por tonelada.

En el caso de los residuos del tipo de los mercados o de los residuos de reacción orgánica, el rendimiento es ligeramente menor, está entre 180 y 200 litros por tonelada. Todo esto se oye bien y demás, pero por qué no se está utilizando o por qué no se está produciendo ya el alcohol a partir de tantos residuos como se generan en México, porque no nada más son los residuos sólidos urbanos, en México se generan millones de toneladas anuales de paja, bagazos, restrosos, olotes, etcétera.

El problema es que la materia prima para la formación del etanol, sería por ejemplo en este caso la celulosa y la semicelulosa que son fracciones que componen la pared celular.

En la parte derecha ven la celulosa, que es una cadena de azúcares sencillas que pueden ser utilizadas por levaduras para producir el etanol o el alcohol.

En el caso de la semicelulosa es otra parte que protege a la celulosa y esa es una mezcla de dos tipos de azúcares, pero también hay otro tipo de levaduras que pueden utilizar el azúcar para producir etanol.

Sin embargo como ven, esa es una estructura de una pared celular, no es accesible por un lado y por otro las levaduras no pueden usar esas cadenas largas, tienen que usar cada una de esos componentes las unidades, digamos, tiene que ser una azúcar sola, no pueden ser cadenas porque las levaduras no tienen las capacidades.

Por esto es que en el proyecto se va a hacer este tipo de procedimiento para poder llegar a tener el etanol. Es caracterizar el residuo y en especial éste porque es muy variable y ya hemos hecho recolecciones de residuos y ha variado en cuanto a composición, desde el porcentaje de humedad, el porcentaje de ciertos componentes estructurales.

Por ejemplo la pectina, la pectina es un componente muy abundante de las cáscaras de frutas y verduras. Entonces en las caracterizaciones que ya hemos hecho hemos visto que varía esto, la cantidad de almidón, etcétera, por eso es que se va a aplicar un tratamiento físico-químico, más que nada para fraccionar estas partes de la pared, después mediante enzimas o proteínas con actividad catalítica se romperían estos polímeros o estas fracciones grandes y en las unidades. Entonces una vez que obtengamos esas unidades, ya pasan a la fermentación cada una con un tipo diferente de levadura y a la producción de etanol.

Por otro lado en el Proyecto tenemos el aislamiento de microorganismos como parte importante, por qué, porque los componentes biológicos del proceso los tenemos que adquirir de fuera. Si nosotros logramos tener microorganismos que hagan este tipo de actividad va a ser más sencillo o menos dependiente del exterior nuestro proceso.

Entonces los objetivos del proyecto son el tratamiento que es lo que les comentaba, fraccionar los componentes estructurales del residuo y el

aislamiento e identificación de los microorganismos que pueden ayudarnos al proceso.

La hidrólisis o la estructura de las cadenas largas en sus componentes más sencillos y la fermentación, tanto de un tipo de azúcares como del otro.

Ahora, este proyecto lleva más o menos de agosto para acá, pero sí hemos logrado avanzar en varios aspectos. Por ejemplo, ya hemos aislado microflora, de los residuos de los dos lotes que hemos trabajado, tenemos alrededor de 20 tipos de microorganismos, entre levaduras y hongos que crecen sobre los mismos componentes del residuo, entonces eso ya nos da un indicio de que podemos tener algo que nos auxilie o que nos haga más fácil nuestro proceso, de hecho las fotos de abajo no son de Internet, son fotos ya de organismos que hemos aislado; el de la izquierda es una levadura y el de la derecha es una bacteria.

Estos se van a identificar porque necesitamos saber qué son para ver también si los podemos utilizar, que pudiera pertenecer un grupo patógeno o que provoque infecciones, enfermedades, entonces no lo usaríamos. Entonces los estamos identificados por métodos bioquímicos y posteriormente se van a identificar por métodos de biología molecular.

Por otra parte también ya se caracterizó el residuo, es decir, ya se sabe el porcentaje de celulosa, de pectina, de almidón, etcétera, que compone cada uno de estos lotes.

Próximamente estamos iniciando la caracterización de un hongo que tenemos identificado, que crece en la fracción más abundante de los residuos para evaluar su aplicación al proceso. Esto nos nivelaría digamos de estar consiguiendo las encimas fuera.

Por la parte del pre-tratamiento, nos hemos fraccionado mediante vapor y con una concentración baja de ácido y la evaluación global preliminar porque todavía falta hacer más trabajo para sacar ciertos modelos, tener digamos los parámetros del proceso, nos está dando un rendimiento de entre 70, 80 por ciento para ambos tipos de azúcares. Estos son resultados adecuados.

Los reportes para otro tipo de material como el rastrojo de maíz está entre 80, 90 por ciento, pero ya digamos en un proceso completo. Entonces esto quiere decir que todavía podemos seguir mejorando esto.

La segunda etapa que estamos por iniciar, pensamos recolectar más residuos, identificar ya a nivel molecular nuestros mecanismos y empezaría ya a caracterizar qué encima producen, cuánta producen y si sí realmente nos conviene utilizarlos.

Tenemos un reactor de 2 litros en los que vamos a empezar las pruebas. Recientemente la semana pasada, llegó el reactor de 20 litros que fue que adquirimos con los fondos del proyecto y vamos a empezar ya también la hidrólisis enzimática de los residuos tratados, así como las pruebas de fermentación con las levaduras de control digamos las que tenemos de separios o las que tenemos de colección y las que ya empezamos a tener aisladas y purificadas de los residuos que hemos recolectado de la central de abasto.

