

## **Anexo B.- FORMATO DE REPORTE TÉCNICO (Formato electrónico)**

Clave de Registro C.F.E-2004-C01-26

Título del proyecto: Aprovechamiento de las Cenizas que se Generan en las Centrales Generadoras que Utilizan Carbón como Combustible.

Informe Etapa: 01 y 02 Periodo Enero 2005 a Marzo 2006

Responsable Técnico del proyecto Dr. José de Jesús Pérez Bueno

Sujeto de Apoyo (Institución o Empresa) CIDETEQ, S.C.

CID910926P7A

### **1. AVANCES DEL PROYECTO EN LA ETAPA.**

Se ha recabado una extensa documentación científica y técnica, en gran parte enfocada a usos específicos de las cenizas volantes.

Se realizó un estudio del tratamiento de aguas contaminadas con metales, como primer paso, mediante la utilización de zeolitas naturales y posteriormente con zeolitas sintéticas obtenidas a partir de cenizas volantes tratadas.

Se concluyeron los análisis de composición de las cenizas, para posteriormente realizar análisis de propiedades en usos específicos de las cenizas.

Se ha participado en reuniones en las que se buscan propuestas que den solución a una problemática de asfalto resbaladizo en temporada de lluvias en la ciudad de Monterrey. Aún cuando se concluyó que el uso de cenizas volantes por si mismo no cambia los coeficientes de rozamiento, si aumenta la fluidez y propiedades de resistencia de la mezcla asfáltica, por lo que en cualquier asfalto puede significar mejoras en el proceso y/o el desempeño final.

## 2. LOGRO DE METAS RESPECTO DE METAS COMPROMETIDAS

Las metas comprometidas fueron las siguientes:

Etapa #	Descripción de la etapa	Descripción de la meta	Actividades	Productos	Fecha inicial DD-MM-AAAA	Fecha de termino DD-MM-AAAA	Fecha informe avance y final DD-MM-AAAA
1	Se realizarán los análisis de composición de las cenizas. También, se documentará las aplicaciones actuales en el ámbito internacional para la utilización de los residuos de la combustión de carbón en la generación de electricidad. Se contactará a las empresas y agencias gubernamentales que pudiesen utilizar dichas cenizas. Se iniciara experimentación de materiales compositos que incluyan ceniza para posibles aplicaciones.	Las metas son realizar la revisión del estado del arte sobre la utilización de cenizas de carboeléctricas. Se procederá a realizar la caracterización de composición de las cenizas por varias técnicas. Se buscará identificar y contactar a usuarios potenciales. Se iniciará experimentación con materiales compositos a base de ceniza, con el objetivo de dar aplicación a estas en varios sectores.	Obtención de muestras de cenizas de varias carboeléctricas del país con la finalidad tanto de realizar los análisis correspondiente, como para llevar a cabo la experimentación en materiales compositos. Revisión de la literatura actual sobre utilización de cenizas. Contactar usuarios potenciales y analizar la factibilidad de emplear volúmenes significativos de cenizas.	Informe detallado del avance obtenido	03-01-2005	30-06-2005	15-06-2005/ 15-06-2005

