



---

Noviembre 15 de 1996

N/REF: TS-1103/96

Estimados Señores

Se realizó un estudio referente a evaluar las emisiones a la atmósfera generadas en los ductos de salida de emisiones (escapes) de los vehículos de carga (yucles) en la planta de **MINERA REAL DE ANGELES S.A. DE C.V.**, ubicada en Noria de Angeles, Zacatecas. Dicho estudio se realizó los días 29 de octubre y 13 de noviembre del presente año y se refiere a:

- a) Evaluación de emisiones a la atmósfera de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) y # de mancha, en los yucles marca Caterpillar números ECAT-15 y ECAT-13 (con y sin aditivo XP3), así como en los de marca DRESSER números EDRE-34 (con y sin aditivo XP3) y EDRE-37.

Agradecemos las atenciones de que fuimos objeto durante la estancia en la planta, así como las facilidades de acceso para la realización de nuestro trabajo en campo, esperando seguir colaborando con ustedes en futuros proyectos, nos es grato quedar a sus apreciables ordenes para cualquier aclaración y/o comentario al respecto.

**ATENTAMENTE**  
**ASESORIA EN CONTROL AMBIENTAL**

ING. RAMON SANCHEZ LOPEZ  
Gerente Tecnico

## **CONTENIDO GENERAL**

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- PROCEDIMIENTO Y EQUIPO UTILIZADO
  - 2.1. PROCEDIMIENTO
  - 2.2. PROCEDIMIENTO EQUIPO UTILIZADO
- 3.- RESUMEN DE RESULTADOS
- 4.- RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES (MEMORIA DE CALCULO)
  - 4.1. ECAT-15 (M-1)
  - 4.2. ECAT-15 (M-2)
  - 4.3. ECAT-13 (M-3)
  - 4.4. ECAT-13 (M-4)
  - 4.5. EDRE-34 (M-5)
  - 4.6. EDRE-34 (M-6)
  - 4.7. EDRE-37 (M-7)
  - 4.8. EDRE-37 (M-8)
  - 4.9. ECAT-13 (M-9)
  - 4.10. ECAT-13 (M-10)
  - 4.11. EDRE-34 (M-11)
  - 4.12. EDRE-34 (M-12)
5. NOMENCLATURA
6. BIBLIOGRAFIA

## 1. INTRODUCCION

Se realizó un estudio referente a evaluar las emisiones a la atmósfera generadas en los ductos de salida de emisiones (escapes) de los vehículos de carga (yucles) en la planta de **MINERA REAL DE ANGELES S.A. DE C.V.**, ubicada en Noria de Angeles, Zacatecas. Dicho estudio se realizó los días 29 de octubre y 13 de noviembre del presente ana y se refiere a:

- a) Evaluación de emisiones a la atmósfera de bióxido de azufre ( $S_0_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), monóxido de carbono (CO) y # de mancha, en los yucles marca Caterpillar números ECAT-15 y ECAT-13 (con y sin aditivo Xp3), así como en los de marca DRESSER números EDRE-34 (con y sin aditivo XP3) y EDRE-37.

Las determinaciones se desarrollaron de acuerdo alas Normas Oficiales Mexicanas.

### 2.1.a. **PROCEDIMIENTO**

Para realizar la evaluación de emisiones, se siguió el procedimiento que a continuación se describe:

1. Medición de temperatura de gases de combustión, mediante el Termómetro del Testo-Term 342-1.
2. Medición de monóxido de carbono (CO) del equipo de combustión, mediante el analizador de gases modelo Testo-Term 342-1.
3. Medición del bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) del equipo de combustión mediante el analizador de gases modelo Testo-Term 350.
4. Determinación del # de mancha del equipo de combustión mediante el Opacímetro modelo Bacharach 10-7012.
5. Medición de los óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) del equipo de combustión, mediante el analizador de gases modelo Thermo Environmental 10-AR.

### 2.2.a. EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado para la determinación de emisiones a la atmósfera, fue "TESTO-TERM 342-1, TESTO-TERM 350, THERMO ENVIROMENTAL Y OPACIMETRO", el cual cumple con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-AA-35-1976	"Determinación del Bióxido de Carbono, Monóxido de Carbono y Oxígeno en los gases de combustión",
NOM-O85-ECOL-1994	"Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión"
NOM-AA-114-1991	"Determinación de la densidad de humo en los gases de combustión que fluyen por un conducto o chimenea, método del # de mancha".