Eso es todo, muchas gracias.

EL C. MODERADOR.- Gracias, doctora Lorena L. Pedrazas Segura por su intervención.

A continuación damos el uso de la palabra al doctor Simón González Martínez, quien es especialista en procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales.

Desde 1985 es investigador nacional y entre sus distinciones más importantes destacan los premios nacionales de ciencia y tecnología de alimentos, 1985; Miguel A. Urquijo, también en 1985

Recibió en 1992 la condecoración Alejo Zuloaga, y ha sido invitado a más de 50 conferencias especializadas.

Doctor, le cedemos la palabra.

EL C. DR. SIMON GONZALEZ MARTINEZ.- Muchas gracias. La idea era que saliera la foto.

¿Ya se escucha mejor? Bien, este proyecto es igual que los otros pertenece a un Fomix, del Gobierno del Distrito Federal con el CONACYT a través del

Instituto de Ciencia y Tecnología, y este proyecto está en una primera etapa, estamos apenas terminando la primera etapa y los resultados son apenas parciales y voy a platicar más que nada sobre la conceptualización y el concepto del proyecto.

De alguna manera la presentación de la doctora Pedraza me está simplificando la existencia, porque de alguna manera ella ya explicó algunas de las características del procesamiento de los residuos.

En el caso de nuestro proyecto, pretendemos aumentar la capacidad de la basura para producir biogas.

Cuando hablamos de biogas, estamos hablando que el biogas es producto de una serie de reacciones bioquímicas de algunos microorganismos que son comunes en el planeta, se encuentran prácticamente en todos lados y que lo único que hacemos nosotros es manipularlos para lograr algún objetivo específico.

Si hablamos de la materia orgánica en general, llámese nuestro producto en este caso sería la basura orgánica de la Ciudad de México, podemos alimentarla a los microorganismos para que estos microorganismos en una primera etapa hagan una hidrólisis que también lo mencionó la doctora Pedraza, esa es una ruptura de las grandes moléculas más pequeñas, porque si no los microorganismos no tienen la capacidad de usarlas como alimento.

En pocas palabras son muy grandes, es lo que yo llamo el concepto del pollo rostizado. En pocas palabras el pollo rostizado no nos lo podemos comer como tal, tenemos que cortarlo en parte para poderlo ingerir. En pocas palabras, es lo que hacen los microorganismos en una primera etapa, es la hidrólisis, es cortar estas grandes moléculas en pequeñas, para entonces poderlas ingerir.

Después viene la segunda parte que sería la metabolización en una primera etapa de estos alimentos que se denomina fermentación y por último entra otro grupo de microorganismos posteriormente que se alimenta de los productos de la fermentación que son el acetato y el hidrógeno o en este caso también serían también los ácidos grasos volátiles que son moléculas muy pequeñas que le servirían de alimento para entonces al final producir metano, que a fin de

cuentas el metano es lo que conocemos como biogas, es lo que en México se comercializa como gas natural.

En la práctica el biogas es una mezcla de metano y bióxido de carbono y que por cuestiones naturales se encuentra casi siempre en una relación de metano entre 60 y 70 por ciento y de bióxido de carbono entre 30 y 40 por ciento; y esta concentración de metano es necesaria, porque si no, si baja su concentración entonces el gas deja de ser combustible.

Pero lo importante de este paso es que la hidrólisis es el paso limitante dentro de la actividad bioquímica y por eso es que este proyecto se centra en estudiar cómo mejorar esta parte de la actividad bioquímica. Entonces lo llamamos un paso limitante.

Aquí transcribo literalmente los objetivos del proyecto.

Primero es proponer y analizar distintos métodos de pretratamiento de los residuos. En pocas palabras, lo que pretendemos hacer es darles un tratamiento previo a los residuos sólidos o los residuos orgánicos de la Ciudad de México para que posteriormente puedan ser mejor utilizados por los microorganismos para convertirlos en biogas. Entonces estos pretratamientos son el punto central de nuestro proyecto.

Entonces tenemos algunas consideraciones. Primero, que los microorganismos viven y se alimentan en medio acuoso, en pocas palabras, sin agua no hay vida y los microorganismos hacen las transformaciones únicamente en presencia de agua en grandes cantidades.

Después de lo que acabo de explicar, los organismos se alimentan de sustancias disueltas, en pocas palabras, de moléculas muy pequeñas.

Por último, la otra consideración de nuestro proyecto es que le podemos quitar las sustancias disueltas a la basura para facilitarles el trabajo a los microorganismos. El postulado es el postulado.

Yo lo haría un símil con el de las naranjas. Cuando vamos al súper y compramos una naranja llegamos y la exprimimos, nos tomamos el jugo y el bagazo lo tiramos. Entonces tal vez para nosotros ese bagazo no sea un

alimento directo, pero sí lo puede ser para los microorganismos, entonces nos centramos en ese bagazo como una fuente de alimento para microorganismos.

Esta es una forma de clasificación de los residuos sólidos y vemos que hay 3 categorías, uno que sería, perdón, la Clase A, lo que serían los inertes estables; después viene la Clase B, que serían los altamente deformables; y por último la Clase C, que son los biodegradables; y si dentro de este diagrama de 3 fases metemos los resultados de las caracterizaciones, vamos a ver que se forman grupos.