Etapa #	Descripción de la etapa	Descripción de la meta	Actividades	Productos	Fecha inicial DD-MM-AAAA	Fecha de termino DD-MM-AAAA	Fecha informe avance y final DD-MM-AAAA
2	En esta etapa se enfocará más a poder presentar algunos prototipos y pruebas preliminares de aplicaciones que pudiesen mostrarse a los posibles usuarios.	Las metas son realizar una revisión complementaria del estado del arte sobre la utilización de cenizas de carboeléctricas, y sobretodo en este sentido, participación en el Simposio Internacional de Utilización de Ceniza, en Kentucky, USA. Se insistirá especialmente en identificar y buscar el acercamiento con los posibles usuarios. Se buscará poder presentar prototipos de posibles usos para las cenizas vía materiales compositos, con el objetivo de presentar las ventajas de costo y propiedades con estos materiales preparados a partir de cenizas.	Participación en el Simposio Internacional de Utilización de Ceniza, en Kentucky, USA. Acercamiento con los usuarios potenciales, sobre todo, con aquellos cuyo ramo pudiese representar un uso significativo respecto a la cantidad generada de cenizas. Se buscará llegar a poder presentar prototipos de posibles aplicaciones, por medio del desarrollo de propuestas en materiales compositos para las ramas de alfarería, cementos, construcción, vidrio, entidades gubernamentales, etc.	1. Realizar análisis químicos completos de la ceniza, incluyendo CRETIB, mineralógicos, elementos traza, entre otros. 2. Realizar una caracterización fisicoquímica 3. Realizar una búsqueda del estado del arte y de la práctica en el ámbito internacional sobre la disposición de las cenizas en forma ambientalmente segura. 4. Determinar, técnica y económicamente, las mejores alternativas para el aprovechamiento de las cenizas provenientes de las centrales de CFE que utilizan carbón como combustible, incluyendo un análisis de posibles usuarios, de tal forma que se logre la minimización de los volúmenes del residuo a disponer. 5. Realizar los diagramas de flujo de los procesos propuestos 6. Descripción técnica detallada de los procesos 7. Propuesta de los sistemas de calidad correspondientes	01-07-2005	31-12-2005	15-12-2005/ 31-01-2006

**A). Realizar la revisión del estado del arte sobre la utilización de cenizas de carboeléctricas.**

Se cuenta ya con una amplia documentación tanto en formato de archivos electrónicos como en forma impresa de literatura relacionada a las cenizas volantes.

Los archivos electrónicos cubren tanto literatura científica en los múltiples usos de las cenizas y aspectos relacionados, así como literatura técnica en el uso de estas. Estos archivos se encuentran en formatos: Acrobat (PDF), Word (Doc), Power Point (PPT), y Web (HTML).

**B). *Se procederá a realizar la caracterización de composición de las cenizas por varias técnicas.***

Se ha iniciado con esta labor con los análisis de Espectroscopia de Emisión por Plasma (ICP) por la cual se reportaran de manera cuantitativa y cualitativa los elementos presentes de la siguiente forma: A) CUANTITATIVO: Al, Pb, Se, Sb, Ca, Si, As, Cr, Na, Be, Tl, B, Fe, K, Mg, Mn, Cd, Ag, V, Ba, Co, Mb, Zn, Ni, Ti, Cu, Sn. CUALITATIVOS: Li, Rb, Ce, La, Hf, Zr, W, Re, Ru, Os, Rh, Pd, Au, Ga, Ge, Te, Sr, Sc, Nb, Ta, Ir, Pt.

También se analiza fluorescencia de Rayos X, para una determinación cuantitativa porcentual de los compuestos presentes, y Difracción de Rayos X, para una identificación de fases cristalinas.

**C). *Se buscará identificar y contactar a usuarios potenciales.***

Los actuales clientes son en su mayoría cementeras, mayoritariamente relativamente cercanas a la planta carboeléctrica. También se quiere recalcar que aproximadamente una tercera parte de ellos son personas físicas que sirven de intermediarios entre la planta y usuarios, nuevamente en su mayoría cementeras, las cuales se encuentran incluso en el centro del país.

Podrían nombrarse dos causas principales que han limitado el uso de las cenizas: A) transporte a los sitios de procesamiento o uso. Esto se convierte en el factor determinante que fija el precio que puede ofrecerse a un determinado usuario de las cenizas. B) Desconocimiento, tanto de los usos potenciales como de las ventajas que representa el uso de las cenizas.

En el caso de las cementeras, el costo del transporte es en realidad la única restricción y aún así, hay algunas que las utilizan en el centro del país. La segunda aplicación por cantidad de material utilizado, que sería la estabilización de suelos y asfaltado de caminos requeriría que el gobierno Federal lo colocase como requisito en el

otorgamiento de los proyectos de construcción y mantenimiento de carreteras que significaría obras mejores y más duraderas.

