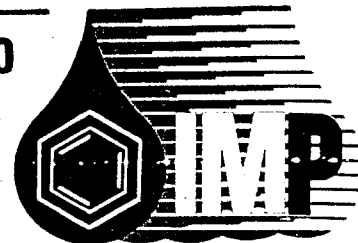


INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO



COORDINACION DE PROTECCION AMBIENTAL

**GERENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL Y SEGURIDAD
INDUSTRIAL**

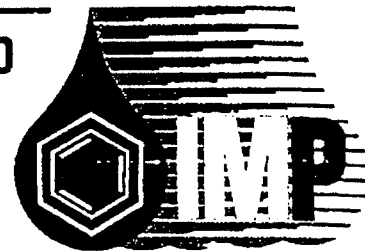
DIVISION DE CONTROL ENERGETICO

SERVICIO NO. EOE-4330

**“PRUEBAS DE COMBUSTOLEO EN CAMARA ABIERTA PARA
EVALUAR COMBUSTOLEO ADICIONADO CON EL ADITIVO Xp3”**

INFORME TECNICO

NOVIEMBRE DE 1995



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	3
2. OBJETIVOS	3
3. ALCANCE	4
4. DESARROLLO	5
-METODOS DE MEDICION Y EQUIPOS	5
-MEDICION DE GASES EN CHIMENEA	8
-EQUIPO DE MEDICION UTILIZADO PARA EL CONTROL DE LA COMBUSTION	9
-CARACTERISTICAS DEL QUEMADOR	10
-CARACTERISTICAS DEL COMBUSTOLEO SIN ADITIVO	11
-CARACTERISTICAS DEL COMBUSTOLEO MAS ADITIVO	12
-CONDICIONES DE OPERACION PARA EL QUEMADO DE COMBUSTOLEO	15
5. RESULTADOS	16
-DISCUSION DE RESULTADOS	27
6. COMENTARIOS	29
7. CONCLUSIONES	30



1. ANTECEDENTES

El 5 julio de 1995, el Ing. Antonio Fernández, Director comercial de Productos Industriales MISED, S.A. de C.V., solicitó a este instituto una cotización para efectuar pruebas comparativas de combustión con combustóleo contra combustóleo adicionado con el aditivo Xp^3 , como respuesta a esta solicitud se presentó una propuesta técnico/económica en el mes de septiembre del año en curso donde se detallaron todos los aspectos técnicos así como el costo de la pruebas. El Ing. Antonio Fernández procedió a efectuar una visita el día 26 de septiembre de 1995 a las instalaciones ubicadas en el parque Industrial "la Reformar" en Pachuca, Hgo., con el propósito de conocer la caldera experimental donde se efectuarían las pruebas, al final de la visita el Ing. Fernández aceptó la propuesta.

2. OBJETIVO

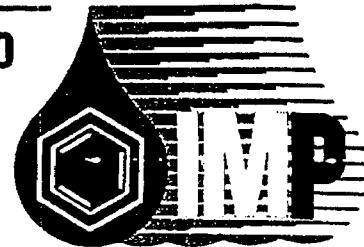
Realizar pruebas de combustión con combustóleo con y sin la adición del aditivo Xp^3 para evaluar la eficiencia en la combustión y cuantificar sus emisiones y comparar los resultados obtenidos, con los valores establecidos por la norma NOM-085-ECOL-1994.



3. ALCANCE

Las pruebas de combustión permitirán determinar experimentalmente el comportamiento del combustible con y sin aditivo a diferentes excesos de aire (3, 5 y 7 % de oxígeno en gases de chimenea), así mismo con los valores de flujo de combustible y vapor producido en cada condición de combustión se obtendrá la eficiencia de la caldera.

La evaluación de las emisiones contaminantes de SO_2 , NO_x , CO y Partículas Suspendidas Totales (PST), se realizarán para el combustible durante su quemado, comparando éstas emisiones contra los valores de la misma norma.



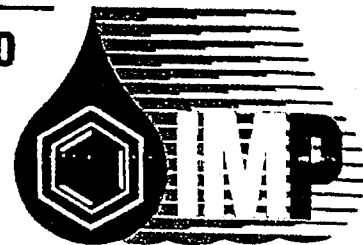
DESARROLLO

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en el período comprendido del 26 de septiembre de 1995 al 6 de octubre del mismo año, mediante las pruebas y equipos descritas a continuación.