Estados Unidos está diferente al resto del planeta porque en Estados Unidos usan trituradores domésticos con el agua, donde echan los residuos orgánicos y los residuos orgánicos triturados los arrastran con aguas y terminan en las plantas de aguas residuales no en los rellenos sanitarios. Pero lo que sería la composición de Europa y México, en México andamos en una región similar a la de Europa, esto quiere decir que nos estamos clasificando, más bien nos simplifica la vida saber esto porque entonces sabemos que la separación de los residuos orgánicos del resto lo podemos hacer por vías ya bien conocidas y estudiadas, que son las europeas.

Entonces aquí tenemos una serie de muestreos que se han hecho en diferentes lugares, y aquí tenemos por ejemplo las de Aguilar, Medina, la de Xica y otra de Aguilar, y además estos dos rellenos en el Relleno Sanitario de Tlalnepantla, no es Distrito Federal pero digamos que no está lejos, pero podemos entonces generalizar dónde estamos, en qué posición nos encontramos.

La Ciudad de México tiene esta clasificación que es la que se encuentra en la legislación, en el Reglamento de Residuos Sólidos del Distrito Federal, y donde vemos la parte importante que ya se mencionó anteriormente por la doctora Pedraza, decía o hablaba del 53 por ciento, en esta hablan del 52, en otro estudio hablan del 51, en otro hablan del 49 por ciento, pero digamos que esta es la versión oficial, donde vemos que el 52 por ciento es material orgánico que actualmente lo estamos tirando a los rellenos sanitarios y que es un material que podemos aprovechar.

Esto sería parte de nuestros resultados. Lo que hicimos es, con un equipo de personas, principalmente estudiantes, fuimos a las 13 estaciones de transferencia de residuos sólidos del Distrito Federal y se hicieron análisis de lo que se llega ahí, este es un resultado de diciembre de 2009, en donde vemos que la fracción de los residuos orgánicos en estas delegaciones varía mucho, varía desde este valor que sería el más bajo en Milpa Alta, y ahorita les explico por qué, hasta el más alto que sería en Iztapalapa.

¿Por qué Iztapalapa? Iztapalapa es por la Central de Abastos, ahí se encuentra la Central de Abasto, entonces la fracción orgánica es muy alta por esto.

En Milpa Alta no, porque Milpa Alta tiene un sistema de separación de residuos orgánicos in situ bastante exitoso, entonces esto quiere decir que los residuos orgánicos no llegan a la estación de transferencia. Esto quiere decir que sí funciona el proceso de separación.

Entonces si tuviéramos que centrarnos para hacer un análisis de la fracción orgánica y cuánto le podemos sacar, pues podríamos sacar un promedio de esto, que como ustedes pueden ver anda por el orden del 45 por ciento y no tanto del 52 por ciento, pero estas son las diferencias de nuestros muestreos con los del Reglamento.

Esto es un proceso que está teniendo actualmente éxito en Europa, es el proceso del BTA, es un proceso de origen alemán pero que está siendo usado con mucho éxito, el mayor éxito es en España.

Se trata de lo siguiente. Lo que es la basura orgánica, o sea, la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, se separa en los metales que puede traer y se mete a este tanque que se denomina "pulper", no existe traducción, es así como hacer pulpa los residuos orgánicos, se meten en un tanque con agua residual, se mezclan de tal manera que se obliga a lixiviar la basura, en pocas palabras, con agua se arrastran los residuos solubles y se obtiene una mezcla que posteriormente se envía a pasteurización, se tienen que matar todos los microorganismos que vienen con la basura y después con centrífugas se separa la parte sólida y la líquida.

La fase líquida se envía entonces a un reactor metanogénico, es para producir biogas. En pocas palabras, con agua se arrastra el material que se pueden comer los microorganismos.

La parte sólida se mete entonces a un reactor de hidrólisis, este reactor lo único que hace es parecido a lo que propone la doctora Pedraza, es romper esas grandes moléculas por algún medio, de tal manera que vuelvan nuevamente esas moléculas al agua y que posteriormente entonces se vuelva a mandar a otra centrífuga donde se separa el sólido del líquido, el líquido se vuelve a meter al reactor de biogas y el sólido se transforma en composta o en alguna otra cosa.

Este proceso es un proceso digamos desde el punto de vista de biotecnología un proceso bastante transparente, bastante sencillo, pero obviamente estas compañías jamás dicen cómo le hacen porque todas estas patentes tienen trucos. Entonces estos trucos se encuentran en este reactor de aquí y en este otro, y nosotros nos estamos concentrando realmente en saber cómo realmente funcionan esos sistemas para separación de la fracción líquida y de las sustancias que pueden ser transformadas en biogas.

Claro, entonces desde el punto de vista proceso nuestra respuesta, esto parece muy complicado pero no lo es, no se preocupen, es: la fracción orgánica se tritura en presencia de agua y de aquí sale el material disuelto y por otra parte sale el materia sólido, en pocas palabras el bagazo, ese bagazo es de especial interés porque, como dice la doctora Pedraza, tiene mucha celulosa y esa celulosa puede ser posteriormente transformada para utilizarse como alimento de microorganismos.

Después se vuelve a reducir el tamaño, se vuelve a sacar con más agua lo que se pueda arrastrar sucesivamente y el bagazo que va saliendo de cada paso se analiza y entonces se le da el pre-tratamiento que proponemos nosotros en nuestro proyecto, en una es un pre-tratamiento ácido, en pocas palabras es hacer una hidrólisis con ácidos o con una base para hacerlo alcalino, o aplicar enzimas comerciales, como pueden ser las que se consiguen en el mercado para otros procesos diferentes y así de esta manera convertir todo de alguna manera en sustancias disueltas que puedan pasar a un procesos de hidrólisis y acido-génesis para posteriormente transformarlo en biogás.

