

CEER-X-189

(CEER-X-189

COMBUSTIBLES A BASE DE MEZCLAS DE CARBON Y AGUA

COMO UNA ALTERNATIVA VIABLE PARA LA INDUSTRIA ELECTRICA

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director

Dr. Modesto Iriarte, Consultor

p80 ng

?ts

CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH

: #

Yom. 00%

---Page Break---

COMRUSTIDLES A BASE DE MEZCLAS DE CARBON Y AGUA

COMO UNA ALTERNATIVA VIABLE PARA LA INDUSTRIA ELECTRICA

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director

Dr. Modesto Irierte, Consulter

---Page Break---

COMBUSTIBLES A BASE DE MEZCLAS DE CARRON Y AGUA

COMO UNA ALTERNATIVA VIABLE PARA LA INDUSTRIA ELECTRICA*

Por

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director

Dr. Modesto Iriarte, Gonsultor

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Universidad de Puerto Rico

El interés de la industria eléctrica en conseguir combustibles alternos al petrleo es de primerísima prioridad. El combustible liquido fabricedo de mezclas de carbén pulverizado con agua representa una alternative atractiva, El Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores en su revista Codia informa de planes esbozados por la Compaitia Falconbridge C. por A. para la posible conversión de la Central Haina

para utilizar este combustible,?

MEZCLAS DE CARBÓN Y AGUA

Las mezclas de carbón y agua (MAC) tienen propiedades térmicas y

físicas similares al aceite residual, pero a un costo menor por millón de BTU debido a la diferencia en precio con relación al carbón. En su pro-

ducción, donde se utiliza carbón de buena calidad, el primer paso es la pulverización; luego se combina con una cantidad fija de agua y con un volumen pequeño de aditivos especiales.

Ya para mediados de la década de 1960, cuando aún no se vislumbraba la dislocación de los precios del petróleo en el mercado mundial, se comenzaron los experimentos con la quema de combustible MAC. Las primeras investigaciones fueron informadas en el año 1965 por los

rusos(?) y por los vietnamitas en 1966 y 1967

Conferencia dictada en el CODIA, Santo Domingo el 14 de marzo de 1984, Se agradece la contribución técnica de los ingenieros de la AEE Rolando Lugo Canelo y Jorge El Koury.

---Page Break---

Para fines de la década del 70 la Atlantic Research Corporation realizó pruebas extensas con la quema de MAC en un tinell refractorio. Badcock & Wilcox también han realizado pruebas de quema de mac, 2209)

A fines de la década pasada y principios de la presente se llevaron a cabo pruebas extensas en la quema de MAC por el Pittsburgh Energy Technology Center, financiadas por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. (19112)

Japón (FUJOGROUP), Italia (ENEL) y Suecia (uid Carbon) han contribuido recientemente al desarrollo de esta tecnología. En el Quinto Simposio Internacional de MAC y su Tecnología celebrado en Tampa, Florida en abril 25-27 de 1983 se presentó un gran número de ponencias sobre esta tecnología y sus futuros desarrollos.?) y más reciente reunión sobre este tema auspiciada por EPRI (Electric Power Research Institute) de Palo Alto, California y celebrada en agosto 23-24 de 1983 en Memphis, Tennessee igualmente presenté nuevos desarrollos 4) y auspicié una visita a una caldera industrial de la Dupont en esa ciudad que está quemando MAC exitosa y limpiamente, está construida en 1953 para quemar sólo gas y aceite y tiene una capacidad

de 60,000 tibras por hora.

caldera fue disehada y

La Florida Power and Light anuncié en las mencionadas conferencias

lad de 400 sit!

nda una y las unidsdes 1-2 de Central Martin de 800 MW pare quenar

mac.

lo conversi3n de las unidades 1-2 de Sanford de capa

Combustion Engineering ha logrado valores de quema de 80 millones

de BTU por hora por quemador y espe:

mamente de acuerdo con los informes de li ltima conferencia de

EPRI, Canad3 tambi3n anunci3 en In reciente conferencia de EPRI te

conversion de una unidad Foster Wheeler de 12 MK y una de Combustion

Engineering de 24 Mi

aumentar este capactdad pr3xi-

---Page Break---

La tecnología para la quema de combustible MAC requiere que el aire de combustión se mantenga por lo menos en 316°F para asegurar una flama de combustión estable. En un horno de central termoeléctric la temperatura del aire de combustión está muy por encima de este valor, lo cual no representa dificultad alguna. Se ha demostrado en las instalaciones mencionadas que una distribución de 60% carbón y 40% de agua se quema satisfactoriamente. Se han alcanzado rendimientos de más de 96% con la quema de carbón con exceso de sive de 166 y temperaturas del aire de combustión en 490°F sin haber tratado de optimizar las condiciones isocinéticas. La pérdida de rendimiento debida a la evaporación del agua en el combustible MAC representa una eficiencia de la caldera.