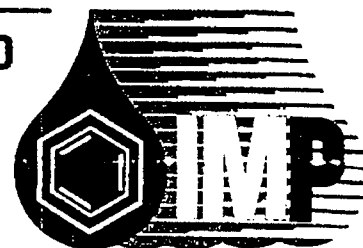
Métodos de medición:

Las mediciones en la chimenea se realizaron tomando como base las Normas Oficiales Mexicanas vigentes y Métodos de la EPA.

1. NOM-AA-9-1973: "Determinación de flujo de gases por medio del Tubo Pitot".
2. NOM-AA-54-1978: "Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un ducto".
3. DGN-AA-35-1975: "Determinación del bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión"
4. NOM-085-ECOL-1994: "Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos en cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos para las condiciones de operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, (así como los niveles máximos

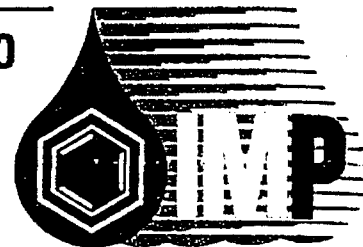


11. EPA-Método 6C: Determinación de las emisiones de bióxido de azufre provenientes de fuentes fijas (procedimiento de analizador instrumental).
12. EPA-Método 7E: Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno provenientes de fuentes fijas (procedimiento de analizador instrumental).
13. EPA-Método 10: Determinación de las emisiones de monóxido de carbono provenientes de fuentes fijas (procedimiento de analizador instrumental).



permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión).

5. EPA-Método 1: "Determinación del sitio de muestreo y velocidad de los gases de chimenea provenientes de fuentes fijas. Federal Register, Title 40, Part. 60, App A, pag. 348."
6. EPA-Método 2: "Determinación de la velocidad de gases de chimenea y flujo volumétrico (tubo Pitot tipo "S"). Federal Register, Title 40, Protection of Environmental Part 60, App. A, pag. 354-372."
7. EPA-Método 3: Análisis de gas para bióxido de carbono, oxígeno, monóxido de carbono, exceso de aire y peso molecular. Federal Register, Title 40, Protection of Environmental, pag. 60, App A, pag. 372.
8. EPA-Método 3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono en emisiones provenientes de fuentes fijas. Protection of Environmental, Part 60, App A, pag. 372 (Procedimiento de analizador instrumental).
9. EPA-Método 4: Determinación del contenido de humedad en gases de chimenea Federal Register, Vol. 36, No. 247, Diciembre de 1971.
10. EPA-Método 5: Determinación de la emisión de partículas provenientes de fuentes fijas. Title 40, Protection of Environmental, Part. 60, App A, Pag. 387.



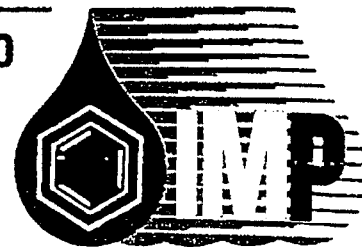
Equipos:

A continuación se enlistan los principales componentes de la caldera experimental:

Tipo	Empacado con tubos de humo
Capacidad de evaporación	3.6 t/h
Calor generado	1.94×10^6 Kcal/h
Presión Máxima	10.0 Kg/cm^2
Presión normal	7 Kg/cm^2
Temperatura del vapor	169°C
Cámara de combustión	Morrison de un paso
Volumen de la cámara de combustión	2.409 m^3
Capacidad calorífica de la cámara de combustión	$926 \times 10^3 \text{ Kcal/m}^3/\text{h}$

— Analizadores de gases de combustión empleados para la medición de gases en chimenea:

CO	Absorción infrarroja
CO ₂	Absorción infrarroja
SO ₂	Absorción infrarroja
O ₂	Método de Zirconio
NO _x	Quimiluminiscencia
Humo	Método Bacharach y Ringelmann



Muestreador universal de chimeneas:

Equipo muestreador

Graseby - Andersen

Equipo de medición utilizado para el control de la combustión:

Medidor de flujo de combustibles

Temperatura de combustible

Volumen de flujo de gas

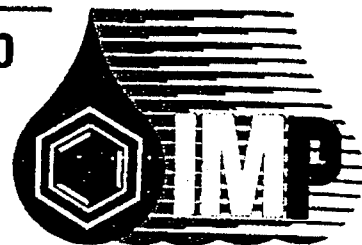
Temperatura de gas

Presión de gas

Presión de atomización de vapor

Presión de atomización de combustibles

Registrador de temperatura de agua de alimentación



Características del quemador

QUEMADOR NORMAL

Método de atomización: aire o vapor (intercambiable)

Método de mezclado: Interno, este mezclado produce la atomización más fina, es decir, el menor tamaño de gota, son los que utilizan la menor cantidad de fluido auxiliar. El consumo de fluido auxiliar es proporcional al flujo de combustóleo, esto es, varía de acuerdo con la carga. Cuentan con barrenos individuales con dirección unitaria y en arreglos específicos para el control de la forma de la flama y la emisión de NOx.

Tipo de garganta: Cilíndrica recta, la flama se estabiliza a la salida de la misma, suministra una zona de alta temperatura que da estabilidad a la flama.

Cuenta con un difusor tipo abanico que imparte un movimiento rotatorio al aire de combustión.

Capacidad: 240,000 Kcal/h

Presión de atomización del combustible: 3.5 Kg/cm²

— Presión de atomización del vapor: 4.5 Kg/cm²

Consumo de atomización del vapor: 3.5 Kg/l

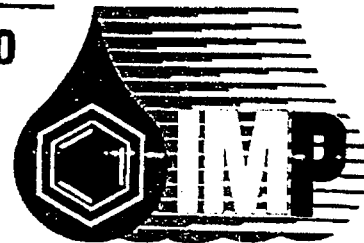
Viscosidad del combustible a la entrada del quemador: 20 cSt

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO



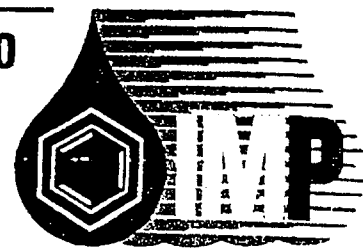
El análisis realizado al combustóleo sin aditivo dio los siguientes resultados:

PRUEBA	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Viscosidad S. F. a 50 °C	ASTM D-88	SSF	793.0
Peso específico 20/4 °C	ASTM D-70	-----	0.9916
Poder calorífico neto	ASTM D-240	Btu/lb	16995
Carbón Ramsbottom	ASTM D-524	% peso	14.16
Agua y sedimento	ASTM D-1796	% vol	4.0
Temp. de ignición	ASTM D-92	°C	194
Temp. de inflamación	ASTM D-93	°C	108
Azufre total	ASTM D-4294	% peso	3.55
Cenizas	ASTM D-482	% peso	0.059
Insolubles en nC ₅	ASTM D-2007	% peso	17.57



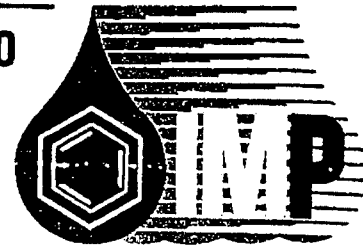
Prueba No.1 Los resultados del laboratorio correspondientes a la prueba No.1 realizados al combustóleo ya aditivado con Xp3 son los siguientes:

PRUEBA	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Viscosidad S. F. a 50 °C	ASTM D-88	SSF	653.0
Peso específico 20/4 °C	ASTM D-70	-----	0.9918
Poder calorífico neto	ASTM D-240	Btu/lb	17122
Carbón Ramsbottom	ASTM D-524	% peso	14.60
Agua y sedimento	ASTM D-1796	% vol	< 0.05
Temp. de ignición	ASTM D-92	°C	170.0
Temp. de inflamación	ASTM D-93	°C	115
Azufre total	ASTM D-4294	% peso	3.44
Cenizas	ASTM D-482	% peso	0.0522
Insolubles en nC5	ASTM D-2007	% peso	18.20



Prueba No.2 los resultados del laboratorio para esta prueba del combustóleo ya aditivado con Xp3 son los siguientes:

PRUEBA	METODO	UNIDADES	RESULTADOS
Viscosidad S.F. a 50 °C	ASTM D-88	SSF	640.7
Peso específico 20/4 °C	ASTM D-70	-----	0.9923
Poder calorífico neto	ASTM D-240	Btu/lb	17076
Carbón Ramsbottom	ASTM D-524	% peso	14.59
Agua y sedimento	ASTM D-1796	% vol	< 0.05
Temp. de ignición	ASTM D-92	°C	196
Temp. de inflamación	ASTM D-93	°C	108
Azufre total	ASTM D-4294	% peso	3.18
Cenizas	ASTM D-482	% peso	0.0669
Insolubles en nC5	ASTM D-2007	% peso	17.26

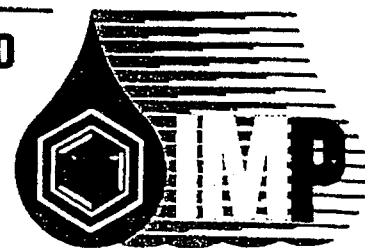


Condiciones de operación para el quemado del combustóleo.

De acuerdo con el programa experimental de pruebas de combustión en cámara abierta para evaluar el combustóleo sin y con el aditivo Xp^3 , éstas se realizaron con un flujo de 200 l/h equivalente al 85% de carga de la caldera, operando con quemador normal y variando la concentración de oxígeno en los gases de combustión a: 3, 5 y 7%.

Por otra parte se llevaron a cabo pruebas para determinar la eficiencia de la caldera aplicando el método directo, a las diferentes condiciones de operación antes indicadas, determinando por este medio si el aditivo contribuye a mejorar las propiedades del combustible durante su quemado.

Al mismo tiempo se procedió a determinar la emisión de partículas suspendidas totales durante la combustión con y sin aditivo.



RESULTADOS

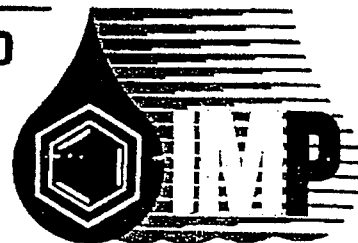
Durante la operación de la caldera utilizando quemador normal se realizaron 6 pruebas que comprenden las cargas de 200 l/h de combustóleo variando la concentración en 3, 5 y 7 % de O_2 en los gases de combustión,

En el cuadro No. 1 se presentan las condiciones operativas y la eficiencia de la caldera, obtenida con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión, utilizando combustóleo sin aditivo.

En el cuadro No. 2 se presentan las condiciones operativas y la eficiencia de la caldera, obtenida con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión, empleando combustóleo con aditivo.

En el cuadro No. 3 se encuentran los resultados obtenidos de la emisión de contaminantes a la atmósfera, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión utilizando combustóleo sin aditivo.

En el cuadro No. 4 se presentan los resultados obtenidos de la emisión de contaminantes a la atmósfera, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión utilizando combustóleo con aditivo.



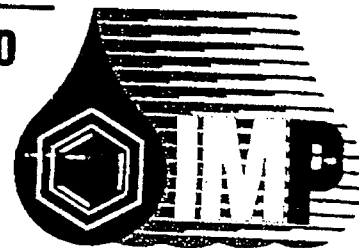
En el cuadro No. 5 se presentan los resultados obtenidos de la emisión de partículas suspendidas totales, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión utilizando combustóleo sin aditivo.

En el cuadro No. 6 se presentan los resultados obtenidos la emisión de partículas suspendidas totales, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión utilizando combustóleo con aditivo.

En el cuadro No. 7 se presentan los resultados obtenidos de las emisiones de NO_x , comparados éstos con los valores establecidos en la NOM-085-ECOL-1994, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión.

En el cuadro No. 8 se presentan los resultados obtenidos de las emisiones de SO_2 , comparados éstos con los valores establecidos en la NOM-085-ECOL-1994, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión.

En el cuadro No. 9 se presentan los resultados obtenidos de las emisiones de partículas suspendidas totales (PST), comparados éstos con los valores establecidos en la NOM-085-ECOL-1994, con una carga aproximada de 200 l/h de alimentación de combustible, con 3, 5 y 7 % de O_2 en gases de combustión.