Como resultados esperados, como ya dije, se trata de recuperar la mayor parte de las sustancias disueltas que tienen los residuos sólidos y que puedan ser metabolizados posteriormente para su acidificación y producción de biogás.

Por último, que es a fin de cuentas a lo que debemos de tirarle siempre, es a reducir la cantidad de la fracción que se lleva a confinamiento a los rellenos sanitarios.

Con esto concluyo. Muchas gracias.

EL C. MODERADOR.- Damos las gracias al doctor Simón González Martínez.

Damos la palabra al doctor Luis Raúl Tovar Gálvez, que es profesor investigador en el CIEMAI del Instituto Politécnico Nacional, ingeniero químico egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, maestro en agricultura de la Universidad de Tohoku, en Sendai, Japón, y doctor en nutrición de la Universidad de California, en Berkley.

Ha publicado 35 artículos en revistas internacionales y nacionales y tiene 3 patentes cuyo titular es el Instituto Politécnico Nacional. Le damos la palabra al doctor Luis Raúl Tovar Gálvez.

EL C. DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ.- Muy buenas tardes. Muchas gracias a la Asamblea por la invitación y al ICI por invitarnos.

Todo el mundo debe estar muriéndose de hambre ahorita, estoy seguro, yo ya, entonces voy a ser sucinto y rápido.

Me tocaba hablar de la gestión integral de los residuos sólidos, van a ver que esto de lo que voy a hablar es efectivamente gestión integral de residuos sólidos.

Lo que nosotros hicimos fue nos metimos a la Central de Abastos de la Ciudad de México, que es un mundo extraordinario, como lo van a poder ver, si es que no la conocen, seguro la deben de conocer, pero es un mundo ciertamente fascinante, nos costó mucho trabajo entrar por múltiples razones que poco a poco les voy a comentar.

Estos son mis colaboradores: tengo un estudiante de doctorado que trabaja con nosotros, un estudiante de licenciatura que acaba de concluir y una colaboradora, que es la doctora Gutiérrez.

Aquí está la definición de la gestión integral, yo no quise entrar a esto porque me iba a perder y lo único que nos está diciendo es cómo hacerle para manejar de una manera inteligente los residuos sólidos y urbanos que se generan en una ciudad como ésta.

Lo que les voy a platicar van a ser un poco datos de la Central de Abastos de la ciudad, los residuos generados en los mercados del DF, el relleno sanitario Bordo Poniente, campañas para mantener limpia la CEDA.

Lo que nosotros intentamos o hicimos, más bien, fue comparar la composta y la digestión anaerobia que mis predecesores, la doctora Pedraza y el doctor Simón González hablaron, el proyecto originalmente era tratar de hacer forraje con la fracción orgánica de los residuos sólidos, decidimos entrar a la digestión anaerobia y después dijimos no, vamos a hacer las tres cosas, entonces hicimos forraje, digestión anaerobia y composteo con lo que salía o con lo que sale de la Central de Abasto. Finalmente voy a tocar el artículo 265 del Código Financiero del DF.

Ésta es la Central, el dinero que se mueve en la Central es el segundo, la Bolsa Mexicana de Valores maneja una cantidad bestial, la Central de Abasto es el segundo lugar donde se mueve una cantidad de dinero sorprendente. ¿Por qué? Entran 30 mil toneladas de alimentos al día, su capacidad de almacenamiento es de 122 mil toneladas, el número de vehículos que entra diariamente son 52 mil, el número de visitantes son 300 mil, los empleos son 70 mil y la capacidad de la estación, perdón, hay una estación de transferencia ahí, vale la pena mencionarles que la logística del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en la ciudad consta de 16 delegaciones políticas, 13 estaciones de transferencia, 3 plantas de selección y 1 solo relleno sanitario, que es el Bordo Poniente.

Aquí está el plano, en el lado izquierdo inferior ven ustedes la Central de Abasto, hay dos estaciones de transferencia, una es de Iztapalapa y otra es de la CEDA, únicamente de la Central de Abasto y vean ustedes que va a recorrer, va a salir de la CEDA, va a tomar avenida Río Churubusco, los residuos sólidos que salen de la Central se van a ir por Río Churubusco, van a dar una vuelta a la derecha y van a llegar finalmente al Bordo Poniente, que está en la parte superior del lado derecho.

Recuerden que el Bordo Poniente está en su etapa cuatro, comenzó en 1985 y por cuestiones, pugnas políticas me atrevo a decirle, el Gobierno Federal decidió cerrarlo de repente, no había evidencia suficiencia para que se cerrase, se mantiene todavía abierto y debe durar dos, tres años más en teoría.

Ésta es la Central de Abasto y lo que ven ustedes es que hay varias áreas donde más, uno de los trabajos que llevamos a cabo fue evaluar la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generaban en la Central, son aproximadamente unas 500 toneladas, de las cuales el 80, 85% es fracción orgánica. ¿Qué significa fracción orgánica? Que entre el 80 y el 85, el 90% es agua, y no es palabras. Lo que se está transportando de la Central de Abasto al Bordo Poniente el 75, 80% es agua, correcto.

¿Dónde se genera más? Fundamentalmente en el área de frutas y legumbres 380 toneladas día, en flores y hortalizas 140, en abarrotes y víveres 25 toneladas.