un 5-68 de reducción de la

ha separación de las partículas de carbón en el combustible MAC se evita exitosamente manteniendo la agitación y recirculación del MAC. La Velocidad de los gases de combustión, que depende de los parámetros operacionales de la caldera, son comparables con la condición de quema de aceite Bunker. Los efectos erosivos de las cenizas pueden reducirse sustancialmente opt

izando el tamaño del particulado,

Se ha demostrado por el PETC que las cenizas o emisión de partícula

de carbón pueden correlacionarse directamente con el tamaño del grano de carbón a quemarse y es inversamente proporcional con el tamaño de Partículas. Por otro lado, el depósito en los tubos de la caldera que afecta adversamente los coeficientes de transferencia de calor es directamente proporcional con la finura de las partículas del carbón a quemarse. El soplado adecuado y frecuente de la caldera ha demostrado ser una solución adecuada. El carbón de Pittsburgh con temperatura de ablandamiento de 2400°F no presentó dificultades. Este es un parámetro muy importante en las especificaciones del carbón que va a quemarse en

las centrales de Haina y/o Santo Domingo.

La principal dificultad encontrada en la quema de NAC ha sido en la erosión de la punta de los quemadores, lo que ha requerido cambios frecuentes de la punta de éstos. Se están diseñando nuevos quemadores de metales más duros para este propósito. Combustion

gineering, baie

---Page Break---

contrato con el Departamento de Energía de Estados Unidos, esté evaluando los mejores metales para carbones de diferentes calidades.

La técnica de ingeniería e información requerida para el cálculo y

diseño de tubería por caída de presión debido al flujo de MAC ha sido debidamente evaluada en PETC y al presente se cuenta con suficiente información de Reynolds Numbers, Prandtl y otros, y tablas para flujos de diferentes grados de turbulencia.

La proporción relativa de carbón a agua (usualmente dada en por ciento por peso) variará dependiendo del contenido de calor del carbón usado y de las propiedades térmicas deseadas del combustible líquido. Generalmente la proporción resultante fluctúa entre 60% carbón/39% agua 75% carbón/24% agua, siendo el por ciento restante aditivo. Las mezclas cuyo contenido de carbono es menor de 60% por peso presenten más dificultades para una combustión estable. Aquellas con un contenido de carbón mayor de 75% por peso pueden causar dificultades en el flujo, manejo y atomización. Los aditivos empleados en estas mezclas que fluctúan entre 0.2 y 1.5% por peso de mezcla total contribuyen a mejorar la estabilidad durante su transportación e inhiben el crecimiento, bacteriano, además de que permiten un manejo eficiente a través de las tuberías y tanques de almacenamiento. Tanto la composición química como la concentración de aditivos dependerá de la calidad del carbono y las características de bombeo deseado. La información específica sobre estos aditivos es considerada generalmente como confidencial por parte de los proveedores de estas mezclas.

es modificaciones principales a incorporarse en una central de combustión de aceite para hacer posible la quema de combustible MAC estén ilustradas en la Figura 1.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE MEZCLAS CARBÓN Y AGUA!®

La conversión de una planta para utilizar carbón/agua resulta apro-

ximadamente entre 20-40 por ciento menos del costo, comparada con un convertida para utilizar carbón pulverizado. No se nece-

arin constyir

---Page Break---

instalaciones portuarias para su descargas, ya que se utilizarían las mismas que se usan para el recibo y el almacenamiento del aceite residual, De igual manera, no sería necesario tener una pila de carbón almacenado, correns portador

+ "bunker" y pulverizadores. Las unidades convertidas @ carbén/agua pueden mantener In flexibilidad de operar con petréeio, manteniendo asi 100% de su capacidad nominal disponible ?cuando quema aceite residual.