Los usos de las cenizas con alto valor agregado así como nuevos productos, demandan poco consumo de material, lo cual si bien podría resultar sumamente costeable en el aspecto económico, no utilizaría una cantidad de cenizas relevante en comparación a la producción de estas.

Se nos ha informado por parte de la planta de Río Escondido, los planes de lanzar a final de este año una licitación para el uso y distribución de las cenizas y que la empresa CEMEX ha venido realizando sistemáticamente un análisis de viabilidad en planta. De llevarse a cabo y adjudicarse la licitación, esto determinaría el futuro en el uso de las cenizas.

Siendo la posición geográfica el factor determinante en el uso de las cenizas en el ámbito nacional, resulta también un punto a favor para su distribución al estado vecino de Texas. En este caso los impedimentos para su realización son tanto cuestiones de legislación nacional para la venta, ya que se considera a las cenizas un bien nacional, y de legislación exterior en cuanto a la calidad del material principalmente enfocado al porcentaje de quemables (material orgánico remanente en las cenizas) el cual debe ser inferior al 2 %.

En definitiva, las situaciones que se acaban de describir nos hacen plantearnos que los potenciales usuarios nacionales para las cenizas serían aquellos con equilibrio entre:

- A) Costo del producto en el mercado,
- B) volumen de producción, y
- C) distancia a la planta carboeléctrica.

En el costo estarían los factores:

- A) Margen de ganancia,
- B) ventajas del uso de cenizas,
- C) posible novedad del producto, y
- D) sustentabilidad a largo plazo (económica y ecológica).

En la actualidad no es una de las misiones de la Planta Carboeléctrica realizar la venta de las cenizas, por lo que aumentaría en gran medida que como iniciativa federal se contemplase esto, emprendiendo acciones como:

- A) La habilitación de las vías férreas existentes,
- B) Personal de mercadotecnia exclusivamente con la tarea de la venta de cenizas, y
- C) Un dialogo a nivel de directivas entre personas del Gobierno Federal, con conocimiento del tema y poder para toma de decisiones, y los grandes ausentes de la lista de actuales clientes como son:
  - Cementeras,
  - constructoras, y
  - otras dependencias federales encargadas de grandes obras de construcción.

A través de este proyecto pudiese proporcionarse la comprobación con base en datos científicos existentes a nivel internacional, de:

- A). Las ventajas que ofrece el uso de las cenizas volantes,
- B). los nuevos nichos de mercado con los nuevos productos, sobretodo en gran parte de lo que se relaciona con la industria de la construcción,
- C) Se pudiese proponer una lista, de acuerdo a los usos conocidos de las cenizas, de varios de los potenciales usuarios.

**D). *Se iniciará experimentación con materiales compósitos a base de ceniza, con el objetivo de dar aplicación a estas en varios sectores.***

En primer lugar, debido a las especialidades del CIDETEQ, S.C., en electroquímica y Tecnología Ambiental, se esta desarrollando una investigación en el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados a través de Zeolitas naturales y Zeolitas sintéticas derivadas de Cenizas Volantes tratadas para este fin.

---

En la segunda etapa, además de que se esta avanzando rápidamente con los objetivos planteados una vez que se cuenta ya con las muestras de cenizas, se cubrirán las metas de

la etapa, la cual cabe destacar, concluirá el proyecto. Acorde con las metas de la etapa y la descripción que en este documento se ha hecho se buscara lograr:

1. Se ha integrado un informe técnico con una descripción comprensible de las diferentes aplicaciones y el estado del arte en ellas, con base a la extensa cantidad de información recopilada.
2. Se hicieron tratamientos de cenizas para su conversión a zeolitas sintéticas y su uso en el tratamiento de aguas con metales. Se estudio la factibilidad de incorporar oxido de manganeso en la composición de las cenizas modificadas para la remoción de plomo.
3. Se les consultá sobre una propuesta nuestra de presentar algunos trabajos para publicación internacional con los siguientes tópicos:
  - A. Tratamiento de aguas contaminadas con arsénico y plomo mediante cenizas volantes convertidas en zeolitas sintéticas o modificadas con hidróxido ferrico y oxido de manganeso.
  - B. Determinación a priori del desempeño de concreto con cenizas volantes en base a la razón de composición química, cristalina y granulométrica de estas.
4. Informe de resultados de las caracterizaciones química y física de las cenizas.
5. Se esta terminando una tesis de Licenciatura, por parte de **Nancy Arango Martínez** estudiante del **Instituto Tecnológico de Oaxaca**, con el tema ""