Hay otra cuestión que es muy curiosa, en la parte inferior al lado izquierdo está la Nueva Viga, la Nueva Viga aparentemente no tiene ninguna interacción con el Fideicomiso de la Central de Abasto y genera 30 toneladas diarias de pesquerías, de residuos de pesquerías, con un alto contenido de nitrógeno y de lípidos que lo hacen un sustrato idóneo para hacer o composta o digestión anaerobia.

¿Qué otro punto vale la pena mencionar? Van cerca de 200 viajes por día a la estación de transferencia. Recuerden que en la estación de transferencia lo que ocurre es que llegan los vehículos recolectores, depositan en una tolva donde hay una caja de 70 metros cúbicos que puede cargar, por el peso volumétrico del residuo sólidos llega a manejar hasta 20, 22 toneladas y de ahí se va al Bordo Poniente. ¿Qué es lo que más cuesta? El transporte y la disposición final.

Éste es el sector de frutas y legumbres, noten al locatario cómo está tirando ni más ni menos, es decir uno de los problemas claves en la Central de Abastos y en los mercados de la ciudad, en la ciudad misma es no separamos en fuente. ¿Qué significa separar en fuente? Que yo tengo lo que dice la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal tengo orgánicos y tengo inorgánicos, si

eso le lograrse hacer, la ciudad o el manejo o la gestión integral, sería mucho más simple en la Ciudad de México.

Aquí es flora y hortalizas. La que sigue. Aquí lo que tienen ustedes en el lado izquierda es la cantidad de toneladas al día que se generan en la Central de Abastos y en el lado de derecho la cantidad, los 312 mercados públicos que generan 1 mil 200 toneladas por día.

Al final de cuentas, y esto es importante mencionarlo, lo que tienen o reciben los mercados públicos, viene fundamentalmente de la Central de Abasto ¿de acuerdo?

Entonces, la composición es muy parecida en términos de la fracción orgánica; en otras palabras, la fracción orgánica va a tener 80, 90 por ciento de humedad.

Con esos porcentajes se queda uno con aproximadamente 460 toneladas al día en la seda, 840 en los mercados públicos y la fracción orgánica total de seda y de mercados públicos diariamente en la ciudad, es de 1 mil 304 toneladas por día. Lo insólito o lo terrible del caso, es que únicamente de esta cantidad se están utilizando solamente 40 toneladas día para ser composta, 1 mil 260 toneladas al día se van al relleno sanitario.

El Bordo Poniente es un sitio fascinante, no se pueden ustedes imaginar lo majestuoso del lugar, está recibiendo de 12 mil 500 a 13 mil toneladas diarias, 2 mil y tantas vienen del Estado de México, 2 mil 200, 2 mil 400 y el resto vienen de la ciudad.

¿Qué está ocurriendo aquí? Está saturándose a final de cuentas. La política del Gobierno del Distrito Federal, la Comisión de Gestión Integral de los Residuos Sólidos lo que ha contemplado, perdón, es un organismo que tiene el Gobierno del Distrito Federal que contempla no utilizar más rellenos sanitarios y una de las opciones o varias o entre varias opciones para el manejo de la fracción orgánica o es o composteo que tiene sus pro o contra o bien digester anaerobio.

Hay una serie de campañas que se han establecido y que a la mera hora estamos, actualmente estamos en la CEDA haciendo un trabajo para evaluar exactamente la cantidad de residuos sólidos que está enviando al Bordo y ha

habido una serie de campañas, al final, del lado de derecho dice: “Con tu ayuda, que nos dura la basura”.

Otra vez otra campaña “Hazlo y se resuelve sin problema.

La que sigue. Esta es la salió en el 2004, donde a final de cuentas lo que estoy tratando de decir es que a pesar de estas campañas el estatus que guarda la Central de Abastos es el mismo.

Aquí nada más toco de una manera muy periférica los efectos de la composta en el suelo, para qué sirve tener composta. Un antecedente: En este país yo hay plantas de fertilizante sintético, la cerraron, punto; desde mi punto de vista es una de las razones por las cuales el campo mexicano está en declive, no hay fertilizantes sintéticos, si no nitrógeno, fósforo y potasio que venga de sulfato amonio, que venga de sales sintéticas. Así de simple.

Una opción interesante puede ser o la composta o perdón en la digestión anaeróbica, el digestor que usan los colegas que me precedieron, hay un subproducto que es ni más ni menos el digestato exacto, que tiene propiedades muy parecidas a la composta y hay diferentes artificios que pudiesen permitir fortalecer o fijar nitrógeno en este digestato, en esta composta. Los elementos que tiene al composta es aumentar aeración en el suelo, retiene agua, impide compactación, reduce erosión, tiene un PH neutro y provee micro nutrientes.

La que sigue. Este es un digestor en Alemania, así lindo bello, etcétera, perdón esto es importante, el primer digestor anaerobio que aparece en el mundo, es en un leprosario en la India en 1860, 70, posteriormente lo que hace la gran China, lo que hace es que allá por los 50 ó los 60 dicen, Mao lo ha de haber dicho seguramente, dijo: no se come carne, porque no hay carne, entonces lo que vamos a comer va a ser arroz y fríjol soya y lo que sobre se lo vamos a dar a un cerdo que va a estar aquí en el traspatio de cada casa. En esos momentos la China es el primer productor de cerdos en el mundo y por consecuencia la generación de excretas, tanto animales, como humanas, estaba haciendo la vida imposible, además de la carencia de combustibles fósiles.

¿Qué fue lo que hicieron, perdón? Lo que hicieron actualmente en China hay cerca de 5 a 6 millones de digestores anaerobios en el campo.