Una de las desventajas del uso de estas mezclas es la posible reducción en la capacidad nominal de las unidades, In cual podria estar en et orden de 25%, dependiendo del disefo or y øel

efecto de las conizns producidas en la combustién. También se produce una pérdida en ls eficiencia de tes calderas de alrededor de un 5-6 por ciento segiin indicado anteriormente, debido « la evaporacién de agua.

El contenido calorifico de MAC puede ser 40% del aceite residual » base de peso. Manteniendo los mismos tangues de slmacenamiento de combustible, su cepacidad se reducirie debido # esta diferencia en contenido calorifico, En la transferencia de la mezcla se requieren bombas y tuberfas de mayor viscosidad. Pai

2ar modificaciones a les calderas actuales.

inal de cada celders

quemar esta mezcla hay

que reali-

STATUS DE SU DESARROLLO COMERCIAL

La producción de este tipo de carbón/agua es actualmente muy limitada

sin embargo, continúan surgiendo nuevas compañías interesadas en su producción y no debe haber duda de que habrá un abastecimiento adecuado a medida que surja la demanda por este producto. Dichas compañías, unidas a importantes firmas de ingenieros y arquitectos, han formado asociaciones comerciales, las cuales están dispuestas a suplir el combustible,

La Florida Power & Light Co. ha tomado la iniciativa para desarrollar esta nueva tecnología y ha presupuestado la cantidad de \$1.5 millones

Para investigar durante este período, con el propósito de convertir parte

---Page Break---

riormente sus unidades de 400 MW, diseñadas previamente para petróleo, a carbón/agua.

Otra unidad comercial con carbón/agua la esté realizando Fluidcarbon Sweden, un consorcio de compañías suecas. El proyecto envuelve la construcción de instalaciones para producir unas 275,000 toneladas al año de esta mezcla carbón/agua en Malmö, Suecia. Esta compañía supliría el combustible a clientes industriales y a compañías productoras de electricidad.

Pruebas del carbón/agua se llevaron a cabo por EPRI en una caldera industrial de la Dupont Chemical Company en Memphis, Tennessee. La caldera de 60,000 libras por hora tiene cinco quemadores especialmente diseñados para 15 millones de BTU por hora. La prueba de mayor duración en los E.U. duró varios días, utilizando unas 2400 toneladas (11,000 barriles) de carbón/agua. No hubo problemas operacionales significativos. El combustible fue transportado por trenes hasta el lugar de la prueba, permaneciendo almacenado en un vagón de tren por varias semanas antes de ser utilizado. Este hecho comprobó la capacidad de estas mezclas para ser transportadas sin que ocurrieran problemas de sedimentación.

Al presente se continúan realizando estudios abarcadores en cuanto

al uso de estas mezclas. Entre éstos figuran la determinación del tamaño de las cenizas producidas bajo diferentes condiciones, encaminado a minimizar la reducción en la capacidad nominal de las unidades modifi-

cas. Respecto a los quemadores, se intentó prolongar el tiempo de Teemplazo de su punta a más de 2,00 horas. Actualmente se están desarrollando con éxito quemadores y stonizadores que permitirán encen-

ido en un horno frfo, tendrán una operación estable, emplearán condiciones de atomización (presión y flujo) similares al aceite residual, y se podrá obtener una eficiencia de conversión de carbón comparable al residual.

---Page Break---

EFFECTOS EN LA COMBUSTION AL QUEMAR LAS MEZCLAS

El éxito del desarrollo de las mezclas carbén/agua depende de que se encuentren maneras para minimizar los problemas relacionados con las cenizas producidas y optimizar su combustión.

La cantidad de ceniza producida al quemar la mezcla, que no es significativa al utilizar aceite residual, representa un factor de gran importancia en esta tecnología. Las diferencias básicas que existen entre las calderas diseñadas exclusivamente para la quema de aceite residual y

faquellas para el uso del carbén tendrán un efecto en la combustión de la mezcla.

En las calderas diseñadas para menor que para aquellas diseñadas para quemar carbén con igual capacidad, Aunque la razón de salida de calor es mayor, el tiempo de residencia para el enfriamiento de los gases es menor, siendo la velocidad de los gases de salida ("flue gases") mayor a la entrada de los gases de salida del horno. Estos factores podrían hacer necesario que se

con aceite residual el tamaño del horno es

tenga que limitar su capacidad nominal para mantener dentro de límites

aceptables de limpieza las áreas de transferencias de calor y al mismo tiempo la abrasión de las partes que componen la caldera.