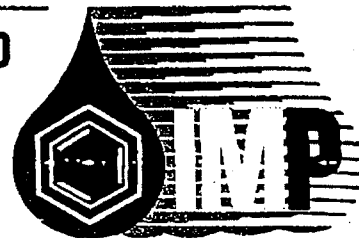
CUADRO 1

CONDICIONES DE OPERACION EMPLEANDO COMBUSTIBLE SIN ADITIVO

	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
TEMPERATURA DE GASES DE CHIMENEA (°C).	254	243	230
FLUJO DE AGUA (l/h).	2460	2626	2045
FLUJO DE COMBUSTIBLE (l/h).	201	202.04	202.56
EFICIENCIA DE LA CALDERA (%)	82.67	87.81	68.19

**CUADRO 2****CONDICIONES DE OPERACION
EMPLEANDO COMBUSTIBLE CON ADITIVO**

	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
TEMPERATURA DE GASES DE CHIMENEA (°C).	258	251.4	243.5
FLUJO DE AGUA (l/h).	2520	2700	2056
FLUJO DE COMBUSTIBLE (l/h).	197.6	201.6	197.5
EFICIENCIA DE LA CALDERA (%)	85.4	89.9	70.1

**CUADRO 3**

**EMISION DE CONTAMINANTES A LA ATMOSFERA
CORREGIDOS AL 5% DE O₂
EMPLEANDO COMBUSTOLEO SIN ADITIVO**

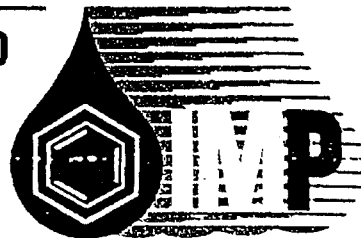
	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
OXIDOS DE NITROGENO "NO_x" (ppm).	283.2	233.0	208.0
DIOXIDO DE AZUFRE "SO₂" (ppm).	1830.0	1750.3	1769.0
MONOXIDO DE CARBONO "CO" (ppm).	ILD*	ILD*	56.0

* Inferior al limite detectable por el equipo de medición

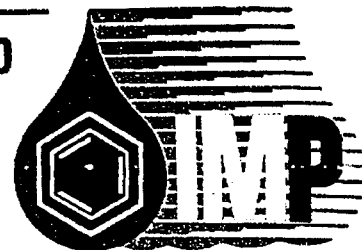
**CUADRO 4****EMISION DE CONTAMINANTES A LA ATMOSFERA
CORREGIDOS AL 5% DE O₂
EMPLEANDO COMBUSTOLEO CON ADITIVO**

	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
OXIDOS DE NITROGENO "NO_x" (ppm).	286.0	270.0	230.8
DIOXIDO DE AZUFRE "SO₂" (ppm).	1659.0	1716.1	1688.0
MONOXIDO DE CARBONO "CO" (ppm).	ILD*	ILD*	6.4

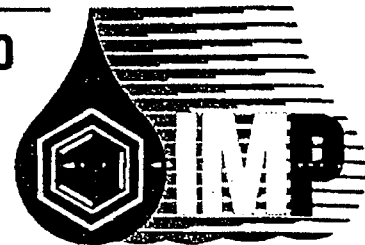
* Inferior al límite detectable por el equipo de medición

**CUADRO 5****EMISION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES
EMPLEANDO COMBUSTOLEO SIN ADITIVO**

	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
CONCENTRACION DE PARTICULAS (mg/m ³ N)	180.8	230.0	330.9
EMISION DE PARTICULAS (Kg/h)	0.2355	0.2925	0.3424
NUMERO DE HUMO	4	5	7

**CUADRO 6****EMISION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES
UTILIZANDO COMBUSTOLEO CON ADITIVO**

	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA		
	7 %	5 %	3 %
CONCENTRACION DE PARTICULAS (mg/m ³ N)	129.3	161.6	246.3
EMISION DE PARTICULAS (Kg/h)	0.1662	0.1799	0.2918
NUMERO DE HUMO	3	3	6



CUADRO No.7

COMPARACION DE EMISIONES DE OXIDOS DE NITROGENO, EMPLEANDO COMBUSTOLEO CON Y SIN ADITIVO VS NOM-085-ECOL-1994.