Lo que hicimos nosotros fue construir un digestor anaerobio y esto es, es a nivel piloto, son 4 metros cúbicos y nos está permitiendo, entre otras cuestiones, estamos jugando con el biogás y estamos pretendiendo, como decía mi predecesor hace un momento, que tiene un porcentaje de bióxido de carbono y estamos intentando quitar el bióxido de carbono por técnicas simples sin mucha sofisticación ¿para que? Para casi convertirlo en gas natural y, por otro lado, estamos jugando con los diferentes parámetros del digestor para encontrar cuál es el tiempo mínimo de digestión y de mecanización de la fracción orgánica.

La que sigue. Este es el digestor, o sea opera 24 horas día, 365 días al año, mis estudiantes o yo tenemos que estar sábados y domingos chocando; es decir, tenemos que liberar el gas, no queremos que se reviente, perdón, el metano es explosivo, una mezcla de aire con metano puede reventar. Entonces, estamos siendo cuidadosos.

¿Qué otro punto aquí es relevante? Lo que estamos pretendiendo es capturar CO₂ mediante fotosíntesis y no tirar; es decir, lo que estamos pretendiendo en este piloto, es tratar de aprovechar todo lo que se genera de lo que sale de la fracción orgánica de los residuos sólidos.

La que sigue. ¿Cuáles son las diferencias entre compostear y digestor anaerobio? Para el composteo se requiere mucho oxígeno, se requiere aire, para que no me huela mal. Recuerden también que de 100 kilos que mete de fracción orgánica, voy a meter 50 kilos de composta.

Otro punto aquí que es importante, es el área que requiero es mucho mayor para composta que para la digestor anaerobio y otro punto que también es pertinentes es el tiempo que me tardo en uno y en otro caso.

En el caso de la composta me voy a tardar de 2 meses a 6 meses y en el digestor anaerobio si encuentro mecanismos voy a hacerlo de 20 días a 60 días.

Los costos son importantes, perdón un punto que es pertinente mencionarles, el metro cuadrado en la Central de Abasto va de 10 mil pesos a 500 mil pesos.

En este caso si contemplásemos 3 hectáreas en Central de Abastos es imposible para hacer composta, pero es más simple tener un hectárea para poner un digestor anaerobio que se está contemplando incluso.

Este es el artículo 265, perdón, esto se los debo de comentar. La Central de Abasto está renuente generando esa cantidad de residuos sólidos lo que me dice este artículo es que yo generador mayor de 50 kilos, debo de pagar una cantidad de dinero,

En 2007 la Central de Abasto debió de haber pagado por la generación de sus residuos 26 millones de pesos, y esto es un esquema que la central pudiese contemplar. Si yo trabajase para la Central de Abasto lo que haría es hacer un acuerdo con la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal y le diría dime cómo quieres que te entregue mi fracción orgánica, separada, la separo y me evito pagar esto. Es una de las cuestiones que hay que negociar eventualmente a la brevedad. El Gobierno del Distrito Federal tiene que comenzar consigo mismo para limpiar esta Ciudad.

Este es el Código Financiero del Distrito Federal en 2009 y aquí ya se vuelve 64 millones de pesos. Entonces esto les da una idea a ustedes de lo que le cuesta a la Ciudad manejar sus residuos sólidos.

Las conclusiones.

Aquí un poco la lógica es el principio del que contamina tiene que pagar, hasta nosotros mismos o hasta la Central de Abasto debe de pagarle a la Ciudad.

Otro punto aquí es considerando el principio de proximidad, mientras más cerca esté la generación con el proceso de recuperación, mejor.

La inversión en digestión anaerobia es mayor, pero va a depender de dónde se ponga, si se pone en Central de Abasto el precio es caro el del suelo.

Adicionalmente aquí se pueden contemplar los bonos de carbono que a lo mejor duren hasta el 12 y quién sabe si duren después.

El uso de la composta, a dónde pudiera darse. De 500 toneladas, si se produjese únicamente composta, habría 250 toneladas día para utilizarla en todo lo que son suelos de conservación del sur de la Ciudad que están terriblemente erosionados y dañados.

Por supuesto, si esto funcionase en la CEDA, la siguiente etapa serían los mercados de la Ciudad.

Muchas gracias.

EL MODERADOR.- Agradecemos la intervención del doctor Luis Raúl Tovar Gálvez.

Vamos a continuar este foro con las preguntas que a bien nos hicieron llegar los asistentes a este foro, y le damos la palabra a la doctora Lorena Pedraza, que tiene ahí algunas.

LA C. DRA. LORENA PEDRAZA.- Gracias. Me preguntan por qué no utilizo el término bioetanol en este proyecto, es que es lo mismo el etanol y el bioetanol, no tienen ninguna diferencia ni física ni química, simplemente fue como un poco moda cuando empezó la cuestión de energía renovable, en especial las derivadas de biomasa.

En el caso del biodiesel sí está bien aplicado porque ahí sí hay diferencias sustantivas, pero el etanol es el mismo, de hecho es el mismo etanol producido por fermentación que está en las bebidas, que el etanol que se utilizaría como carburante, nada más lo que cambia es que el etanol que se utilizaría como carburante es anidro, es decir, no tiene nada de agua y los otros es una mezcla de agua y alcohol.