Existen varios factores que actúan como topes o límites respecto a:

Porcentaje máximo de capacidad disponible al quemar esta mezcla en calderas

para aceite residual. El primero de éstos es la abrasión de los tubos del paso de convección del horno, debido a la velocidad mayor de los gases de combustión, compuesta de cenizas volátiles ("flyash"). Otro factor limitante es la degradación ("fouling") de los tubos de paso de convección, debido a la cercanía de ellos, comparada con su separación en los hornos para quemar carbón. Otro factor que determina la reducción de capacidad es la formación de encrustaciones ("slagging") en los tubos de las paredes del horno. Una vez superados estos factores, se puede obtener una capacidad exacta del comportamiento de estos factores en cuanto al obtener los

datos anteriores,

se pueden

ma de carbén adecusde seria el proxime ps

---Page Break---

capacidad maxima posible variaré de acuerdo con el combustible espectfico

¥ Im caldera que se considere modificar.

Los estudios han demostrado que los indices que utiliza le industria

Para clasificar el carbén respecto @ su potencial para causar "slagging
and fouling? en las calderas splican también » Ins mezcles carbén/agua

Tos indices del carbén padre, el utilizado en su elaboracién, resultan

inalterables cuando son aplicados a las mezclas originadas por él. Este

hecho nos permite evaluar las propiedades de las cenizas respecto a su.

comportamiento en tas calderas, el cual es un factor más importante que

1a misma cantidad de ceniza produce.

PROPIEDADES QUIMICAS

El contenido de azufre es sumamente bajo, lo cual representa cantidades menores en las emisiones de dióxido de azufre.

El contenido de ceniza de la mezcla, aunque sumamente bajo comparado con el carbón pulverizado, resulta elevado al compararse con el

petróleo. Por tal razón se usan equipos, como precipitadores electrostáticos, para atrapar la ceniza producida y evitar que vaya al ambiente.

necesario afin

Un contenido de ceniza de 5% o menos es deseable para el carbón. La unidad retiene un porcentaje mayor de capacidad nominal. La cantidad de ceniza producida será también menor, reduciendo así los costos involucrados en su desecho. Hay varios posibles usos para la ceniza de carbón.

Para obtener mezclas de carbón/agua cuyas características resulten en la reducción mínima de capacidad, los fabricantes de las mezclas emplean carbón de alta calidad en su preparación.

El contenido de ceniza de este carbón es bajo (seis por ciento menos). La volatilidad es alta y su contenido calorífico también: tienen una temperatura de fusión y un índice de triturabilidad altos, facilitando

---Page Break---

Su pulverización @ partículas muy pequeñas antes de mezclarse con el agua y aditivos para elaborar la mezcla de carbón.

?También podrían producirse mezclas de un contenido de cinco por ciento de ceniza @ menos, con una recuperación de 90% (BTU), utilizando los procesos de mejoramiento del carbón.

Se están desarrollando métodos para pulverizar el carbón @ partículas sumamente pequeñas, en los cuales se podría utilizar carbón de menor calidad. Esto promete minimizar aún más el efecto de las cenizas en la combustión de las mezclas y reducir al mínimo la degradación de capacidad en las calderas diseñadas para aceite residual. Al presente estos métodos resultan muy costosos debido a su desarrollo y economías de escala. El contenido de ceniza de estas mezclas puede ser de menos de dos por ciento.

ASPECTUS ECONOMICOS

El contenido calorífico de una mezcla de carbón/agua típica es de alrededor de 20 millones de BTU por tonelada. El costo de este combustible es de menos de \$3.50 por millón de BTU, incluyendo limpieza, procesamiento y transporte.

Al comparar este costo con el precio actual del aceite residual, \$4.50 por millón de BTU, obtenemos una diferencia de un dólar por millón de BTU a favor del uso de las mezclas carbón/agua, equivalente a un 28% de ahorro en costos de combustible en términos de BTU.