VALOR DE NORMA (ppm)	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA					
	7		5		3	
	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)
ZMCM = 220 ZC = 300 RP = 400	286.0	283.2	270.0	233.0	230.8	208.0

ZMCM= Zona Metropolitana de la Ciudad de México

ZC = Zona Crítica

RP = Resto del país

CUADRO No.8

COMPARACION DE EMISIONES DE BIOXIDO DE AZUFRE, EMPLEANDO COMBUSTOLEO CON Y SIN ADITIVO VS NOM-085-ECOL-1994.

VALOR DE NORMA (ppm)	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA					
	7		5		3	
	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)	CON Xp ³ (ppm)	SIN Xp ³ (ppm)
ZMCM = 1100 ZC = 2100 RP = 2600	1659.0	1830.0	1716.1	1750.3	1688.0	1769.0

ZMCM= Zona Metropolitana de la Ciudad de México

ZC = Zona Crítica

RP = Resto del país



CUADRO No.9

COMPARACION DE EMISIONES DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES, EMPLEANDO COMBUSTOLEO CON Y SIN ADITIVO VS NOM-085-ECOL-1994.

VALOR DE NORMA (mg/m ³)	% DE OXIGENO EN GASES DE CHIMENEA					
	7		5		3	
	CON Xp ³ (mg/m ³)	SIN Xp ³ (mg/m ³)	CON Xp ³ (mg/m ³)	SIN Xp ³ (mg/m ³)	CON Xp ³ (mg/m ³)	SIN Xp ³ (mg/m ³)
ZMCM = 100	129.3	180.8	161.6	230.0	246.3	330.9
ZC = 425						
RP = 600						

ZMCM= Zona Metropolitana de la Ciudad de México

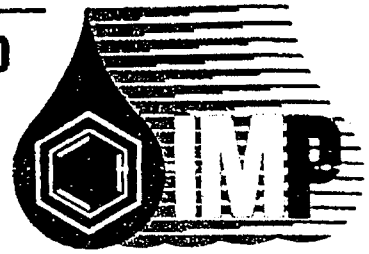
ZC = Zona Crítica

RP = Resto del país

En las gráficas 1, 2 y 3 (páginas 31, 32 y 33), se presentan los valores obtenidos para la eficiencia de la caldera con una carga de 200 l/h, con 3, 5 y 7 % de exceso de oxígeno en la combustión empleando combustóleo con y sin aditivo Xp³.

En las gráficas 4, 5 y 6 (páginas 34, 35 y 36), se presentan los valores obtenidos para Oxidos de Nitrógeno (NOx) en las pruebas de quemado de combustóleo con y sin aditivo Xp³, con una carga de 200 l/h con 3, 5 y 7 % de exceso de oxígeno en la combustión.

En las gráficas 7, 8 y 9 (páginas 37, 38 y 39), se presentan los valores obtenidos para el Bióxido de azufre (SO₂) en las pruebas de quemado de

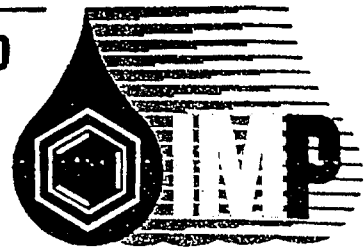


combustóleo con y sin aditivo Xp^3 , con una carga de 200 l/h con 3, 5 y 7 % de exceso de oxígeno en la combustión.

En la gráfica 10 (página 40), se presentan los valores obtenidos para el Monóxido de Carbono (CO) en las pruebas de quemado de combustóleo con y sin aditivo Xp^3 , con una carga de 200 l/h con 3, 5 y 7 % de exceso de oxígeno en la combustión.

En las gráficas 11, 12 y 13 (páginas 41, 42 y 43), se presentan los valores obtenidos para las Partículas Suspendidas Totales (PST) en las pruebas de quemado de combustóleo con y sin aditivo Xp^3 , con una carga de 200 l/h con 3, 5 y 7 % de exceso de oxígeno en la combustión.

En las gráficas 14, 15 y 16 (páginas 44, 45 y 46), se presentan los resultados obtenidos en Número de Humo durante las pruebas de combustión de combustóleo con y sin aditivo Xp^3 , con una carga de 200 l/h con 3, 5 y 7% de exceso de oxígeno en la combustión.