Las variables que se determinaron en las chimeneas son:

- a. Temperatura de los gases
- b. Composición de los gases
- c. Densidad de los gases
- d. Concentración de  $\text{SO}_2$
- e. Concentración de CO
- f. Concentración de  $\text{NO}_x$
- g. Opacidad de humo

## Resumen de Porcentajes de disminución de emisiones Usando el aditivo Xp3

PARAMETRO DETERMINADO	TRACTOCAMION EVALUADO (YUCLE)	
	CATERPILLAR.13	DRESSER-34
OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> ) ppm	23.87	17.53
BIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) ppm	N.A	N.A
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm	20.54	29.05
OPACIDAD (# MANCHA) %	33.33	25.00

### NOTAS

- Los resultados de las emisiones de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO) están reportados como concentración de ppm (partes por millón), y se encuentran transformados a condiciones normales u en base seca.
- La opacidad (# de mancha) esta dada por la emisión de partículas sólidas, en este caso se esta reportando como un porcentaje.

## RESUMEN DE RESULTADOS

TRACTOCAMION (YUCLE) CATERPILLAR.13				
	EMISIONES SIN ADITIVO X <sub>03</sub>		EMISIONES CON ADITIVO X <sub>p3</sub>	
PARAMETRO EVALUADO	SALIDA 1(M-3)	SALIDA 2(M-4)	SALIDA 1(M10)	SALIDA 2(M-9)
OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> ) ppm	1389.08	1645.11	1206.23	1 5SO.85
BIOXIDO DE AZUFRE (S <sub>02</sub> ) ppm	()	0	0	0
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm	783.36	766.35	585.20	646.23
OPACIDAD (# MANCHA) %	60	60	40	40
TRACTOCAMION (YUCLE) DRESSER-34				
	EMISIONES SIN ADITIVO X <sub>p3</sub>		EMISIONES CON ADITIVO X <sub>p3</sub>	
PARAMETRO EVALUADO	SALIDA 1(M-5)	SALIDA 2(M-6)	SALIDA 1(M-11)	SALIDA 2(M-12)
OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> ) ppm	389.29	648.09	417.48	438.03
BIOXIDO DE AZUFRE (S <sub>02</sub> ) ppm	()	0	0	0
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm	584.41	606.32	410.96	433.81
OPACIDAD (# MANCHA) %	40	40	30	30
TRACTOCAMION (YUCLE) CATERPILLAR-15				
	EMISIONES SIN ADITIVO X <sub>p3</sub>		EMISIONES CON ADITIVO X <sub>p3</sub>	
PARAMETRO EVALUADO	SALIDA 1	SALIDA 2	SALIDA 1 (M-1)	SALIDA 2 (M-2)
OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> ) ppm			417.48	438.03
BIOXIDO DE AZUFRE (S <sub>02</sub> ) ppm			0	0
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm			410.96	433.81
OPACIDAD (# MANCHA) %			30	30

### NOTAS

- Los resultados de las emisiones de bióxido de azufre (S<sub>0</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO) están reportados como concentración de ppm (partes por millón), y se encuentran transformados a condiciones normales u en base seca.
- La opacidad (# de mancha) esta dada por la emisión de partículas sólidas, en este caso se esta reportando como un porcentaje.

**RESUMEN DE RESULTADOS**

(CONTINUACION)

TRACTOCAMION (YUCLE) CATERPILLAR-15				
PARAMETRO EVALUADO	EMISIONES SIN ADITIVO Xp3		EMISIONES CON ADITIVO Xp3	
	SALIDA 1	SALIDA 2	SALIDA 1 (M-1)	SALIDA 2 (M-2)
OXIDOS DE NITROGENO (NOx) ppm			446.09	385.57
BIOXIDO DE AZUFRE (SO2) ppm			0	0
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm			512.56	497.09
OPACIDAD (# MANCHA) %			30	50

## NOTAS

- Los resultados de las emisiones de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO) están reportados como concentración de ppm (partes por millón), y se encuentran transformados a condiciones normales u en base seca.

- La opacidad (# de mancha) esta dada por la emisión de partículas sólidas, en este caso se esta reportando como un porcentaje.