La localización de las plantas de producción de estas mezclas tiene sin lugar a dudas un impacto importante en el costo de producción. El costo del carbón para procesarse y su post

transporte

afectaría el precio. Su localización, ya sea en la misma mina en el puerto de exportación, será determinada por razones de oferta y demanda. El precio relativo de las mezclas

comparado con el aceite residual podría ampliarse en el futuro el establecimiento de nuevas plantas de producción de mayor capacidad,

---Page Break---

CONCLUSION

La conversión de centrales eléctricas de petróleo para la utilización de mezclas de carbón pulverizado en el agua se ha presentado como una alternativa técnicamente viable y económica para las centrales eléctricas industriales. Por supuesto antes de su implementación en cada caso se requiere un estudio de viabilidad donde se analicen todos los parámetros discutidos en este trabajo. El establecimiento de un suministro adecuado y confiable de mezcla de carbón pulverizado en agua, la determinación de la viabilidad de los cambios de ingeniería necesarios en la planta y un análisis económico detallado de la conversión son indispensables.

EL MAC puede ser utilizado como combustible alternativo en un planta Beneradora diseñada para utilizar sólo petréeo como combustible sin afectar significativamente la eficiencia de la planta, la confiabilidad de operacion, 0 afectar adversamente el medio ambiente, De esta manera s Puede utilizar equipo existente y reducir los costos de conversion y de combusti3n.

-10-

---Page Break---

TABLA 1

MODIFICACIONES PARA QUEMAR MEZCLAS DE CARBON/AGUA EN CALDERAS DISENADAS PARA ACEITE RESIDUAL

1. Quemadores y Sistema de Encendido
2. Recogedor de Ceniza y Auxiliares
3. Conductos de Convecci3n
4. Sopladores de Desperdicios (Sootblowers)
5. Modificaciones de los Pasos de Convecci3n
6. Abunicos de tiro inducido (si necesario)

1. Controles y Misceléneos

8. Bombas y Tuberías

one

---Page Break---

TABLA 2

NOMBRE COMERCIAL PARA MEZCLAS DE CARBON/AGUA
Y LAS COMPARTAS QUE LAS REPRESENTAN O PRODUCEN

ARC-COAL

CARBOGEL

FLUID CARBON

cO-AL

OXCE FUEL

ADVANCED FUELS

TECHNOLOGY

comco

coaliquip

~ Atlantic Research

~ Foster Wheeler representa esta

?compatiia en Estados Unidos

~ Allis-Chalmers y Flufa Carbon Inter-

national firmaron acuerdo para pro-

ducir y mercadear el producto en

Estados Unidos

- Ashland Oil se unió © Babcock &

Wileox para manifiuturar este pro-

dueto.

- La Occidental Petroleum Corp. se

ha unido a Is Combustion. Engi=

neering pare investigar, desarro-

lary producir mezciias carbén-

Jegus.

~ Una compania Gulf t Western. Re-
cientemente adquirida por la Stan
dard Oil Co. (Ohio)

= Electric Fuels Corp. Product
mezcla carbón/aceite para la Flori-
da Power Corp,

= Subsidiaria de McConnell Douglas

a

---Page Break---

TABLA 3

PROPIEDADES NOMINALES DE MEZCLAS DE CARBON Y AGUA

PROPIEDAD

Milones de BTU/Barril

Densidad (Lb/Galión)

Temperatura de la flama

(Grados F)-(20% de exceso
de aire)

Viscosidad (CP)

% Azutre

4 Ceniza

MEZCLA

CARBON Y _acua

42

10.0

3150

1000

Menos de 0.7%

3.68

*Siendo un carbón de bajo contenido de cenizu.

ACEITE RESIDUAL

6.3

1s

3300

No hay flujo

0.98 0 2.88

0.028

---Page Break---

TABLA 4

UTILIZACION DE LAS CENIZAS PRODUCIDAS EN UNA
PLANTA DE CARBON COMO RECURSO MINERAL

CENIZAS DE FONDO

+ Agregado liviano

Relleno base pars carreteras

Agregado subbase para carreteras

Pavimento bituminoso

Drenaje

CENIZAS FUGACES:

1. Puzolénico

Fabricación de cemento

b. Concreto mixto

ç. Grandes volimenes de concrete

2. Material de rellene

3. Productos estructurales

a. Tubos de conereto

b. Bloques de conereto

4, Mejoramiento de las aguas y el terreno

4. Tratamiento aguas conteminadas

b. Neutralización de! terreno

c. Fertilizante

4. Reclamación terreno de minas

5. Otros

2. Agregado liviano

b. Lechadas

?. Recuperación de metales valiosos

---Page Break---

REFERENCIAS

1, CODIA 64, "Estrategia para el Desarrollo del Sector Energia Elé
trica.? Falconbridge, C. por A. [19822].