DISCUSION DE RESULTADOS

Eficiencia de la caldera:

En la gráfica 1 se observa que el combustóleo aditivado con Xp3 proporcionó un 2.80% más eficiencia en la combustión cuando fue quemado con un exceso de 3% de oxígeno en gases de combustión.

En la gráfica 2 se observa que el combustóleo aditivado con Xp3 proporcionó un 2.38% más eficiencia en la combustión cuando fue quemado con un exceso de 5% de oxígeno en gases de combustión.

En la gráfica 3 se observa que el combustóleo aditivado con Xp3 proporcionó un 3.30% más eficiencia en la combustión cuando fue quemado con un exceso de 7% de oxígeno en gases de combustión.

Emisiones contaminantes:

En las gráficas Nos. 4, 5 y 6 se observa que el combustóleo con y sin aditivo excede el valor para NOx fijado por la norma para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; con excepción del combustóleo sin aditivo cuando éste se quema al 3% de exceso de oxígeno en gases de combustión. No así en las Zona Crítica y Resto del País donde los valores obtenidos con el aditivo Xp³ están por debajo de la norma de referencia.

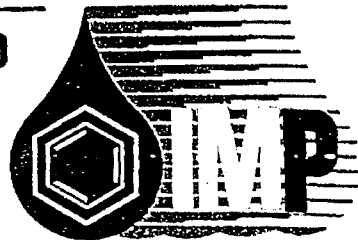


En las gráficas Nos. 7, 8 y 9, en donde se identifican los valores de emisión de SO_2 obtenidos durante las pruebas con aditivo Xp^3 , el valor fijado por la norma es excedido en todos los casos para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. No así para la Zona Crítica y Resto del país donde los valores obtenidos están por debajo de la norma de referencia y se apreció una disminución equivalente al 4.58% , 1.95% y 9.34% con un exceso de oxígeno al 3, 5 y 7% respectivamente al combustóleo sin aditivo.

En la gráfica No. 10 los únicos valores de CO detectados durante las pruebas que corresponden al 3% de exceso de oxígeno en los gases de combustión. Las emisiones de CO se redujeron en un 88.57% con el combustóleo aditivado con Xp^3 .

En las gráficas Nos. 11, 12 y 13 se aprecia que con el combustóleo aditivado con Xp^3 se dió una disminución de partículas suspendidas totales en un 25.56%, 29.74% y 28.49% con un exceso al 3, 5 y 7% respectivamente.

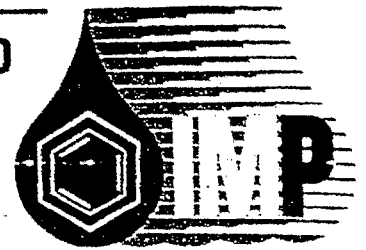
En las gráficas Nos. 14, 15 y 16 para evaluación de número de mancha (opacidad), se observó que con el combustóleo aditivado con Xp^3 se dió una disminución en un 14.28%, 40% y 25%, con un exceso de oxígeno en los gases de combustión al 3, 5 y 7% respectivamente.



COMENTARIOS

La comparación de los resultados de las pruebas de combustión con los valores en la NOM-085-ECOL-1994 corresponden a los establecidos para el período 1994- 1997.

Para las pruebas de combustión con aditivo Xp^3 , el personal de la compañía Productos Industriales MISED A S.A. de C.V. adicionó su producto en una proporción de 0.0005 % al combustóleo.



CONCLUSIONES

Los análisis realizados al combustóleo con y sin aditivo para su caracterización física muestran ligeros cambios en cuanto a la viscosidad, poder calorífico, agua y sedimento siendo favorables al combustóleo aditivado con Xp3.

De los resultados obtenidos durante el quemado del combustóleo se concluye lo siguiente:

El aditivo Xp³ mejoró la eficiencia de la caldera en 2.83% promedio.

En lo que respecta a los contaminantes NO_x, SO₂ y Partículas Suspendidas Totales todos los valores obtenidos durante el quemado del combustóleo con aditivo Xp³ están por debajo de los valores establecidos por la norma de referencia para la zona crítica y resto del país.