El grado se esta por obtener y no se cuenta aún con comprobación del mismo. Según el Manual para la Administración de Proyectos:

“En el informe técnico final del proyecto, se deben anexar los comprobantes académicos de los títulos profesionales, grados o certificados académicos obtenidos”.

Al término de la vigencia de la beca, el beneficiario de la misma entregará ante el Secretario Técnico del Fondo, con el visto bueno del responsable técnico del proyecto, un informe final de sus actividades en función de los estudios realizados y del desarrollo del proyecto.

El informe consistirá en: Reporte detallado de las actividades realizadas en el proyecto, período específico de colaboración y monto total recibido durante la vigencia de la beca. En su caso, copia del acta de obtención del título profesional. Último certificado de calificación con promedio final. Copia de las publicaciones en las que se acreditó como autor o coautor, durante su participación en el proyecto.

Se anexa la información que se entrega junto con el Reporte Final, copia de las memorias en extenso del trabajo presentado en congreso:

“**Extracción de Iones Plomo de Soluciones de Nitrato Empleando Varios Adsorbentes**”, T. Ramírez M., N. Arango M., R. Rosas C., J.J. Pérez B., A. Joel Ruiz G., R. Contreras B., III Congreso Nacional de

Metalurgia y Materiales, Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, 28-30 de Septiembre de 2005.

---

### **3. LOGRO DE OBJETIVOS RESPECTO DE COMPROMISO.**

Según los puntos anteriores, se han logrado los objetivos correspondientes a la etapa. Si bien el retraso en la obtención de las muestras marco una fuerte limitante en varios aspectos, se continuara en la siguiente etapa elevando los alcances dentro de los objetivos planteados.

### **4. GRUPO DE TRABAJO**

Dr. José de Jesús Pérez Bueno (Responsable Técnico), CIDETEQ, S.C.

Dr. Yunny Meas Vong (Co-responsable), CIDETEQ, S.C.

Dr. Alejandro Manzano Ramírez (Co-responsable), CINVESTAV-Unidad Qro.

En la siguiente etapa se planea involucrar investigadores del área de Ingeniería Civil.

Se ha hecho una atenta invitación al M. en C. Alejandro Durán Herrera, Tecnología del Concreto, Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León (01 81 83 52 49 69, ext. 156, [dtefic@fic.uanl.mx](mailto:dtefic@fic.uanl.mx)), a conjuntar esfuerzos en el logro de los objetivos del proyecto. Esto obedece al hecho de que su grupo de trabajo ha venido realizando un seguimiento sistemático a lo largo de varios años de las cenizas volantes de la planta de Río Escondido. Es un hecho de que el análisis de composición de algunas muestras, podría resultar solo indicativo de un rango en el que esta variando incluso diariamente la producción de cenizas. Además, el mismo personal de la planta entiende la lista de los actuales clientes como una derivación de los esfuerzos que dicho grupo ha venido realizando a lo largo de los años, afectado profundamente por el sensible fallecimiento del profesor líder de este.

## 5. DESVIACIONES Y/O MODIFICACIONES EN LA ETAPA

Se dio un retraso en la realización de las actividades planteadas debido a la dificultad que representó el coordinar una visita a la planta de Río Escondido. En primer lugar, no había una persona definida a cargo de dar seguimiento y brindar las facilidades para la buena ejecución del proyecto. La ausencia o falta de comunicación oportuna de cada uno de los contactos que se nos fue proporcionado extendía el periodo con que se dialoga con cada uno.