También me preguntan de qué forma se lleva a cabo la fermentación de los residuos sólidos. En el diagrama que presente hay que tomar esos residuos, reducir el tamaño de partícula, fraccionar los carbohidratos poliméricos o las moléculas grandes y una vez que se tienen las moléculas pequeñas o la unidad estructural de los polímeros, este se fermenta igual que cualquier azúcar, de hecho es glucosa en un caso y en el otro caso es una mezcla de glicosa, glucosa, pero es lo mismo, nada más lo que cambia en un caso es para los azúcares como la glucosa se utilizaría la levadura muy conocida que es la misma que se utiliza para las bebidas fermentadas y en el otro caso tenemos mezcla de azúcares de 5 y 6 carbonos, es otro tipo de levadura, pero ambos son procesos de colocar el azúcar otros nutrientes, el microorganismo y éste lleva a cabo el paso de azúcar a etanol.

Otra pregunta es qué tan viable es la mezcla E85 que es etanol, una gran cantidad de etanol, como combustible a nivel automotriz industrial. En el caso automotriz no es viable en este momento porque habría que modificar los motores, o sea la planta automotriz no tiene la capacidad o los motores de los coches recientes no tienen la capacidad para utilizar tanto etanol, pueden corroerse y tener una serie de problemas ahí. Puede utilizarse la E10, que es 10% de etanol y 90 de gasolina; sin embargo, la E85 se utiliza en lugares donde ya se modificaron los motores de los automóviles, y sería el mismo caso si se quiere mover una máquina con ese tipo de mezcla tendría que estar adecuada para soportar esa cantidad de etanol.

EL MODERADOR.- Gracias, doctora. Le damos la palabra al doctor Luis Raúl Tovar Gálvez, que tiene unas preguntas ahí.

EL C. DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ.- Hay una pregunta que dice cómo se diseña un digestor anaeróbico y especificaciones técnicas que se deben considerar antes de la construcción.

Segunda, tomando como ejemplo base con una tonelada de residuos orgánicos, qué cantidad de metano se puede generar en la digestión anaerobia.

A la persona que lo haya pregunta lo que le sugiero es que venga al Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudio sobre Medio Ambiente que está en la calle 30 de Junio 1520 sin número, en barrio La Laguna en Ticomán, y le enseñe el digestor y le cuento toda la historia.

Nosotros vemos dos vertientes en lo que es la digestión anaerobia, una que es la grande, así monstruosa que es llegar a manejar 150 ó 200 toneladas día en un sitio como la CEDA y otra que es pensar en el campo y hacer digestores donde no hay agua ni luz ni nada. Entonces estamos trabajando en esas dos líneas.

Tratando de responder esta segunda pregunta, cuánto sale de metano por tonelada de residuo orgánico, es fundamental agua, estamos transportando agua, lo que se va al relleno sanitario cuando es fracción orgánica estamos llevando, 80, 90% de agua.

El criterio que se utiliza para el diseño de un digestor anaerobio, es saber la cantidad de sólidos volátiles presentes, esto es yo tomo lo que se quede en la materia orgánica, lo meto a una mufla y lo que se volatiliza es lo que se va a convertir en metano, entonces las cantidades realmente son pequeñas, pero a nivel de economía de escala se vuelven muy interesantes.

Cuántos tiradores de basura hay en el Distrito Federal y qué estrategias se están siguiendo para utilizar los desechos en estos depósitos, hay N tiraderos a cielo abierto en el Distrito Federal, porque a veces el camión no pasa o porque a veces trabajo todo el día y en la noche lo saco y lo dejo en la esquina de la calle. Pero lo terrible del caso es que como ciudadanos todavía no tenemos la civilidad de separar en orgánico e inorgánico. Si lográsemos que la población entendiésemos que debemos de separar en orgánico e inorgánico, el 50% del problema estaría resuelto.

Gracias.

EL MODERADOR.- Muchas gracias. También hay otra pregunta a la mesa y mencionan: Los proyectos para el manejo de residuos orgánicos y especiales son muy buenos, pero el problema de origen es la reducción de residuos sólidos por el cierre del Bordo. ¿Cómo sensibilizar a la ciudadanía para que realice la separación de residuos en el origen? Si alguien la quiere responder. Adelante.

RESPUESTA.- Esta es una pregunta más bien dirigida a los psicólogos que a esta mesa. Realmente a la población no se le puede sensibilizar. Puede sonar brutal lo que voy a decir, hay que obligar a la población, a la población se le obliga, porque en una primera instancia la población tiene desconfianza en las autoridades y no piensa que cualquier acción sería benéfica.

La pregunta que yo haría es, bueno si yo lo separo qué gano. Sí, no gano nada. Entonces para qué lo separo. Entonces puede haber gente con buena voluntad que lo separe, pero lo mismo le pasa a los chalanos que van en el camión de la basura que dicen bueno pues a mí me lo entregan separado y eso a mí no me interesa. Entonces quiere decir que el sistema no está diseñado para esto.

En el momento en que a la población le digan, mira hay un beneficio económico y lo va a tener la compañía fulana, la población se va a escandalizar y va a decir, bueno es que hay alguien que está haciendo negocio con mi basura, pero así es la única forma como vamos a lograr algo.

En Europa estos programas han tenido éxito porque la población ya no paga por el servicio de recolección de basura. Eso sí es una ganancia. Pero aquí en México no nos cuesta, o por lo menos es lo que creemos. Obviamente pagamos con impuestos muchas cosas, la recolección de basura, su disposición, o sea lo pagamos de una manera indirecta, pero lo pagamos. Entonces a la población en Europa se le dejó de cobrar directamente la recolección de basura y eso motivó a la población. Creo que lo que necesitamos es un sistema que sirva para recolectar la basura separada. Mientras esto no funcione, la población no va a participar.