2. Delygin, G.N. "Regularities of the Combustion of Pulverized Coal-
Water Suspension in an Air System." Inst. Goryuch. Iskop., 72-89
965). ?

3. Davydova, 1.V., G.N. Delygin, B.V, Kantowiteh, V.S. Levanevsky.

"Experimental Investigation of Combustion of Coal-Water Suspension."

Inst. Goryuch, Iskop., 140-145 (1965).

4. Schwartz, O. and H. Merten. "Preparation, Transportation and Combustion of Coal-Water Suspensions." Brennst-Warme-Kraft 19, No.10, 474-478 (1966). OO

5. Schwartz, O. and H. Merten. "Direct Burning of Coal-Water Suspensions in Power Plants." Gluckauf 2:215-251 (1967).

8. Scheffec, R.S. and E.T. Mellale. "Development and Evaluation of Highly-Loaded Coal slurries." Proceedings of the Second International Symposium on Coal-Oil Mixture Combustion, Vol 2 (CONF. 791160), "Pittsburgh Energy Technology Center, Pittsburgh. PA (1979), * ? "

Scheffec, R.S., N.P. Rossmessl, T.J. Boyd, C.1. Henderson, and E.T. Mellale. "Development and Burning of Coal-water Slurries." Proceedings of the Third International Symposium on Coal-Oil Mixture Combustion, Vol. 1 (CONF-810898), Pittsburgh Energy Technology

Genter, Pittsburgh, Pennsylvania, 182-195 (1981).

8. Funk, J.E., D.R. Dinger, J.B. Funk, Jr., D.F. Funk, S.J. Vecci,
G.A. Farthing, Jr., and 8.4. Johnson. "Combustion Tests of a
High Solids Coal-Water Fuel-Co-Al." Presented at the Governor's
Conference on Expanding the Use of Coal in New York State, Alve-
ny, New York, May 21-28, 1981

Ghassomeadeth, M.R., T.M. Sommer, G. Farthing, and S. Vecci
Rheology and Combustion Characteristics of Coal/ Water. Mixtures.
Presented at American Flume Research Committee's International
Symposium on Industrial Fuel Technology, Chicago, Illinois, October
5-7, 1981,

10, Pan, ¥.8., G.T. Bellas, D. Lunifeld, and J.1. Joubert. "Coal-bil
Mixtures: A Near-Term Approach to Conserving Petroleum." Preprint
No. 81-Pet-22, presented at ASME energy-Sources Technology Conte
Fence and Exhibition, Houston, Texas, January 18-22, 1981.

AL. Pan, ¥.S., G.T. Bellas, M.P. Mathur, J.1. Joubert, and D. Bien-
tock. "Recent Coal-Gil Mixture Combustion Tests ct PETC," DOE-
/PETS/TR-80/5, Pittsburgh Energy Technology Center, Pittsbureh,
Pennsylvania, June 1980.

a5.

---Page Break---

cm

13.

M,

18,

PETC Internal Report. Exploratory Coal-Water and Coal-Methanol
Mixture Combustion Tesis in Oil Designed Boilers.

Sth International Symposium on Coel-Slurry Combustion and Techno-
logy, April 25-27, 1983. Tampa, Fla,

EPRI Coal Water Slurry Project Review, Aug. 23-24, 1983. Memphis,

Tennessee.

Lugo Cancio, Rolando y El Koury, Jorge, Mezclus de Carbén y Agua (MAC) para la Industria Eléctrica. Conferencia presentada en el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico en el Mini Congreso COPINERA en marzo 9, 1984.

16

---Page Break---

DVW YVW3ND VEVd SAN0IIVIISIGOW 1 Ounbly

sozva9 ap

uoiaisodsig ?TF ??? 97

aeov)

QvN oid ?aussie Dv9p09 SozjUa9 ap \$910429109

\$2u019021)!p0W soziuaa ap sasopo|dog

ay

019p109 ©

F9U0120915 1POW

0202108 ouauyoy

vo20816y, >

jpoay v0q109 19p

wouerowiy ???? sioposaveig

p sanbuoy o4vdid 01 ap

orojdway

aaieod

. . .

---Page Break---

---Page Break---