## 6. ACCIONES DERIVADAS DE LAS DESVIACIONES Y/O MODIFICACIONES.

No obstante, el no poder contar con las muestras desde un inicio de la etapa, aún cuando siempre se estuvo insistiendo en ello, se realizaron avances tanto en investigación como en el cumplimiento de los entregables, como es la recopilación del estado del arte, etc.

## 7. ACCIONES REALIZADAS CON LOS SECTORES USUARIOS

Se ha participado en reuniones en las que se buscan propuestas que den solución a una problemática de asfalto resbaladizo en temporada de lluvias en la ciudad de Monterrey. Siendo las cenizas volantes o de fondo una alternativa de solución viable.

Se ha contactado a actuales compradores de cenizas y personas físicas distribuidoras de cenizas volantes en la región centro del país, teniendo como objetivo primero el obtener la cantidad de cenizas volantes que se requiera para el proyecto, pero sobretodo para poner de manifiesto su ejemplo como muestra de que es posible tener un mercado para las cenizas volantes en la región centro, aún con la carencia de un sistema habilitado desde la planta de transportación vía férrea que reduciría los costos para altos volúmenes de consumo.

Se ha propuesto en la sección 2. C) de este reporte técnico, algunos mecanismos que favorecerían a que el ***involucramiento de los potenciales usuarios fuese permanente*** y no solo casos aislados, a los que el presente proyecto podría convocar. Se cuenta actualmente con la información que comprobaría las razones técnicas y científicas del porque usar cenizas volantes en todos los aspectos de construcción. Pero sin duda alguna, el paso definitivo a dar otro destino diferente a las cenizas al que actualmente se da a la mayoría de estas, dependerá de la acción decidida de las



autoridades federales a las que compete la toma de decisiones y, con ello, al involucramiento del sector industrial, quienes actualmente tienen que pensar en cuanto les cuesta en forma individual a cada uno de ellos, hacer el traslado de las cenizas a los puntos de procesamiento o uso.

## **8. OBSERVACIONES RELEVANTES SOBRE EL PRESUPUESTO AUTORIZADO**

No hay observaciones sobre el presupuesto.

## **9. ESTADO DE LAS APORTACIONES COMPLEMENTARIAS**

En este proyecto no hubo aportaciones complementarias.

## **10. PRODUCTOS OBTENIDOS EN LA ETAPA**

1. Documentación del estado del arte en el uso de cenizas derivadas de la generación de electricidad en centrales carboeléctricas.

2. Tratamiento de cenizas para su conversión a zeolitas sintéticas y su uso en el tratamiento de aguas con metales.

3.

1. Se realizaron análisis químicos completos de la ceniza, incluyendo CRETIB, mineralógicos, elementos traza, entre otros. Se anexa reporte de análisis.

2. Se realizó una caracterización fisicoquímica. Se anexa reporte de análisis.

3. Se realizó una búsqueda del estado del arte y de la práctica en el ámbito internacional sobre la disposición de las cenizas en forma ambientalmente segura. Como resultado se anexan dos documentos recopilatorios de la información más relevante, así como se les hará entrega de un CD con la información completa presentada en forma de pagina de web html.

4. Se plantea las recomendaciones para el aprovechamiento de las cenizas provenientes de las centrales de CFE que utilizan carbón como combustible. Con esto se sugiere que la lista de usuarios y el área geográfica en la cual pudiese emplearse

las cenizas de forma rentable, depende de desarrollar la infraestructura de transporte de estas con lo que se lograría minimización de los volúmenes del residuo a disponer.

Como se acordó en la reunión del día 07 de Diciembre de 2005, con Generación-CFE y LAPEM, no se incluirán los otros tres entregables por no haber procesos propuestos en el proyecto: 5. Realizar los diagramas de flujo de los procesos propuestos, 6. Descripción técnica detallada de los procesos, 7. Propuesta de los sistemas de calidad correspondientes.

5. Identificación y trabajo en el desarrollo de investigación científica en los puntos presentados en 11. 4

## **11. COMPROMISOS PARA LA ETAPA SIGUIENTE**

Finalización de proyecto.