RESPUESTA.- Gracias. Respecto a esta pregunta, yo creo que como menciona el doctor es bien importante dar un valor agregado a los residuos. En particular yo tuve una experiencia en la Ciudad de Orizaba, en Veracruz, en la cual había un programa de *Orizaba Limpia*, en la que se desarrolló este programa para llevarlo a la población de recursos marginados y hubo una situación demasiado grave en que las grandes empresas comenzaron a despedir gente y había una economía muy cerrada dentro de esta población. La gente invirtió su liquidación en abrir una pequeña tienda, en comprar dulces y empezar a venderlos entre sus conocidos, pero finalmente se tenía que cerrar el ciclo.

Entonces las autoridades decidieron crear este *Programa de Orizaba Limpia* y lo que se realizó fue que por cada kilogramo de residuos sólidos separado y dependiendo de la limpieza que pudieran tener, iban juntando una cierta cantidad de punto que al final de mes se les iba intercambiando por despensas. El problema de esto es que existen mafias dentro de los compradores de estos materiales. Llegó un momento en que el PET, que es un material de lo más socorridos para poder en un momento dado revenderlo, pues les querían imponer preciso. Fue cuando nosotros empezamos a trasladar esta tecnología a la sociedad y entonces lo que se hizo fue que con estos materiales de plásticos se empezaron a realizar materiales para autoconstrucción, como

podieron ser puertas, pudieron ser lavabos, etcétera, y lo seguía juntando la gente y con ello de alguna forma a través de estos elementos y también unidades de producción que se establecieron pero bajo tecnologías convencionales para hacer la transformación de estos materiales, la gente fue también obteniendo elementos para ir habilitando sus casas y hogares que les permitiera tener una mejor condición de vida.

Entonces como mencionaba el doctor, si no se les da un valor agregado o no se les da un valor económico a los residuos, es muy difícil que la gente los quiera separar. Nos podemos hacer la pregunta relativa a por qué se separa el vidrio, el papel, el metal, el propio PET, porque alguien lo compra y eso permite crear una cadena de valor como lo hemos mencionado.

En el momento en que nosotros comencemos a crear los mercados y los residuos orgánicos puedan tener un valor específicos, pues la gente por inercia lo va a realizar esta separación y esto ya lo vivimos en Orizaba, esto fue hace 10 años aproximadamente.

Gracias.

RESPUESTA.- Muchas gracias. Yo también quisiera hacer un comentario sobre un proyecto que hicieron en una unidad habitacional aquí en la Colonia Santa María la Rivera, en donde pues cada semana pagaban una cantidad a los del camión de la basura por llevarse su basura, estamos hablando de 6 botes de 200 litros a la semana de basura, que venía revuelta. Los vecinos se organizaron, por fortuna ahí había un vecino que colaboraba con Green Peace, con cierta conciencia ecológica y organizó a los vecinos de este lugar para indicarles por qué era necesario separar la basura. De esos 6 botes que más o menos pagaban a la semana entre 400 y 500 pesos para que el camión de basura se lo llevaran, la separación de los residuos lo que hicieron fue conseguir un local donde compraran los residuos ya separados y entonces les pagaban por eso.

Llegó el momento, porque eran 64 departamentos, imagínense la cantidad de producto que generaban, que llegó el momento en que ya los vecinos ya no pagaban el mantenimiento además contrataron hasta a un vigilante para la unidad, con ese recurso del simple hecho de separar y llegó el momento en

que ya nada más era un bote de basura de esos grandes que eran los residuos orgánicos realmente que se llevaban, se dieron cuenta de que era mucho menor esa situación y que además del propio recurso de la separación podían pagar ese bote que se llevaba el camión de la basura, porque también existe esta situación. Aparentemente no la pagamos, pero cuando es mucha cantidad, el camión de la basura no se la lleva si no le damos una propina.

Este es un ejemplo más de la organización de la propia sociedad para poder ir generando una conciencia para cómo reutilizar finalmente estos residuos y además sacar un beneficio económico. Es un ejemplo más.

Ahorita en la Delegación Cuauhtémoc precisamente se estaba revisando hacer un proyecto especial para ir a las unidades habitacionales, hacer el conteo con los que compran todo esto para el reciclaje y poder también hacer un apoyo con ellos para que tengan a lo mejor uno de los triciclos y que estas empresas vayan a las unidades habitacionales a comprar todo este residuo y se pueda generar también un beneficio económico. Es un ejemplo más.

Pues con esto finalizamos el foro. Me indicarán aquí los compañeros de la Comisión de Ciencia y Tecnología para dar la clausura del mismo.

Muchas gracias por la presencia de los investigadores y también de todas y todos ustedes en este lugar.

EL C. MODERADOR.- La experiencia que derivó de los trabajos de las mesas que el día de hoy se desarrollaron en el presente foro, sin duda alguna contribuirán a enriquecer el trabajo legislativo de los diputados de la Comisión de Ciencia y Tecnología.

Hoy se abordaron temas como el agua, la energía, los residuos sólidos y la medicina regenerativa. Sin duda cada uno de estos temas demuestran que la ciencia aplicada al desarrollo es posible.

Se les informa a nuestro auditorio que las conclusiones del foro se integrarán en tiempo breve a la Página de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, la cual es www.aldf.org.mx a fin de que puedan ser consultadas por todos ustedes.

De este modo, siendo las 15:48 horas del día 19 de febrero se declaran concluidos los trabajos del *Foro La Ciencia Aplicada al Desarrollo*.

A nombre de los diputados integrantes de la Comisión de Ciencia y Tecnología damos las gracias por su asistencia.

